

住宅裝置水道連結撒水設備之 對策研究

研究主持人： 樂中丕

協同主持人： 何岫璵

研究員： 沈子勝、陳佳玲、王天志、雷明遠

研究助理： 羅怡嫻、李旻容

研究期程： 中華民國 111 年 3 月 24 日至 12 月 31 日

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容與建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

目次.....	III
表次.....	V
圖次.....	IX
摘要.....	1
第一章 緒論	2
第一節 研究背景.....	2
第二節 動機與目的.....	10
第二章 自動撒水設備標準	18
第一節 NFPA 13D 住宅自動撒水設備	18
第二節 NFPA 13R 住宅自動撒水設備	35
第三節 水道連結型自動撒水設備.....	43
第三章 設置案例分析	49
第一節 實務設置案例.....	49
第二節 設置費用分析.....	70
第四章 推動對策及事項	85
第一節 推動對策討論.....	85
第二節 建議推動事項.....	97
第五章 結論與建議	112
第一節 研究結論.....	112

第二節 建議事項.....	115
參考書目.....	116
附件一	120
附件二	124
附件三	132
附件四	138
附件五	147
附件六	153
附件七	165

表次

表 1-1 2009 年至 2021 年建築物火災案件統計 [2-8].....	3
表 1-2 2010 年至 2016 年建築物火災死亡人數統計[2-6].....	4
表 1-3 2017 年至 2021 年建築物火災死亡案件數統計[7, 8].....	4
表 1-4 2010 年至 2019 年美國 1 戶或 2 戶住宅火災件數及財產損失統計[10].....	5
表 1-5 國內住宅火災的案例	6
表 1-6 標準型撒水頭和住宅型撒水頭的比較	13
表 2-1 住宅撒水頭與熱源之安全間距	19
表 2-2 NFPA 13D 允許使用非金屬配管材	20
表 2-3 NFPA 13D 供水管的壓力損失(PL _{svc})	22
表 2-4 落差造成的壓力損失(PL _e)	23
表 2-5 4/3 英吋 Type M 銅管的允許管長(U.S. Unit).....	23
表 2-6 20 mm Type M 銅管的允許管長(SI Unit)	24
表 2-7 1 英吋 Type M 銅管的允許管長(U.S. Unit)	25
表 2-8 25mm Type M 銅管的允許管長(SI Unit)	26
表 2-9 3/4 英吋 CPVC 管的允許管長(U.S. Unit)	27
表 2-10 20mm CPVC 管的允許管長(SI Unit)	28
表 2-11 1 英吋 CPVC 管的允許管長(U.S. Unit)	29
表 2-12 25mm CPVC 管的允許管長(SI Unit)	30
表 2-13 3/4 英吋 PEX 管的允許管長(U.S. Unit)	31
表 2-14 20mm PEX 管的允許管長(SI Unit)	32
表 2-15 1 英吋 PEX 管的允許管長(U.S. Unit)	33
表 2-16 25mm PEX 管的允許管長(SI Unit)	34
表 2-17 撒水頭放水特徵值	37
表 2-18 撒水頭溫度額定值、分類和顏色編碼	37
表 2-19 民生固定用水裝置負載值	38
表 2-20 民生固定用水裝置估計總需求值	39
表 2-21 NFPA 13R 提供的水力計算摘要表	40

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

表 3-1 3 層住宅空間明細表	50
表 3-2 3 層獨立水箱式配管摩擦損失計算	52
表 3-3 3 層獨立水箱式水力計算結果	53
表 3-4 3 層獨立水箱式撒水頭壓力及流量	53
表 3-5 3 層獨立水箱式材料明細	54
表 3-6 3 層民生水箱共用式配管摩擦損失計算	58
表 3-7 3 層民生水箱共用式水力計算結果	59
表 3-8 3 層民生水箱共用式撒水頭壓力及流量	59
表 3-9 3 層民生水箱共用式材料明細	60
表 3-10 4 層集合住宅空間明細	61
表 3-11 4 層獨立水箱式配管摩擦損失計算	64
表 3-12 4 層獨立水箱式水力計算結果	65
表 3-13 4 層獨立水箱式撒水頭壓力及流量	65
表 3-14 4 層獨立水箱式材料明細	66
表 3-15 4 層民生水箱共用式配管摩擦損失計算	68
表 3-16 4 層民生水箱共用式水力計算結果	69
表 3-17 4 層民生水箱共用式撒水頭壓力及流量	69
表 3-18 4 層民生水箱共用式材料明細	70
表 3-19 造價預測計算用牌價資料	72
表 3-20 水道連結型自動撒水設備估算公式說明	74
表 3-21 比較 BIM 統計與經驗公式之造價	76
表 3-22 造價估算平台計算結果	84
表 4-1 撒水頭作動時間(sec)	87
表 4-2 研究計畫相關會議時間	92
表 4-3 研究計畫外部專家諮詢委員	93
表 4-4 美國各州要求住宅應設置自動撒水設備之情況(2019 年 7 月)	102
表 4-5 既有住宅性能類別之評估項目及等級基準表	107
表 4-6 住宅自動撒水設備相關標準之比較	109
表 4-7 推動方案建議內容及權責單位	111

表 5-1 新建住宅推動對策	113
表 5-2 既有住宅推動對策	114

圖次

圖 1-1 標準型及住宅型撒水頭放射分佈照片[32].....	12
圖 1-2 住宅型撒水頭牆壁潤濕要求[32].....	12
圖 1-3 住宅自動撒水設備之設置檢討說明	15
圖 1-4 研究流程圖	16
圖 2-1 水道連結型自動撒水設備密閉式撒水頭設置示意圖[45].....	43
圖 2-2 民生水箱共用式示意圖[33].....	46
圖 2-3 獨立水箱式示意圖[33].....	47
圖 3-1 獨立水箱式 3 層住宅模型	50
圖 3-2 獨立水箱式 3 層向下型/側壁型撒水頭示意圖	51
圖 3-3 3 層獨立水箱式系統圖	52
圖 3-4 民生水箱共用式 3 層住宅模型	55
圖 3-5 民生水箱共用式配置示意圖	56
圖 3-6 3 層民生水箱共用式系統圖	57
圖 3-7 4 層獨立水箱式住宅模型	61
圖 3-8 獨立水箱式幫浦加壓示意圖	62
圖 3-9 4 層獨立水箱式水力計算系統圖	63
圖 3-10 4 層民生水箱共用式住宅模型	66
圖 3-11 4 層民生水箱共用式水力計算系統圖.....	67
圖 3-12 設備、管材、管另件、耗材網路售價	71
圖 3-13 設計型式對單位建置成本影響(元/m ²)	77
圖 3-14 設置加壓幫浦對單位建置成本影響(元/m ²)	78
圖 3-15 屋外管對單位建置成本影響(元/m ²)	78
圖 3-16 設計型式對單位建置成本影響(元/顆)	79
圖 3-17 設置加壓幫浦對單位建置成本影響(元/顆)	80
圖 3-18 屋外管對單位建置成本影響(元/顆)	80
圖 3-19 自動撒水設備及單位建置成本影響	81
圖 3-20 造價估算平台申請條件	82

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

圖 3-21 造價估算平台空間概要設定	83
圖 4-1 4 層區分所有權住宅平面配置圖	85
圖 4-2 4 層區分所有權住宅火源及撒水參數設定	86
圖 4-3 4 層區分所有權住宅溫度及能見度偵測點設定	87
圖 4-4 自動撒水設備對燃燒釋熱率之影響	88
圖 4-5 偵測點編號 T-27 (Z=2.2m)位置	89
圖 4-6 自動撒水設備對 T27 (Z=2.2 m)的影響	90
圖 4-7 政府對於建築開發商的配套獎勵措施	91
圖 4-8 住宅自動撒水設備標準適用模式一	104
圖 4-9 住宅自動撒水設備標準適用模式二	105

摘要

關鍵詞：住宅火災、住宅自動撒水設備、水道連結撒水設備

本研究首先探討設置住宅自動撒水設備工程實務上可能遭遇的問題與可行對策，以 3 層單一所有權住宅和 4 層區分所有權集合住宅為例，分別建立水道連結型自動撒水設備獨立水箱式和民生水箱共用式的 BIM 建築資訊模型，藉由 BIM 模型明細表來估算實務裝設所需的成本，再結合工程實務經驗規劃住宅設置自動撒水設備的材料計算公式，反覆將計算結果與 BIM 模型明細表測試比對後，製作住宅自動撒水設備的造價預測工具，以供實務工作者快速計算住宅設置自動撒水設備需要的材料數量和預算。以獨立水箱式且設置加壓幫浦為例，當樓地板面積為 $100\text{ m}^2\sim 200\text{ m}^2$ 時，單位建置成本約為 $2965\text{ 元/m}^2\sim 1483\text{ 元/m}^2$ 。設置民生水箱共用式且設置加壓幫浦時，則單位建置成本約為 $2765\text{ 元/m}^2\sim 1383\text{ 元/m}^2$ ；就撒水頭裝置單價來說 $100\text{ m}^2\sim 200\text{ m}^2$ 的住宅，約需設置 8~15 只水道連結型撒水頭，獨立水箱式且設置加壓幫浦時，單位建置成本約為 17,300 元/只~13,567 元/只。民生水箱共用式且設置加壓幫浦時，單位建置成本則為 14,800 元/只~12,233 元/只。從安全角度，住宅設置自動撒水設備可抑制火勢成長、保護住戶生命及財產安全、防止火災擴大危及鄰房安全；以外，住宅自動撒水設備還能減少火災溫室氣體的排放、降低救災水源的使用量與整體市政運營費用的支出。因此，本研究建議於各類場所消防安全設備設置標準第 12 條第 2 款第 13 目增列「非集合式之住宅」場所，另於同標準第 17 條修訂無論是集合住宅或非集合式住宅都應設置自動撒水設備，惟 5 層以下的住宅選用設置水道連結型自動撒水設備之規定。

經由研究執行結果，為進一步協助推動住宅裝置水道連結撒水設備，建議未來可以加強的措施如下：

建議一

建築物水系統滅火設備水力計算驗證之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署、財團法人消防教育學術研究基金會

住宅設置水道連結型自動撒水設備的目的是於火災初期的時候針對未燃燒之可燃物進行預濕潤，以延長閃燃發生的時間，提高住家民眾避難的成功率。然而，成本為影響民眾裝設意願的主要因素之一，除了設置民生水箱共用式外，在確保可發揮有效放水性能的情況下可透過管路系統管徑的調整，來降低設置成本。其中，水力計算的程序不僅可對於撒水頭放水性能進行驗證，也對管材選用、管路路徑、空間美觀性和設置成本有很大的影響。台灣目前尚未有標準之驗證程序，消防工程實務大多採取「管徑/數量配比表」概估管徑，且計算時假設每段配管的放水壓力及流量相同，在這樣的情況下往往低估配管摩擦損失，在選用幫浦時考慮較大的餘裕值。若有精確的摩擦損失分析，則必須將所有管段的配管摩擦損失都進行計算，如此一來需花費龐大的人力及時間成本。因此，未來有必要建立水力計算之驗證程序。

建議二

加強消防專技人員於住宅設置水道連結型自動撒水設備之訓練課程：中長期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署、財團法人消防教育學術研究基金會

建議加強消防專技人員對於住宅設置水道連結型自動撒水設備之訓練課程，以增加消防專技人員設置之專業，例如：NFPA 13D、NFPA 13R 和日本相關設計、施工規範及維護檢修要領。

Abstract

This study first discusses the problems and possible countermeasures that may be encountered in the practice of setting up automatic sprinkler equipment for residential buildings. Taking the 3-story single-ownership residence and the 4-story residential complex with different ownership as examples, the waterway-connected automatic sprinkler equipment independent water tank type and people's livelihood are respectively established. The shared BIM building information model of the water tank. Use the BIM model schedule to estimate the cost required for practical installation, and then plan the material calculation formula for installing automatic sprinkler equipment in the house based on engineering practice experience. After repeatedly comparing the calculation results with the BIM model schedule test, the automatic sprinkler for the house is made. The equipment cost forecasting tool is used for practical workers to quickly calculate the quantity and budget of materials needed for automatic sprinkler equipment in residential buildings. Taking an independent water tank with a pressurized pump as an example, when the floor area of the building is 100 m² to 200 m², the unit construction cost is about NT\$ 2965/m² to NT\$ 1483/m². When the public water tanks are shared and pressurized pumps are installed, the unit construction cost is about NT\$ 2,765 /m² to NT\$ 1,383 /m²; as far as the unit price of the sprinkler device is 100 m² to 200 m², it needs to install about 8~ 15 waterway-connected sprinklers, independent water tanks and pressurized pumps are installed, the unit construction cost is about NT\$ 17,300 to NT\$ 13,567 . When Minsheng water tanks are shared and pressurized pumps are installed, the unit construction cost is NT\$ 14,800 to NT\$ 12,233. From a safety point of view, the installation of automatic sprinkler equipment in residential buildings can inhibit the growth of fire, protect the lives and property safety of residents, and prevent the expansion of fire from endangering the safety of neighboring houses; in

addition, automatic sprinkler equipment in residential buildings can also reduce the emission of greenhouse gases in fires and reduce the use of disaster relief water sources and overall municipal operating expenses. Therefore, this study proposes to add "non-aggregate residences" to Article 12, Paragraph 2, Item 13 of the fire safety equipment installation standards for various places, and to amend Article 17 of the same standard whether it is a collective residence or a non-aggregate All residences shall be equipped with automatic sprinkler equipment, but residential buildings with less than 5 floors shall be equipped with waterway-connected automatic sprinkler equipment.

第一章 緒論

第一節 研究背景

一、住宅火災的危害

2017 年 6 月 14 日倫敦 24 層的格倫費爾大廈(Grenfell Tower)四樓某住戶家中的冰箱故障而起火，火勢迅速蔓延到大樓的所有樓層，大火持續約 60 小時，超過 250 名消防員和 70 輛消防車參與救災。火災時，居民被指示待在他們的住所「就地避難」(shelter in place)，然而這棟建築沒有自動撒水設備，最終蔓延的火煙造成 72 人死亡，70 人受傷。根據內政部消防署 2009 年至 2021 年全國住宅火災統計分析報告，表 1-1 中將建築物類型區分為獨立住宅、集合住宅、辦公建築、商業建築、複合建築、倉庫、工廠、其他等 8 個類型。在火災案件數量的計算方式，2016 年之前和 2017 年之後的計算是有所不同的。依據「火災調查鑑定作業要領」第二條之規定，火災可分成 A1 類、A2 類及 A3 類等 3 類，A1 類是指有造成人員死亡之火災案件；A2 則是有造成人員受傷、涉及糾紛、縱火案件或起火原因待查之火災案；非屬上述 A1 類、A2 類之火災案件則歸屬於 A3 類[1]。2016 年之前的火災統計分析報告係統計 A1、A2 類的火災件數，106 年之後則是 A1、A2、A3 類的全部計算。儘管 2016 年之前和 2017 年後的火災件數計算方式略有不同，然而皆可看出住宅火災的案件數量佔建築物整體火災數量很大的比例。13 年的統計期間中，共發生 43,257 件火災，其中 31,433 件為住宅火災，佔全數火災案件的 72.7%，平均每年發生 2,418 件住宅火災。

表 1-1 2009 年至 2021 年建築物火災案件統計 [2-8]

年度	獨立住宅	集合住宅	辦公建築	商業建築	複合建築	倉庫	工廠	其他	合計
98	689	330	32	103	35	94	224	127	1,634
99	592	268	36	73	29	123	211	126	1,458
100	517	229	26	80	25	94	194	83	1,248
101	541	184	26	83	19	80	170	96	1,199
102	476	193	19	63	20	78	175	85	1,109
103	490	162	21	44	26	79	163	80	1,065
104	530	228	24	83	25	81	186	85	1,242
105	614	328	19	73	23	81	180	106	1,424
106	3,365	3,651	122	336	102	294	719	505	9,094
107	3,057	3,614	119	265	118	341	690	561	8,765
108	2,900	3,266	120	250	94	357	569	447	8,003
109	2,583	2,626	118	242	65	338	565	479	7,016
110	2,125	2,211	101	221	78	357	525	376	5,994
合計件數	16,354	15,079	682	1,695	581	2,040	4,046	2,780	43,257
建築類型 占火災總 件數比例	37.8%	34.9%	1.6%	3.9%	1.3%	4.7%	9.4%	6.4%	100.0%

Hylton(2015)研究指出，美國在 2000 年至 2014 年間共有 42,370 人死於住宅火災，平均每年有 2,825 人喪生於住宅火災。彙整台灣住宅火災統計分析報告中關於火災死亡的資料後，區分為 2010 年至 2016 年火災死亡人數統計的表 1-2 和 2017 年至 2021 年火災死亡案件數統計的表 1-3。在 2010 年至 2016 年的 7 年期間的火災，共奪走 715 條人命，其中有 556 人喪命在住宅火災當中，佔全數建築物火災死亡人數的 77.7%。這個比例與 FM Global 對美國 2010 年到 2019 年間住宅火災的調查報告顯示死亡案件占全數火災的 75%是很接近的[2-8]。此外，2010 年至 2016 年期間，台灣住宅火災平均每年奪走近 79.4 條人命。表 1-2 顯示 2017 年至 2021 年 5 年間共有 558 件火災死亡案件。由於 2021 年住宅火災統計分析報告已合併 5 層以下集合住宅和 6 層以上集合住宅的件數，因此表 1-3 中 2021 年僅呈現合併後集合住宅的案件數。資料顯示，2017 年至 2021 年的住宅火災死亡案件佔全數建築物的 73.5%，平均每年有 82.0 件住宅火災造成人員死亡。綜合上述統計，可歸納為以下：

1. 2009 年至 2021 年期間的住宅火災發生案件，平均 2,418 件/年。
2. 2010 年至 2016 年期間的住宅火災死亡人數，平均為 79.4 人/年。
3. 2017 年至 2021 年期間的住宅火災死亡案件，平均為 82.0 件/年。

火災除了造成人員傷亡以外，也會產生財產損失並對環境造成一定的影響。

例如，根據美國國家防火協會(National Fire Protection Association, NFPA)自 2010 年至 2019 年 1 戶或 2 戶家庭(one- and two-family dwellings)發生的 2,697,500 件火災統計(如表 1-4)，直接財產總損失達 600 億美元，平均每件 1 戶或 2 戶家庭火災的損失為 22,238 美元，約將近新台幣 70 萬元。住宅火災也不乏高額的財產損失例，例如 Kristin Bowen (2020)某火災理賠報告敘述[9]，該火災案例起因於房客因在二樓木製地板上吸煙，處理煙蒂不慎而起火。該公寓未設置自動撒水設備，火勢迅速蔓延至整個二樓和閣樓。儘管消防隊迅速抵達，該建築物仍嚴重破壞而無法居住，保險理賠金額約 400 萬美元。由此可知，無論從人命傷亡還是財產損失觀點，甚至是居家安全和社會安定的角度，住宅火災都是非常重要的課題。

表 1-2 2010 年至 2016 年建築物火災死亡人數統計[2-6]

年度	獨立住宅	集合住宅	辦公建築	商業建築	複合建築	倉庫	工廠	其他	合計
99	44	15	0	4	0	2	11	2	78
100	43	15	0	12	0	2	6	4	82
101	66	22	0	7	0	2	7	20	124
102	48	21	2	3	0	2	1	2	79
103	62	22	0	2	7	1	5	10	109
104	54	17	0	7	2	4	2	11	97
105	98	29	1	1	14	2	1	0	146
合計人數	415	141	3	36	23	15	33	49	715
建築類型占火災總件數比例	58.0%	19.7%	0.4%	5.0%	3.2%	2.1%	4.6%	6.9%	100%

表 1-3 2017 年至 2021 年建築物火災死亡案件數統計[7, 8]

年度	獨立住宅	集合住宅		辦公建築	商業建築	複合建築	倉庫	工廠	其他	合計
		5 層以下	6 層以上							
106	65	18	12	0	3	3	0	6	5	112
107	59	17	8	0	0	0	1	4	5	94
108	55	10	8	0	2	1	2	3	7	88
109	54	21	8	0	1	2	3	5	2	96
110	51	24		2	1	1	3	2	84	110
合計件數	284	126		2	7	7	9	20	103	558
建築類型占火災總件數比例	50.9%	22.6%		0.4%	1.3%	1.3%	1.6%	3.6%	18.5%	100%

表 1-4 2010 年至 2019 年美國 1 戶或 2 戶住宅火災件數及財產損失統計[10]

年度	火災件數	直接財產損失(US\$)	平均損失(US\$/件)
2010	279,000	5,895,000,000	21,129
2011	274,500	5,746,000,000	20,933
2012	268,000	5,818,000,000	21,709
2013	271,500	5,626,000,000	20,722
2014	273,500	5,844,000,000	21,367
2015	270,500	5,799,000,000	21,438
2016	257,000	6,142,000,000	23,899
2017	262,500	6,141,000,000	23,394
2018	276,500	6,493,000,000	23,483
2019	264,500	6,428,000,000	24,302
合計	2,697,500	59,932,000,000	-
平均	-	-	22,238

二、住宅的火災風險

表 1-5 彙整宜蘭縣、新北市、桃園市、苗栗縣、台中市、台南市、高雄市政府消防局網站的火災宣導案例中有關住宅火災的資料。因近 5 年火災死亡的案例中，大多數皆為 5 層以下的住宅類型，上述 7 個縣市消防局的住宅火災宣導案例皆聚焦地上 5 層以下的住宅型態。起火位置包括：臥室、客廳、廚房、餐廳、儲物間、樓梯口、前庭等處，其中臥室、客廳為宣導案例中最常見的起火點。起火點被點燃物品有：家俱、木櫃、衣櫃、電氣設備、瓦斯爐、書籍、雜物、垃圾桶、資源回收物、插座、小夜燈、木板隔間、易燃液體...等。根據 Lai 等人(2010)[11]研究顯示，火源位置對火勢是否蔓延影響很大，當空間火載量(Fire Load)彼此靠近時，火勢便較容易造成延燒，否則可能因燒盡而自行熄滅。Babrauskas (1982)[12]則認為，在起火後，其周圍物品是否會被點燃取決於接收到的輻射熱通量暴露的物品以及它們被點燃的難易程度。C.L. Chow (2010)[13]研究中指出，居家可燃物多半是多聚氨基酯 (PU)泡棉沙發、靠墊，木質、塑料(Plastics)或合成材料(synthetics)製的桌椅、櫥櫃或衣櫥、紙張、衣服、地墊、地毯、天花板、膠合板和壁紙等。這些物質不僅燃燒速度快且易產生有毒煙霧，而輕質建築材料、地板和開放式廚房等空間設計也容易加速火勢的蔓延。在各縣市消防局的相關宣導案例中，多有提及裝修材料對於火災發展會產生影響。

例如，新北市政府消防局的宣導案例提及 2017 年 11 月新北市中和區一棟 4 層樓出租套房遭人縱火，造成 9 人死亡 2 人受傷，該建築物房間內部以輕鋼架矽酸鈣板隔成許多小房間並黏貼壁紙進行美化，並裝置木作天花板及木門，為容易加速火勢蔓延之材料。另外，2020 年 5 月，高雄市三民區一棟 5 層樓住宅發生火災，造成了 5 人死亡，經調查該住宅內部均為木造隔間及木櫃等裝修材料，火災發生時極容易產生大量熱煙並延燒。上述三個住宅火災之案例，皆使用火勢容易快速蔓延之裝修材料，且未裝置住宅用火災警報器(以下簡稱住警器)，住戶無法於火災初期及早發現逃生並造成傷亡。

表 1-5 國內住宅火災的案例

年份	建築規模	縣市	火災概況
2005	地上 3 層	宜蘭縣	起火位置為臥室，起火源為小夜燈，造成 1 死 [14]
2013	地上 2 層	台中市	起火位置為廚房，起火源為瓦斯爐，造成 1 死[15]
2013	三合院	台南市	起火位置為臥室，起火源為垃圾桶，造成 1 死[16]
2014	地上 2 層	苗栗縣	起火位置為臥室，起火源為衣櫃，造成 1 死[17]
2016	地上 4 層	桃園市	起火位置為客廳，起火源為冷氣機，造成 1 死[18]
2016	地上 2 層	桃園市	起火位置為餐廳，起火源為易燃液體，造成 6 死 5 傷[18]
2016	地上 2 層	桃園市	起火位置為臥室，起火源為電氣設備，造成 1 死[18]
2016	地上 2 層	桃園市	起火位置為臥室，起火源為電暖器，造成 1 死[18]
2017	地上 4 層	新北市	起火位置為臥室，起火源為木板隔間，造成 9 死 2 傷[19]
2019	地上 5 層	台南市	起火位置為廚房，起火源為瓦斯爐，無人傷亡[16]
2019	地上 1 層	台中市	起火位置為前庭，起火源為資源回收物，無人傷亡[15]
2019	地上 4 層	高雄市	起火位置為客廳，起火源為雜物，造成 1 死 1 傷[20]
2020	地上 2 層	台中市	起火位置為客廳，起火源為沙發，無人傷亡[15]
2020	地上 3 層	台南市	起火位置為儲物間，起火源為書籍及雜物，無人傷亡[16]
2020	地上 5 層	高雄市	起火位置為樓梯口，起火源為插座，造成 5 死[21]
2022	地上 2 層	台南市	起火位置為客廳，起火源為椅子，無人傷亡[16]

資料來源：本研究整理

誠如前述，如何預防住宅火災的發生以及降低住宅發生火災的危害，已成

為世界各國政府高度關注的政策。預防火災方面，內政部消防署和各縣市消防局透過網站、文宣教育民眾重視居家防火管理，民間防火宣導隊、消防志工組織經常前往社區辦理防火宣導講習等活動，對於民眾建立居家防火的觀念功不可沒。在降低住宅火災危害方面，則須仰賴火災偵測、火災控制與及時避難。現行消防法第 6 條第 5 項即規定，不屬於各類場所消防安全設備設置標準(以下簡稱設置標準)應設置火警自動警報設備之住宅場所之管理權人，應設置住警器並維護之，目的就是希望一旦住宅發生火災，可以藉由住警器偵測火災、發出警報、及時避難逃生。儘管政府在防火宣導和推動裝設住警器上做出重大努力，例如，臺北市政府為進一步提升住宅火災安全，火災預防自治條例第 10 條之 1 即規定供居住使用之建築物應設置住警器。在政府及民間的努力推動之下，儘管住警器的設置已經日漸普及，也有一定程度的實施功效。不過，根據美國和日本的經驗，住警器要長期發揮功效，仍得考慮維護保養、電池更換和非火災誤報的對策才行。而且，住警器只能偵測火災並發出警報，提醒住戶立即避難逃生，卻不能阻止閃燃的發生。因此，儘管防火管理、防火宣導及安裝住警器有助於住宅火災的預防、偵測、通報、應變和逃生，然而一旦住宅不幸發生火災，如何控制火勢以延長可供逃生時間、提高人員存活率、降低財產損失還需要有更進一步的對策。

三、自動撒水設備對住宅火災的影響

美國國家火災預防和控制委員會(National Commission on Fire Prevention and Control) 1973 年提出「美國正在燃燒」(America Burning)報告。旨在評估美國的火災損失並提出減少損失並提高民眾和消防員安全的建議[22]。由於該報告，國會 1974 年通過聯邦火災預防和控制法案(Federal Fire Prevention and Control)，成立美國消防局(United States Fire Administration, USFA)、美國國家消防學院(National Fire Academy, NFA)、國家火災事故報告系統(National Fire Incident Reporting System, NFIRS)和美國國家標準局(National Institute of Standards and Technology, NIST)的火災研究中心。該報告不僅提出消防員的高死亡率應得到解決及參與建築設計的消防工程師制度，另強調自動撒水設備與降低火災死亡率的關係。同年 5 月，NFPA 的自動撒水設備委員會成立小組委員會制定 NFPA 13D Standard on the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Mobile Homes 的初稿，後於 1975 年 5 月 12 日至 16 日在伊利諾伊

州芝加哥舉行的 NFPA 年會上提交並通過。1973 年可說是美國住宅自動撒水設備的元年。為因應不同住宅型態，NFPA 於 1989 頒布 NFPA 13R Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height 的新標準，適用為 4 層以下住宅的自動撒水設備，要求強度約為 NFPA 13 和 NFPA 13D 的中間。NFPA 13D 頒布後不久，美國消防局(USFA)重點研發住宅用撒水頭，特別是快速反應型撒水頭(Quick Response Sprinkler, QRS)，其受熱開啟的時間約只有標準型撒水頭的 20%。日本則將 1990 年定為「住宅防火元年」開始大力推動住宅防火工作。關澤愛 (1991)認為，美國在住宅型撒水設備的經驗領先日本，有 NFPA 13D 和 NFPA 13R 的安裝標準，某些州和城市已開始要求或鼓勵安裝。例如，南加州的聖克萊門特(San Clement)於 1978 年通過美國第一個要求在新建住宅安裝自動撒水設備的法令[23]。

由於現代住宅裝潢及家俱材料多使用合成材料取代棉花和纖維素等天然纖維，對居住者的威脅越來越大。合成床墊、沙發墊和類似材料的燃燒速度和溫度更是其兩倍[31]。火災發生後，有機材料很容易被加熱分解並釋放出可燃性氣體，大部分可燃物被加熱到自燃溫度並散發出易燃氣體時，僅僅 3 至 5 分鐘便可能發生閃燃現象(Flash over)。普通可燃物的閃燃通常發生在 500-590°C，地面熱通量約為 20 kW/m²。美國 FM Global 調查報告即指出，居家的易燃合成材料家俱或裝潢，在起火後 2 分 45 秒就已達到致命的閃燃階段，比起 1960 年代的住宅裝修，閃燃時間快了 8 倍，要在安全無虞的情況下逃生變得很困難[24]。即使有裝置住警器的住宅，仍可能因環境特性、型式選擇、裝置位置、機能故障、元件老化或其他因素而造成誤報。久而久之，住戶有可能因此而對住警器警報的警覺性鈍化，一旦發生火災，若未於第一時間進行避難即可能因此而延誤逃生時機。2022 年 1 月 9 日，紐約一棟共 19 層的住宅發生火災，至少有 17 人死亡，其中還包括 8 名兒童。紐約消防局長指出，幾乎每層都發現受害者。一名生還者表示，由於經常出現火災誤報，居民對警報聲響已經麻木了。因此，除了安裝住警器，提升建築物主動防火也是提升住宅火災安全重要的課題。

美國住宅撒水設備聯盟 (Home Fire Sprinkler Coalition, HFSC)認為，同時安裝住警器和住宅撒水設備(Residential Sprinkler Systems, RSS)可將家庭火災中的死亡風險降低 82%，住警器、住宅撒水設備及火災逃生計劃的演練是提升住宅火災安全的三項重要課題[25]。由於撒水頭可在 90 秒的時間內控制火勢或滅火，

爭取更多避難時間以提高逃生成功率。美國國家防火協會(National Fire Protection Association, NFPA)指出裝置自動撒水設備(Home Sprinklers)之住宅較未裝置者的火災死亡率低 81%；且 97%可將火煙侷限於起火位置。美國 NIST 在 2002 年至 2005 年調查報告顯示，與僅安裝住警器的住宅相比，同時安裝住警器和自動撒水設備的住宅死亡人數減少了 100%，受傷人數減少 57%，火災造成的直接財產損失和間接成本減少 32%[23]。2012 年，澳大利亞 Bankstown 一場公寓火災導致一名婦女死亡，另一名婦女嚴重受傷。這次災例後，澳大利亞消防和緊急服務管理局委員會(Australasian Fire and Emergency Service Authorities Council, AFAC)、新南威爾士州消防和救援局(Fire and Rescue NSW, FRNSW)、澳大利亞消防協會(Fire Protection Association Australia, FPA Australia)和澳大利亞聯邦科學與工業研究組織(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO)進行六年的研究合作專案，該研究將 Bankstown 災例的公寓進行全尺寸火災實驗。相較之下，有設置自動撒水設備的燃燒實驗皆未發生閃燃現象。自動撒水設備已被證明是在發生火災時防止火勢擴大的最有效方法之一。相較於未設置自動撒水設備的住宅，裝置自動撒水設備可減少火災傷亡的比例(Weatherby 2009; Ford 1997; Hall 2013)。各國政府皆致力於確保住宅民眾擁有基本的消防安全，裝自動撒水設備有助於拯救寶貴生命。馬里蘭州喬治王子縣(Prince George County)1992 年規定二個以上住宅單元應設置住宅撒水設備。根據 Steve Weather(2009)研究，喬治王子縣 1992 年至 2007 年間共核發 45,000 張單戶住宅或聯排別墅的使用執照(3,019 完工建案/年)。在 15 年的調查期間，共發生 13,494 起的單戶住宅或聯排別墅火災(900 起/年)，總損失高達 US \$40 億元(NT\$ 1,200 億元/年)。其中，未設置住宅撒水設備的單戶住宅或聯排別墅火災造成 101 起火災死亡，設置住宅撒水設備的 245 起火災無造成人員死亡，446 位民眾安全逃生、6 位民眾受傷。值得一提的是，245 起火災中有 80 起住宅撒水設備作動時間在晚上 22:00 到凌晨 05:59，這是火災死亡的常見時段[26]。財務損失方面，未設置住宅撒水設備平均一場火災損失約 NT\$ 300,000 元，一旦有死亡事故，平均一場火災損失約 NT\$ 1,500,000 元。設置住宅撒水設備平均一場火災損失約 NT\$ 145,000 元，至少減少 50%的財物損失。根據 NFPA 2017 年一份的報告，全國每 1,000 起火災報告中，配備自動撒水設備房屋的死亡率比沒有自動撒

水設備的房屋低87%[27]。自動撒水設備用於保護工業廠房和商業空間已超過一個世紀，住宅撒水設備也有數十年的歷史(Coleman, 1985)。

第二節 動機與目的

一、住宅自動撒水設備

2009 年，國際住宅規範(International Residential Code, IRC)第 R313 節規定，自 2011 年 1 月 1 日起，新建 1 戶和 2 戶住宅和聯排別墅必須設置自動撒水設備。聯排別墅應遵照 IRC P2904 標準，一戶和二戶住宅則應符合 IRC P2904 或 NFPA 13D 的要求[28]。儘管確立了住宅應設置自動撒水設備的方向，然而美國各州政府和議會基於許多因素，正式實施的日期和方式因不同地區而異。當火災發生時，如果房間裡的火將氧氣含量降低到 19.5% 以下，或者一氧化碳濃度增加，人們就會迷失方向並可能昏倒。如果溫度太高，將造成呼吸困難。自動撒水設備確實可以有效撲滅或控制住宅火災、延後閃燃發生的時間，為避難逃生者爭取更長的疏散時間以提升住戶的火災生存率。而美國國家規範委員會(International Code Council, ICC))指出住宅型撒水頭設置目的在於阻止火勢蔓延，並在房間內維持至少 10 分鐘的穩定條件。儘管如此，台灣現行法令並未規定所有住宅皆須設置自動撒水設備。許多依法未達應設置自動撒水設備的住宅來說，僅能仰賴民眾自行裝置自動撒水設備，其中又以低樓層的老舊住宅居多，其中可能居住長者或是行動不便的避難弱者。一旦發生火災，即可能危及住戶的生命安全。

以紐約市住房管理局(New York City Housing Authority)為例，在 316 個開發專案中有 296 個達到 30 年以上的歷史。公共住宅管理單位經常在預算有限的情況下工作，沒有資源來更新和改善消防安全。2019 年感恩節前一天，明尼阿波利斯 Cedar-Riverside 社區一座建造於 1960 年代且未設置自動撒水設備的 25 層公共住宅發生火災，造成 5 人死亡，4 人受傷，許多居民無家可歸。此災例後，美國眾議員 Rutherford(2021)指出，近年火災奪走未安裝自動撒水設備那些公共住宅的住戶生命，其中許多死亡是可以避免的。美國眾議院(United States House of Representatives)於 2021 年 4 月發布新聞，Bonnie Watson Coleman 和 John Rutherford 兩黨眾議員聯合提案，既有公共住宅應加裝自動撒水設備以改善住宅

消防安全。公共住房消防安全法(The Public Housing Fire Safety Act)將授權住房和城市發展部(Department of Housing and Urban Development)設立計劃補助公共住宅管理單位加裝自動撒水設備並向國會提交改善公共住宅消防安全的報告[29]。美國低收入住房聯盟(National Low Income Housing Coalition)Diane Yentel 主席認為，公共住宅安全法有助於保護公共住宅居民免受火災和煙霧吸入的危險。設置自動撒水設備的住宅火災死亡率較沒有設置設備的住宅低 81%，在消防員受傷人數也減少約 79%[30]。

在過去多起住宅火災造成傷亡的案例後，2019 年起，美國國家建築規範(National Construction Code, NCC)規定 3 層以上的公寓和寄宿舍即應設置自動撒水設備，這是繼住警器之後對住家消防安全政策的重大轉變。當火災發生時，只有距離火源較近的住宅撒水設備會啟動，撒水頭能夠在火勢很小的時候控制火勢，拯救寶貴的家園和生命，其放水量遠低於消防隊用來撲滅火災所使用的水量，減少因搶救造成的財產的損失。2020 年 9 月 17 日蘇格蘭政府頒布建築修正條例(Building Amendment Regulations)，自 2021 年 3 月 1 日起，除了單戶住宅外，所有新建的公寓、寄宿舍、集合住宅、社會住宅都必須設置自動撒水設備。然而，無論採取法規修正方式強制住宅應設置自動撒水設備還是鼓勵民眾自行裝置自動撒水設備，系統的建置費用都是主要的影響因素。為了降低住宅設置自動撒水設備的成本，世界各國已有許多相關的研究。具體方式之一，就是允許自動撒水設備得與民生給水系統共用供水源及管路系統。換句話說，就是在有別於商用撒水頭之下另外開發適用於住宅使用的撒水頭和設計方法。例如，美國 NFPA 13D 和 NFPA 13R 標準提出低樓層住宅自動撒水設備得與民生給水系統共用供水源及管路系統的相關規定。ICC 指出，住宅撒水頭可能看起來與商用撒水頭相同，但事實並非如此。它們的運行速度比商用撒水頭快得多，將快速反應與獨特的噴撒模式相結合，可在小火時控制住宅火災，因此與商用撒水頭相比，所需的水量少許多[31]。此外，住宅型撒水頭和標準型撒水頭的放射分佈模式是不同的。圖 1-1 可看出標準型撒水頭和住宅型撒水頭之間的不同放水分佈模式[32]。由於住宅中的可燃物通常位於牆壁附近，因此住宅型撒水頭的放水分佈必須具有潤濕牆壁的要求。如圖 1-2，至少距離天花板 71 cm(28 inch)以下的牆面都必須被潤濕[32]。

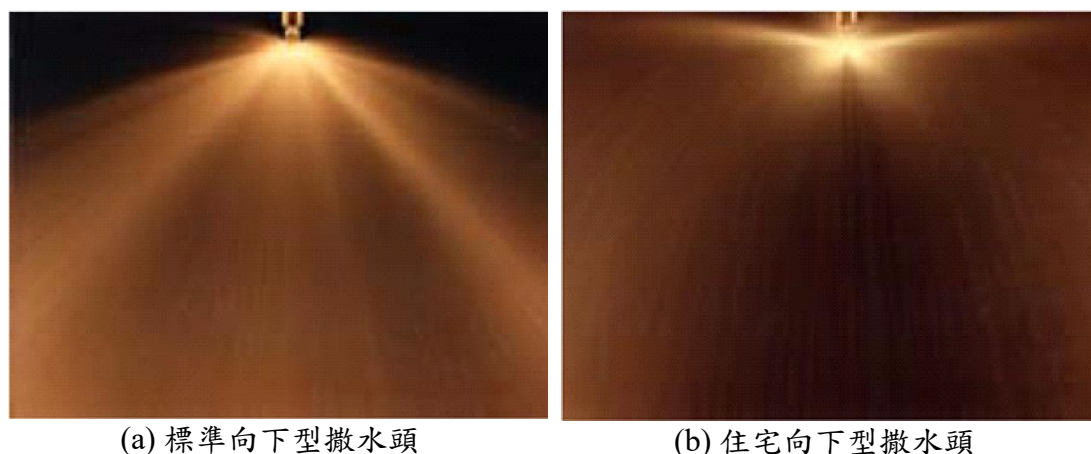


圖 1-1 標準型及住宅型撒水頭放射分佈照片[32]

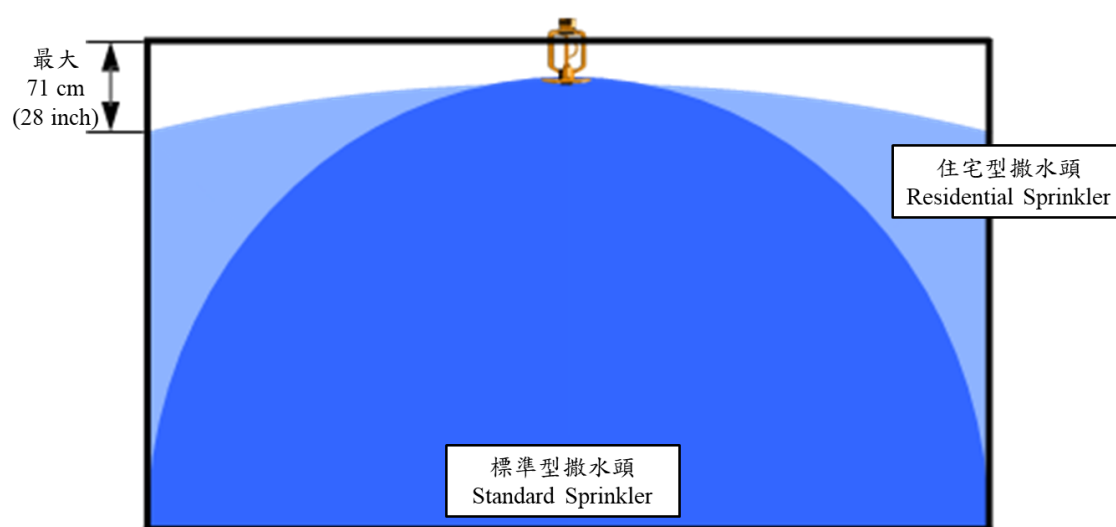


圖 1-2 住宅型撒水頭牆壁潤濕要求[32]

整體而言，標準型撒水頭和住宅型撒水頭的比較如表 1-6，標準型撒水頭的主要目標是財產保護，因此標準型撒水頭的涵蓋範圍應包含整個建築物，而住宅型撒水頭的主要目標是保護生命安全。僅需設置於居住區域即可。而有關撒水設備的反應時間，住宅型撒水頭使用的是快速反應型撒水頭，原因是希望在火災較小時就進行撒水，以達到環境中氧氣、一氧化碳濃度、天花板溫度及呼吸水平的溫度能夠維持在一定的範圍內，延長火災達到閃燃的時間，提供人員更充裕且安全的避難時間。

表 1-6 標準型撒水頭和住宅型撒水頭的比較

變量	標準型撒水頭	住宅型撒水頭
主要目標	生命安全及財產保護	生命安全
供水時間	30 - 120 分鐘	7 - 10 分鐘
設計區域	最小 139.4 – 278.7m ²	2 個撒水頭
覆蓋範圍	整個建築物	僅限居住區
反應作動時間	2- 4 分鐘	30 - 60 秒
生命可維持性	無	氧氣和一氧化碳濃度 天花板溫度 呼吸水準的溫度
自動撒水送水口	是	否
水流警報裝置	是	否，如果配備符合 NFPA 72 的偵煙式探測器
撒水頭 RTI 值	50 以下 (快速反應型) 或 80 以上 (標準反應型)	50 以下 (快速反應型)
檢查、測試和維護	常規，根據 NFPA 25	沒有定期測試 業主檢查、維護

台灣和日本用於特定場所的「水道連結型自動撒水設備」也是屬於自動撒水設備和民生給水系統得共用供水源及管路的系統。「水道」一詞就是自來水系統，台語稱自來水為「水道水」便是借自日語。日本於 2007 年頒布「特定施設水道連結型スプリンクラー設備」(特定施設水道連結型自動撒水設備)的技術標準；台灣則是於 2018 年頒布「水道連結型自動撒水設備設置基準」[33]。儘管日本與韓國在「一般住宅用簡易自動撒水設備開發之研究」(一般住宅用簡易スプリンクラー消火装置の開発に関する研究)中，在真實住宅中進行實際滅火實驗，結果顯示水道連結型撒水頭在放水壓力 1 kgf/cm² 以上、放水量 50 L/min 以上時，對於初期滅火和火勢控制都有顯著的功效[34]。台灣與日本目前僅規範特定場所應設置水道連結型自動撒水設備，住宅尚未在適用的場所對象中。然而，台灣在前述基準適用範圍規定「各直轄市、縣(市)政府依原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法第 2 條及第 25 條規定，檢討前款所列場所設置自動撒水設備時，採用水道連結型自動撒水設備得視為同等滅火效能之滅火設備；另住宅場所亦得自主設置水道連結型自動撒水設備，以提升其主動滅火能力」。

二、範圍與目的

消防法[35]第 6 條規定，各類場所之管理權人對其實際支配管理之場所，應設置並維護其消防安全設備；場所之分類及消防安全設備設置之標準，由中央主管機關定之。內政部頒布的設置標準第 12 條將集合住宅歸類為乙類第 7 目，1 戶或 2 戶的住宅則未列入設置標準第 12 條當中。換句話說，依據現行法規，1 戶或 2 戶的住宅並未要求應設置消防安全設備。當集合住宅達到設置標準第 17 條要求規定時，則應設置自動撒水設備。集合住宅的定義，根據建築技術規則建築設計施工編[36]為「具有共同基地及共同空間或設備。並有三個住宅單位以上之建築物」。設置標準第 17 條中，有關集合住宅之規定為第 2 款及第 8 款條文。第 2 款規定，建築物在 11 層以上之樓層，樓地板面積在 100 m²以上者應設置自動撒水設備。另第 8 款則要求高層建築物應整棟設置自動撒水設備。建築技術規則建築設計施工編第 227 條定義高層建築物係指高度在 50 公尺或樓層在 16 層以上之建築物。

圖 1-3 為住宅自動撒水設備的應設檢討說明，圖 1-3 (A)為高度在 50 公尺或樓層在 16 層以上之高層住宅建築物，依照設置標準第 17 條第 8 款規定全棟應設置自動撒水設備(藍底)。換句話說，只要建築物達到高層建築物之規模，即應全棟設置自動撒水設備。圖 1-3 (B)為 11 層以上 15 層以下之住宅，其 11 層以上樓地板面積在 100 m²以上之樓層應設置自動撒水設備(藍底)，然 10 層以下樓層則不需設置自動撒水設備(黃底)。在這樣的建築條件下，10 層以下住宅區域是不需要設置自動撒水設備的。圖 1-3 (C)11 層以上 15 層以下的住宅，因 11 層以上各樓層的樓地板面積皆未達 100 m²以上，故全棟皆不需設置自動撒水設備(黃底)。圖 1-3 (D)10 層以下之住宅，由於皆未符合設置標準第 17 條之各款要求，全棟皆不需設置自動撒水設備(黃底)。儘管圖 1-3 黃底色塊的場所未達法規應設置自動撒水設備之要求，然前述章節關於住宅火災案例、風險及分析，顯示無論何種規模與類型之住宅皆有設置自動撒水設備之必要性。

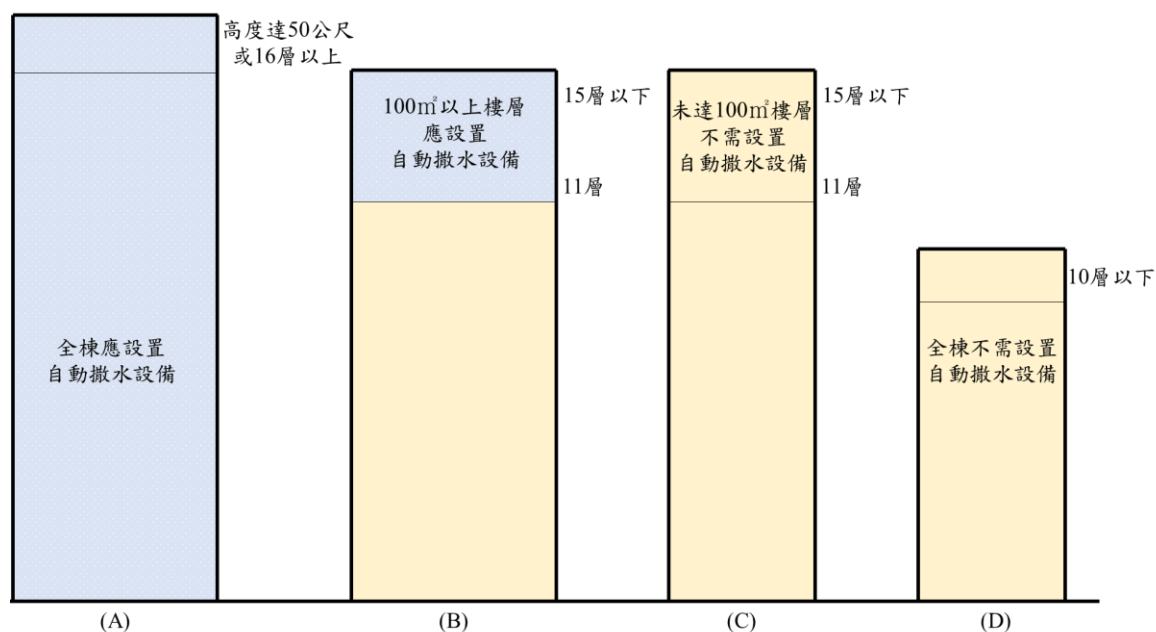


圖 1-3 住宅自動撒水設備之設置檢討說明

住宅法[37]將住宅定義為「供居住使用，並具備門牌之合法建築物」。此外，公寓大廈管理條例[38]第三條將公寓大廈定義為「構造上或使用上或在建築執照設計圖樣標有明確界線，得區分為數部分之建築物及其基地」。住戶為「公寓大廈之區分所有權人、承租人或其他經區分所有權人同意而為專有部分之使用者或業經取得停車空間建築物所有權者」。本研究參照住宅法關於「住宅」的定義；所有權的歸屬則依公寓大廈管理條例之規定將住宅分為「單一所有權人」和「區分所有權人」；研究對象聚焦於未達設置標準第 17 條依法未達應設置自動撒水設備之住宅。目標係提出住宅設置自動撒水設備的技術規範、法規修訂建議、獎勵或鼓勵措施以提高住宅設置自動撒水設備的普及率，具體之產出可歸納為：

1. 提出住宅自動撒水設備之系統技術規範。
2. 建議住宅自動撒水設備之法規修訂條文。
3. 提供推動住宅裝置自動撒水設備之建議。

在確立研究動機與目的後，將彙整美國 NFPA 13D 住宅自動撒水設備、NFPA 13R 住宅自動撒水設備以及水道連結型自動撒水設備之相關標準，比較各標準關於水源、撒水頭、配管、性能要求之差異，分析不同住宅型態適用的自

動撒水設備標準。此外，根據美國及日本推動住宅自動撒水設備的經驗，設置成本是影響地方政府或民眾接受修法要求住宅自動撒水設備意願的重要因素[39]。因此，本研究選擇 2017 年至 2021 年火災死亡案件數最多的 5 層以下住宅並綜合考量國際標準的適用性，儘管國內外住宅有分為分戶區劃、非防火構造無分戶區劃、避難弱者場所、單/雙戶組合戶...等不同建築物型態，然而本研究旨於探討住宅設置水道連結型自動撒水設備之對策，因此僅針對住宅設置水道連結型撒水設備之進行實務設計案例的探討及成本分析。並分別建立單一所有權和區分所有權之建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)的裝設案例，藉由 BIM 模型明細表來估算實務裝設所需的成本。另外，就工程實務經驗規劃住宅設置自動撒水設備的材料計算公式，反覆將計算結果與 BIM 模型明細表測試比對後，製作住宅自動撒水設備的造價預測工具。此工具有助於快速計算住宅設置自動撒水設備需要的材料數量和預算。最後，本研究將提出住宅設置自動撒水設備之規範建議、法規修訂建議條文，與參酌國外經驗後所提出的設置獎勵參考措施，希望住宅設置自動撒水設備之推動工作可獲得相關單位及人員的最大支持。以上研究流程說明，歸納如圖 1-4 所示。

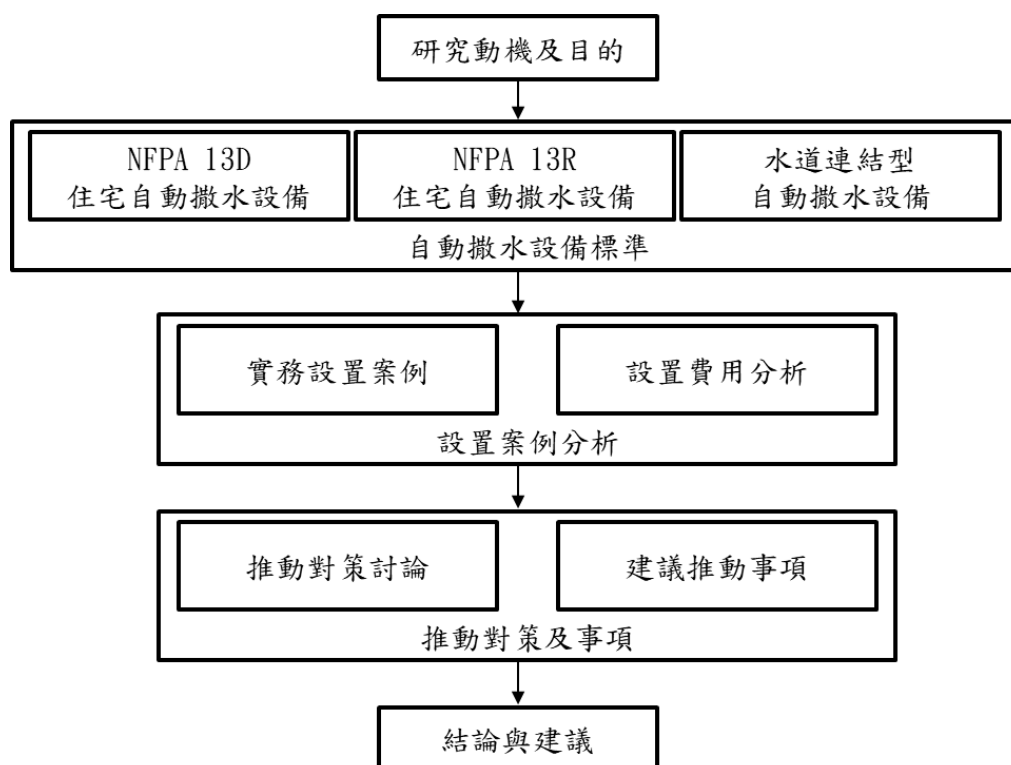


圖 1-4 研究流程圖

第二章 自動撒水設備標準

第一節 NFPA 13D 住宅自動撒水設備

本研究引用 2022 版 NFPA 13D Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes[40]，適用 1 戶和 2 戶的住宅和組合屋住宅的自動撒水設備安裝。此標準於 2021 年 3 月 18 日發佈，2021 年 4 月 8 日生效。第一版 NFPA 13D 於 1975 年 5 月在伊利諾伊州芝加哥的 NFPA 年會上提交並通過，標題中的“D”指的就是一戶或二戶的 Dwellings 和 Manufactured Homes 類型的住宅。然而，當時唯一可用的撒水頭是為商業應用而設計的。它們需要的水和壓力通常比家庭可用的更多，而且它們的放水速度不夠快。高昂的成本促使各方重新審視如何使撒水頭適用於住宅。一般來說，家中的家俱都放在牆壁周圍。也表示撒水頭應將大部分水引向牆壁，而不是傳統的傘形圖案。此外，住宅型撒水頭需要足夠快地放水，以便在火災較小時做出反應，從而減少的水量需求。以下是實務應用上主要的修改歷程：

- 1980 年版：進行住宅測試移動房屋的測試。
- 1994 年版：提出非金屬管的建議。
- 1999 年版：提供非金屬管使用管接著劑的建議。
- 2007 年版：提出多用途組合和網狀型管路的要求以及住宅撒水頭的障礙規則。
- 2010 年版：將聯排別墅(townhouses)一詞添加到住宅的定義中，以闡明符合住宅定義的聯排別墅可受到 NFPA 13D 系統的保護。
- 2013 年版：修改多用途和專用管路系統(multipurpose and stand-alone systems)的定義。
- 2016 年版：要求一旦將撒水頭從配件或焊接口卸下，則不應重新安裝。
- 2019 年版：增加安裝減壓和調壓閥的要求，並添加撒水頭與高溫物體的安全間距。
- 2022 年版增加保護配管或配管免受機械損壞的標準，以及多用途和被動清除系統。還添加關於住宅撒水頭使用激勵措施和建築商、開發商和社區優勢的附件。

適用範圍方面，NFPA 13D 制定了自動撒水設備的設計、安裝和維護標準，以防止 1 戶和 2 戶住宅、預製房屋和聯排別墅的火災隱患。NFPA 13D 將居住單元(Dwelling Unit)定義為：一個或多個房間，供一個或多個住家單元共同生活使用，在單一家政單元通常有烹飪、生活、衛生和睡眠設施。該標準基於自動撒水設備的設計理念，防止來自單一起火點的火災。NFPA 13D 之目的是提供一個自動撒水設備以幫助探測和控制住宅火災，從而提供更好的保護，防止受傷和生命損失。按照標準設計和安裝自動撒水設備，以防止放水的火源房間內發生閃燃，提高居住者逃生或疏散的機會。標準的任何內容均無意阻止使用質量、強度、耐火性、有效性、耐用性和安全性超過本標準規定的系統、方法或設備。

根據 NFPA 13D，住宅型撒水頭(Residential Sprinkler)分成住宅向下型(Pendent)和向上型(Upright)和側壁型(Sidewall)，感熱元件的 RTI 為 50 (meters-seconds)^{1/2} 以下，針對火源房間中提高生存能力進行專門研究，並被列為用於保護住宅單元的一種快速反應型撒水頭。除非原廠製造並經過認可，否則撒水頭不得塗漆或烤漆。當撒水頭安裝在最高環境天花板溫度 38°C 以下場所時，撒水頭的溫度等級(temperature ratings)應為普通溫度或中溫等級；安裝在環境最高周圍溫度介於 38°C 至 65°C 之間的場所時，應安裝中溫等級的撒水頭。標示溫度選擇上，國際住宅規範 IRC P2904 則建議住宅撒水頭採用標示溫度 57°C-77°C 為原則，且應與熱源保持表 2-1 所示的安全間距。若有以下情況，則應採取標示溫度 79°C-107°C 的中溫等級撒水頭：

表 2-1 住宅撒水頭與熱源之安全間距

熱源類型	中溫等級撒水頭 與熱源的水平距離範圍
熱水器、爐子或鍋爐	0.9-1.8 m (3-6 ft)
未達 250 Watt 的燈具	
250 Watt 至 499 Watt 的燈具	1.8-3.7 m (6-12 ft)
非隔熱的熱水管	
廚房瓦斯爐	2.7-5.5 m (9-18 ft)
烤箱	
煙囪接頭	
非隔熱的加氣管	
開放式或嵌入式壁爐側面	3.7-11 m (12-36 ft)
燃煤和燃木爐	3.7-12.8 m (12-42 ft)
天花板或牆壁暖氣出風口	3.7-7.3 m (12-24 ft)
壁掛式暖氣出風口	5.5-11 m (18-36 ft)
開放式或嵌入式壁爐正面	11-18.3 m (36-60 ft)

住宅撒水設備的管路可以是用於自動撒水設備的專用管路系統(Stand-Alone Sprinkler System)，也可同時提供民生用水器具和自動撒水設備的複合用途管路系統(Multipurpose Piping System)。當採用複合用途管路系統時，應取得自來水單位的同意。管路配置(piping configurations)可採用直管分支(straight run)、環狀配管(loop)、網格配管(grid)或前述的配置組合。為降低建置成本，NFPA 13D 允許配管採用表 2-2 所列的非金屬管材質並使用接著劑(solvent cement)，但配管和管另件使用接著劑時，應等待接著劑乾固後始得安裝撒水頭。此外，NFPA 13D 要求應設有防止撒水頭放水時造成配管移動的管支撐，配管應採用金屬製吊桿。

表 2-2 NFPA 13D 允許使用非金屬配管材

材料和尺寸	標準
氯化聚(氯乙烯) (CPVC) 塑料管 Chlorinated poly(vinyl chloride) (CPVC) plastic pipe	ASTM F442/F442M
交聯聚乙烯 (PEX) 管 Crosslinked polyethylene (PEX) tubing	ASTM F876

(資料來源：NFPA 13D Table 5.2.3.2, p12, 2022.)

NFPA 13D 規定住宅型撒水頭的最高裝設高度為 7.3 m，工作壓力(operating pressure)應在 0.5 kgf/cm^2 以上或符合認可要求。依照 NFPA 13D 設計之住宅自動撒水設備應符合最遠區 2 只同時放水時最小放水密度可達到 2.04 L/min-m^2 (0.05 gpm/ft^2) 以上，水源容量至少可繼續放水 10 分鐘。原則上，最小管徑(minimum pipe size)要求鋼管管徑至少應為 25 A，銅管和非金屬管管徑至少應為 20 A。但通過水力計算分析時，銅管和非金屬管管徑得採 15 A。管徑的計算檢討得採用 NFPA 13 的水力計算法(hydraulic calculation procedure)、原廠認可的安裝說明(manufacturer's listed installation instructions)或管徑尺寸法(pipe sizing method)。管徑尺寸法採用的壓力方程式(pressure equation)如下：

$$PL_t = P_{\text{sup}} - PL_{\text{svc}} - PL_m - PL_d - PL_e - P_{\text{sp}}$$

PL_t 表 2-5 至表 2-10 的使用壓力

P_{sup} 供水壓力

PL_{svc}	配管摩擦損失
PL_m	水錶的壓力損失
PL_d	水錶以外設備的壓力損失
PL_e	落差造成的壓力損失
P_{sp}	撒水頭所需的最大壓力

管徑則應依以下程序進行：

- 步驟 1 - P_{sup} ：重力水箱為落差所提供的靜壓值，加壓幫浦為額定揚程和考量落差造成的靜壓影響。
- 步驟 2 - PL_{svc} ：使用表 2-3 查詢配管摩擦損失
- 步驟 3 - PL_m ：查詢參考值或採用水錶的壓力損失值
- 步驟 4 - PL_d ：查詢水錶以外的設備的壓力損失，例如：減壓閥、回流防止器、軟水器或過濾器。
- 步驟 5 - PL_e ：使用表 2-4 查詢落差造成的壓力損失，表中所用標高應為水源壓力測量標高與最高撒水頭標高之差
- 步驟 6 - PL_{sp} ：確定撒水頭所需的最大壓力 PL_{sp} ，：
- 步驟 7 - PL_t ：採用壓力方程式進行計算
- 步驟 8 - 選擇表 2-5 至表 2-16 配管材料和尺寸。若進水閥和最遠距離撒水頭間的配管長度不超過最大允許長度，則配管材料和尺寸應是可接受的。

表 2-3 NFPA 13D 供水管的壓力損失(PL_{svc})

流量* (gpm)	Water Service Pressure Loss (psi)											
	3/4 in				1 in				1-1/4 in			
	40 ft or less	41 ft to 75 ft	76 ft to 100 ft	101 ft to 150 ft	40 ft or less	41 ft to 75 ft	76 ft to 100 ft	101 ft to 150 ft	40 ft or less	41 ft to 75 ft	76 ft to 100 ft	101 ft to 150 ft
8	5.1	8.7	11.8	17.4	1.5	2.5	3.4	5.1	0.6	1	1.3	1.9
10	7.7	13.1	17.8	26.3	2.3	3.8	5.2	7.7	0.8	1.4	2	2.9
12	10.8	18.4	24.9	NP	3.2	5.4	7.3	10.7	1.2	2	2.7	4
14	14.4	24.5	NP	NP	4.2	7.1	9.6	14.3	1.6	2.7	3.6	5.4
16	18.4	NP	NP	NP	5.4	9.1	12.4	18.3	2	3.4	4.7	6.9
18	22.9	NP	NP	NP	6.7	11.4	15.4	22.7	2.5	4.3	5.8	8.6
20	27.8	NP	NP	NP	8.1	13.8	18.7	27.6	3.1	5.2	7	10.4
22	NP	NP	NP	NP	9.7	16.5	22.3	NP	3.7	6.2	8.4	12.4
24	NP	NP	NP	NP	11.4	19.3	26.2	NP	4.3	7.3	9.9	14.6
26	NP	NP	NP	NP	13.2	22.4	NP	NP	5	8.5	11.4	16.9
28	NP	NP	NP	NP	15.1	25.7	NP	NP	5.7	9.7	13.1	19.4
30	NP	NP	NP	NP	17.2	NP	NP	NP	6.5	11	14.9	22
32	NP	NP	NP	NP	19.4	NP	NP	NP	7.3	12.4	16.8	24.8
34	NP	NP	NP	NP	21.7	NP	NP	NP	8.2	13.9	18.8	NP
36	NP	NP	NP	NP	24.1	NP	NP	NP	9.1	15.4	20.9	NP
流量* (L/min)	20 A				25 A				32 A			
	12 m or less	13 m to 23 m	23 m to 30 m	31 m to 49 m	12 m or less	13 m to 23 m	23 m to 30 m	31 m to 49 m	12 m or less	13 m to 23 m	23 m to 30 m	31 m to 49 m
30	0.4	0.6	0.8	1.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0	0.1	0.1	0.1
38	0.5	0.9	1.2	1.8	0.2	0.3	0.4	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2
45	0.7	1.3	1.7	NP	0.2	0.4	0.5	0.7	0.1	0.1	0.2	0.3
53	1	1.7	NP	NP	0.3	0.5	0.7	1	0.1	0.2	0.2	0.4
61	1.3	NP	NP	NP	0.4	0.6	0.9	1.3	0.1	0.2	0.3	0.5
68	1.6	NP	NP	NP	0.5	0.8	1.1	1.6	0.2	0.3	0.4	0.6
76	1.9	NP	NP	NP	0.6	1	1.3	1.9	0.2	0.4	0.5	0.7
83	NP	NP	NP	NP	0.7	1.1	1.5	NP	0.3	0.4	0.6	0.9
91	NP	NP	NP	NP	0.8	1.3	1.8	NP	0.3	0.5	0.7	1
98	NP	NP	NP	NP	0.9	1.5	NP	NP	0.3	0.6	0.8	1.2
106	NP	NP	NP	NP	1	1.8	NP	NP	0.4	0.7	0.9	1.3
114	NP	NP	NP	NP	1.2	NP	NP	NP	0.4	0.8	1	1.5
121	NP	NP	NP	NP	1.3	NP	NP	NP	0.5	0.9	1.2	1.7
129	NP	NP	NP	NP	1.5	NP	NP	NP	0.6	1	1.3	NP
136	NP	NP	NP	NP	1.7	NP	NP	NP	0.6	1.1	1.4	NP

NP: 不允許(Not permitted)，壓力損失超過合理範圍(Pressure loss exceeds reasonable limits)。

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(a), p29, 2022.)

表 2-4 落差造成的壓力損失(PL_c)

Elevation 標高		Pressure Loss 壓力損失	
ft	m	psi	bar
5	1.5	2.2	0.15
10	3.0	4.4	0.30
15	4.6	6.5	0.45
20	6.1	8.7	0.60
25	7.6	10.9	0.75
30	9.1	13.0	0.89
35	11.0	15.2	1.0
40	12.0	17.4	1.2

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(b), p29, 2022.)

表 2-5 4/3 英吋 Type M 銅管的允許管長(U.S. Unit)

放水量* (gpm)	管徑 (in.)	平均壓力 P ₁ (psi)									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(ft)									
8	3/4	217	289	361	434	506	578	650	723	795	867
9	3/4	174	232	291	349	407	465	523	581	639	697
10	3/4	143	191	239	287	335	383	430	478	526	574
11	3/4	120	160	200	241	281	321	361	401	441	481
12	3/4	102	137	171	205	239	273	307	341	375	410
13	3/4	88	118	147	177	206	235	265	294	324	353
14	3/4	77	1103	128	154	180	205	231	257	282	308
15	3/4	68	90	113	136	158	181	203	226	248	271
16	3/4	60	80	100	120	140	160	180	200	220	241
17	3/4	54	72	90	108	125	143	161	179	197	215
18	3/4	48	64	81	97	113	129	145	161	177	193
19	3/4	44	58	73	88	102	117	131	146	160	175
20	3/4	40	53	66	80	93	106	119	133	146	159
21	3/4	36	48	61	73	85	97	109	121	133	145
22	3/4	33	44	56	67	78	89	100	111	122	133
23	3/4	31	41	51	61	72	82	92	102	113	123
24	3/4	28	38	47	57	66	76	85	95	104	114
25	3/4	26	35	44	53	61	70	79	88	97	105
26	3/4	24	33	41	49	57	65	73	82	90	98
27	3/4	23	30	38	46	53	61	69	76	84	91
28	3/4	21	28	36	43	50	57	64	71	78	85
29	3/4	20	27	33	40	47	53	60	67	73	80
30	3/4	19	25	31	38	44	50	56	63	69	75
31	3/4	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71
32	3/4	17	22	28	33	39	44	50	56	61	67
33	3/4	16	21	26	32	37	42	47	53	58	63
34	3/4	NP	20	25	30	35	40	45	50	55	60
35	3/4	NP	19	24	28	33	38	42	47	52	57
36	3/4	NP	18	22	27	31	36	40	45	49	54
37	3/4	NP	17	21	26	30	34	38	43	47	51
38	3/4	NP	16	20	24	28	32	36	40	45	49
39	3/4	NP	15	19	23	27	31	35	39	42	46
40	3/4	NP	NP	18	22	26	29	33	37	40	44

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(c), p30, 2022.)

表 2-6 20 mm Type M 銅管的允許管長(SI Unit)

放水量* (L/min)	管徑 (mm)	平均壓力 P_1 (bar)									
		1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	2.9	3.4	3.8	4.1
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(m)									
30	20	66	88	110	132	154	176	198	220	242	264
34	20	53	71	89	106	124	142	159	177	195	212
38	20	44	58	73	87	102	117	131	146	160	175
42	20	37	49	61	73	86	98	110	122	134	147
45	20	31	42	52	62	73	83	94	104	114	125
49	20	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
53	20	23	31	39	47	55	62	70	78	86	94
57	20	21	27	34	41	48	55	62	69	76	83
61	20	18	24	30	37	43	49	55	61	67	73
64	20	18	22	27	33	38	44	49	55	60	66
68	20	15	20	25	30	34	39	44	49	54	59
72	20	13	18	22	27	31	36	40	45	49	53
76	20	12	16	20	24	28	32	36	41	45	48
79	20	11	15	19	22	26	30	33	37	41	44
83	20	10	13	17	20	24	27	30	34	37	41
87	20	9.4	12	16	19	22	25	28	31	34	37
91	20	8.5	12	14	17	20	23	26	29	32	35
95	20	7.9	11	13	16	19	21	24	27	30	32
98	20	7.3	10	12	15	17	20	22	25	27	30
102	20	7	9.1	12	14	16	19	21	23	26	28
106	20	6.4	8.5	11	13	15	17	20	22	24	26
110	20	6.1	8.2	10	12	14	16	18	20	22	24
114	20	5.8	7.6	9.4	12	13	15	17	19	21	23
117	20	5.5	7.3	8.8	11	12	14	16	18	20	22
121	20	5.2	6.7	8.5	10	12	13	15	17	19	20
125	20	4.9	6.4	7.9	9.8	11	13	14	16	18	19
129	20	NP	6.1	7.6	9.1	11	12	14	15	17	18
132	20	NP	5.8	7.3	8.5	10	12	13	14	16	17
136	20	NP	5.5	6.7	8.2	9.4	11	12	14	15	16
140	20	NP	5.2	6.4	7.9	9.1	10	12	13	14	16
144	20	NP	4.9	6.1	7.3	8.5	9.8	11	12	14	15
148	20	NP	4.6	5.8	7	8.2	9.4	11	12	13	14
151	20	NP	NP	5.5	6.7	7.9	8.8	10	11	12	13

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(c), p30, 2022.)

表 2-7 1 英吋 Type M 銅管的允許管長(U.S. Unit)

放水量 *(gpm)	管徑 (in.)	平均壓力 P_1 (psi)									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(ft)									
8	1	806	1075	1343	1612	1881	2149	2418	2687	2955	3224
9	1	648	864	1080	1296	1512	1728	1945	2161	2377	2593
10	1	533	711	889	1067	1245	1422	1600	1778	1956	2134
11	1	447	596	745	894	1043	1192	1341	1491	1640	1789
12	1	381	508	634	761	888	1015	1142	1269	1396	1523
13	1	328	438	547	657	766	875	985	1094	1204	1313
14	1	286	382	477	572	668	763	859	954	1049	1145
15	1	252	336	420	504	588	672	756	840	924	1008
16	1	224	298	373	447	522	596	671	745	820	894
17	1	200	266	333	400	466	533	600	666	733	799
18	1	180	240	300	360	420	479	539	599	659	719
19	1	163	217	271	325	380	434	488	542	597	651
20	1	148	197	247	296	345	395	444	493	543	592
21	1	135	180	225	270	315	360	406	451	496	541
22	1	124	165	207	248	289	331	372	413	455	496
23	1	114	152	190	228	267	305	343	381	419	457
24	1	106	141	176	211	246	282	317	352	387	422
25	1	98	131	163	196	228	261	294	326	359	392
26	1	91	121	152	182	212	243	273	304	334	364
27	1	85	113	142	170	198	226	255	283	311	340
28	1	79	106	132	159	185	212	238	265	291	318
29	1	74	99	124	149	174	198	223	248	273	298
30	1	70	93	116	140	163	186	210	233	256	280
31	1	66	88	110	132	153	175	197	219	241	263
32	1	62	83	103	124	145	165	186	207	227	248
33	1	59	78	98	117	137	156	176	195	215	234
34	1	55	74	92	111	129	148	166	185	203	222
35	1	53	70	88	105	123	140	158	175	193	210
36	1	50	66	83	100	116	133	150	166	183	199
37	1	47	63	79	95	111	126	142	158	174	190
38	1	45	60	75	90	105	120	135	150	165	181
39	1	43	57	68	86	100	115	129	143	158	172
40	1	41	55	72	82	96	109	123	137	150	164

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(d), p31, 2022.)

表 2-8 25mm Type M 銅管的允許管長(SI Unit)

放水量* (L/min)	管徑 (mm)	平均壓力 P_1 (bar)									
		1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	2.9	3.4	3.8	4.1
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(m)									
30	25	246	328	409	491	573	655	737	819	901	983
34	25	198	263	329	395	461	527	593	659	725	790
38	25	162	217	271	325	379	433	488	542	596	650
42	25	136	182	227	272	318	363	409	454	500	545
45	25	116	155	193	232	271	309	348	387	426	464
49	25	100	134	167	200	233	267	300	333	367	400
53	25	87	116	145	174	204	233	262	291	320	349
57	25	77	102	128	154	179	205	230	256	282	307
61	25	68	81	114	136	159	182	205	227	250	272
64	25	61	73	101	122	142	162	183	203	223	244
68	25	55	66	91	110	128	146	164	183	201	219
72	25	50	60	83	99	116	132	149	165	182	198
76	25	45	55	75	90	105	120	135	150	166	180
79	25	41	50	69	82	96	110	124	137	151	165
83	25	38	46	63	76	88	101	113	126	139	151
87	25	35	43	58	69	81	93	105	116	128	139
91	25	32	40	54	64	75	86	97	107	118	129
95	25	30	37	50	60	69	80	90	99	109	119
98	25	28	34	46	55	65	74	83	93	102	111
102	25	26	32	43	52	60	69	78	86	95	104
106	25	24	30	40	48	56	65	73	81	89	97
110	25	23	28	38	45	53	60	68	76	83	91
114	25	21	25	35	43	50	57	64	71	78	85
117	25	20	24	33	40	47	53	60	67	73	80
121	25	19	21	31	38	44	50	57	63	69	76
125	25	18	20	29	36	42	48	54	59	66	71
129	25	17	19	28	34	39	45	51	56	62	68
132	25	16	18	27	32	37	43	48	53	59	64
136	25	15	17	26	30	35	38	46	51	56	61
140	25	14	16	25	29	34	37	43	48	53	58
144	25	14	16	24	27	32	35	41	46	50	55
148	25	13	15	23	26	30	33	39	44	48	52
151	25	12	14	21	25	29	31	37	42	46	50

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(d), p31, 2022.)

表 2-9 3/4 英吋 CPVC 管的允許管長(U.S. Unit)

放水量* (gpm)	管徑 (in.)	平均壓力 P ₁ (psi)									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(ft)									
8	3/4	348	465	581	697	813	929	1045	1161	1278	1394
9	3/4	280	374	467	560	654	747	841	934	1027	1121
10	3/4	231	307	384	461	538	615	692	769	845	922
11	3/4	193	258	322	387	451	515	580	644	709	773
12	3/4	165	219	274	329	384	439	494	549	603	658
13	3/4	142	189	237	284	331	378	426	473	520	568
14	3/4	124	165	206	247	289	330	371	412	454	495
15	3/4	109	145	182	218	254	290	327	363	399	436
16	3/4	97	129	161	193	226	258	290	322	354	387
17	3/4	86	115	144	173	202	230	259	288	317	346
18	3/4	78	104	130	155	181	207	233	259	285	311
19	3/4	70	94	117	141	164	188	211	234	258	281
20	3/4	64	85	107	128	149	171	192	213	235	256
21	3/4	58	78	89	117	136	156	175	195	214	234
22	3/4	54	71	82	107	125	143	161	179	197	214
23	3/4	49	61	76	99	115	132	148	165	181	198
24	3/4	46	56	71	91	107	122	137	152	167	183
25	3/4	39	52	57	85	99	113	127	141	155	169
26	3/4	37	49	66	79	92	105	118	131	144	157
27	3/4	34	46	61	73	86	98	110	122	135	147
28	3/4	32	43	57	69	80	92	103	114	126	137
29	3/4	30	40	42	64	75	86	96	107	118	129
30	3/4	28	38	54	60	70	81	85	101	111	121
31	3/4	27	36	50	57	66	76	80	95	104	114
32	3/4	25	34	47	54	63	71	76	89	98	107
33	3/4	24	32	45	51	59	68	68	84	93	101
34	3/4	23	30	40	48	56	64	65	80	88	96
35	3/4	22	29	38	45	53	61	61	76	83	91
36	3/4	20	27	36	43	50	57	59	72	79	86
37	3/4	20	26	34	41	48	55	56	68	75	82
38	3/4	19	26	33	39	46	52	53	65	72	78
39	3/4	18	25	31	37	43	50	51	62	68	74
40	3/4	42	24	30	35	41	47	47	59	65	71

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(e), p32 2022.)

表 2-10 20mm CPVC 管的允許管長(SI Unit)

放水量* (L/min)	管徑 (mm)	平均壓力 P_1 (bar)									
		1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	2.9	3.4	3.8	4.1
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(m)									
30	20	106	142	177	212	248	283	319	354	390	425
34	20	85	114	142	171	199	228	256	285	313	342
38	20	70	94	117	141	164	187	211	234	258	281
42	20	59	79	98	118	137	157	177	196	216	236
45	20	50	67	84	100	117	134	151	167	184	201
49	20	43	58	72	87	101	115	130	144	158	173
53	20	38	50	63	75	88	101	118	126	138	151
57	20	33	44	55	66	77	88	100	111	122	133
61	20	30	39	49	59	69	79	88	98	108	118
64	20	26	35	44	53	62	70	79	88	97	105
68	20	24	32	40	47	55	63	71	79	87	95
72	20	21	29	36	43	50	57	64	71	79	86
76	20	20	26	33	39	45	52	59	65	72	78
79	20	18	24	30	36	41	48	53	59	65	71
83	20	16	22	27	33	38	44	49	55	60	65
87	20	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
91	20	14	19	23	28	33	37	42	46	51	56
95	20	13	17	22	26	30	34	39	43	47	52
98	20	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
102	20	11	15	19	22	26	30	34	37	41	45
106	20	10	14	17	21	24	28	31	35	38	42
110	20	10	13	16	20	23	26	29	33	36	39
114	20	9.1	12	15	18	21	25	28	31	34	37
117	20	8.5	12	14	17	20	23	26	29	32	35
121	20	8.2	11	14	16	19	22	24	27	30	33
125	20	7.6	10	13	16	18	21	23	26	28	31
129	20	7.3	10	12	15	17	20	22	24	27	29
132	20	7	9.1	12	14	16	19	21	23	25	28
136	20	6.7	8.8	11	13	15	17	20	22	24	26
140	20	6.1	8.2	10	12	15	17	19	21	23	25
144	20	6.1	7.9	10	12	14	16	18	20	22	24
148	20	5.8	7.6	9.4	11	13	15	17	19	21	23
151	20	5.5	7.3	9.1	11	12	14	16	18	20	22

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(e), p32 2022.)

表 2-11 1 英吋 CPVC 管的允許管長(U.S. Unit)

放水量* (gpm)	管徑 (in.)	平均壓力 P_1 (psi)									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(ft)									
8	1	1049	1398	1748	2098	2447	2797	3146	3496	3845	4195
9	1	843	1125	1406	1687	1968	2249	2530	2811	3093	3374
10	1	694	925	1157	1388	1619	1851	2082	2314	2545	2776
11	1	582	776	970	1164	1358	1552	1746	1940	2133	2327
12	1	495	660	826	991	1156	1321	1486	1651	1816	1981
13	1	427	570	712	854	997	1139	1281	1424	1566	1709
14	1	372	497	621	745	869	993	1117	1241	1366	1490
15	1	328	437	546	656	765	874	983	1093	1202	1311
16	1	291	388	483	582	679	776	873	970	1067	1164
17	1	260	347	435	520	607	693	780	867	954	1040
18	1	234	312	390	468	546	624	702	780	858	936
19	1	212	282	353	423	494	565	635	706	776	847
20	1	193	257	321	385	449	513	578	642	706	770
21	1	176	235	293	352	410	469	528	586	645	704
22	1	161	215	269	323	377	430	484	538	592	646
23	1	149	198	248	297	347	396	446	496	545	595
24	1	137	183	229	275	321	366	412	458	504	550
25	1	127	170	212	255	297	340	382	425	467	510
26	1	118	158	197	237	276	316	355	395	434	474
27	1	111	147	184	221	258	295	332	368	405	442
28	1	103	138	172	207	241	275	310	344	379	413
29	1	97	129	161	194	226	258	290	323	355	387
30	1	91	121	152	182	212	242	273	303	333	364
31	1	86	114	143	171	200	228	257	285	314	342
32	1	81	108	134	161	188	215	242	269	296	323
33	1	76	102	127	152	178	203	229	254	280	305
34	1	72	96	120	144	168	192	216	240	265	289
35	1	68	91	114	137	160	182	205	228	251	273
36	1	65	87	108	130	151	173	195	216	238	260
37	1	62	82	103	123	144	165	185	206	226	247
38	1	59	78	98	117	137	157	176	196	215	235
39	1	56	75	93	112	131	149	168	187	205	224
40	1	53	71	89	107	125	142	160	178	196	214

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(f), p33 2022.)

表 2-12 25mm CPVC 管的允許管長(SI Unit)

放水量* (L/min)	管徑 (mm)	平均壓力 P_i (bar)									
		1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	2.9	3.4	3.8	4.1
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(m)									
30	25	320	426	533	639	746	853	959	1066	1172	1279
34	25	257	343	429	514	600	685	771	857	943	1028
38	25	212	282	353	423	493	564	635	705	776	846
42	25	177	237	296	355	414	473	532	591	650	709
45	25	151	201	252	302	352	403	453	503	554	604
49	25	130	174	217	260	304	347	390	434	477	521
53	25	113	151	189	227	265	303	340	378	416	454
57	25	100	133	166	200	233	266	300	333	366	400
61	25	89	118	148	177	207	237	266	296	325	355
64	25	79	106	132	158	185	211	238	264	291	317
68	25	71	95	119	143	166	190	214	238	262	285
72	25	65	86	108	129	151	172	194	215	237	258
76	25	59	78	98	117	137	156	176	196	215	235
79	25	54	72	89	107	125	143	161	179	197	215
83	25	49	66	82	98	115	131	148	164	180	197
87	25	45	60	76	91	106	121	136	151	166	181
91	25	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168
95	25	39	52	65	78	91	104	116	130	142	155
98	25	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144
102	25	34	45	56	67	79	90	101	112	123	135
106	25	31	42	52	63	73	84	94	105	116	126
110	25	30	39	49	59	69	79	88	98	108	118
114	25	28	37	46	55	65	74	83	92	101	111
117	25	26	35	44	52	61	69	78	87	96	104
121	25	25	33	41	49	57	66	74	82	90	98
125	25	23	31	39	46	54	62	70	77	85	93
129	25	22	29	37	44	51	59	66	73	81	88
132	25	21	28	35	42	49	55	62	69	77	83
136	25	20	27	33	40	46	53	59	66	73	79
140	25	19	25	31	37	44	50	56	63	69	75
144	25	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72
148	25	17	23	28	34	40	45	51	57	62	68
151	25	16	22	27	33	38	43	49	54	60	65

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(f), p33 2022.)

表 2-13 3/4 英吋 PEX 管的允許管長(U.S. Unit)

放水量 *(gpm)	管徑 (in.)	平均壓力 P_1 (psi)									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(ft)									
8	3/4	93	123	154	185	216	247	278	309	339	370
9	3/4	74	99	124	149	174	199	223	248	273	298
10	3/4	61	82	102	123	143	163	184	204	225	245
11	3/4	51	68	86	103	120	137	154	171	188	205
12	3/4	44	58	73	87	102	117	131	146	160	175
13	3/4	38	50	63	75	88	101	113	126	138	151
14	3/4	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
15	3/4	29	39	48	58	68	77	87	96	106	116
16	3/4	26	34	43	51	60	68	77	86	94	103
17	3/4	23	31	38	46	54	61	69	77	84	92
18	3/4	21	28	34	41	48	55	62	69	76	83
19	3/4	19	25	31	37	44	50	56	62	69	75
20	3/4	17	23	28	34	40	45	51	57	62	68
21	3/4	16	21	26	31	36	41	47	52	57	62
22	3/4	NP	19	24	28	33	38	43	47	52	57
23	3/4	NP	17	22	26	31	35	39	44	48	52
24	3/4	NP	16	20	24	28	32	36	40	44	49
25	3/4	NP	NP	19	22	26	30	34	37	41	45
26	3/4	NP	NP	17	21	24	28	31	35	38	42
27	3/4	NP	NP	16	20	23	26	29	33	36	39
28	3/4	NP	NP	15	18	21	24	27	30	33	36
29	3/4	NP	NP	NP	17	20	23	26	28	31	34
30	3/4	NP	NP	NP	16	19	21	24	27	29	32
31	3/4	NP	NP	NP	15	18	20	23	25	28	30
32	3/4	NP	NP	NP	NP	17	19	21	24	26	28
33	3/4	NP	NP	NP	NP	16	18	20	22	25	27
34	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	17	19	21	23	25
35	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	16	18	20	22	24
36	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	15	17	19	21	23
37	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	16	18	20	22
38	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	16	17	19	21
39	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	16	18	20
40	3/4	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	16	17	19

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(g), p34 2022.)

表 2-14 20mm PEX 管的允許管長(SI Unit)

放水量* (L/min)	管徑 (mm)	平均壓力 P_f (bar)									
		1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	2.9	3.4	3.8	4.1
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度									
30	20	28	37	47	56	66	75	85	94	103	113
34	20	23	30	38	45	53	61	68	76	83	91
38	20	19	25	31	37	44	50	56	62	69	75
42	20	16	21	26	31	37	42	47	52	57	62
45	20	13	18	22	27	31	36	40	45	49	53
49	20	12	15	19	23	27	31	34	38	42	46
53	20	10	13	17	20	23	27	30	34	37	40
57	20	9	12	15	18	21	23	27	29	32	35
61	20	8	10	13	16	18	21	23	26	29	31
64	20	7	9	12	14	16	19	21	23	26	28
68	20	6	9	10	12	15	17	19	21	23	25
72	20	6	8	9	11	13	15	17	19	21	23
76	20	5	7	9	10	12	14	16	17	19	21
79	20	5	6	8	9	11	12	14	16	17	19
83	20	NP	6	7	9	10	12	13	14	16	17
87	20	NP	5	7	8	9	11	12	13	15	16
91	20	NP	5	6	7	9	10	11	12	13	15
95	20	NP	NP	6	7	8	9	10	11	12	14
98	20	NP	NP	5	6	7	9	9	11	12	13
102	20	NP	NP	5	6	7	8	9	10	11	12
106	20	NP	NP	5	5	6	7	8	9	10	11
110	20	NP	NP	NP	5	6	7	8	9	9	10
114	20	NP	NP	NP	5	6	6	7	8	9	10
117	20	NP	NP	NP	5	5	6	7	8	9	9
121	20	NP	NP	NP	NP	5	6	6	7	8	9
125	20	NP	NP	NP	NP	5	5	6	7	8	8
129	20	NP	NP	NP	NP	NP	5	6	6	7	8
132	20	NP	NP	NP	NP	NP	5	5	6	7	7
136	20	NP	NP	NP	NP	NP	5	5	6	6	7
140	20	NP	NP	NP	NP	NP	NP	5	5	6	7
144	20	NP	NP	NP	NP	NP	NP	5	5	6	6
148	20	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	5	5	6
151	20	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	5	5	6

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(g), p34 2022.)

表 2-15 1 英吋 PEX 管的允許管長(U.S. Unit)

放水量* (gpm)	管徑 (in.)	平均壓力 P _i (psi)									
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度									
8	1	314	418	523	628	732	837	941	1046	1151	1255
9	1	252	336	421	505	589	673	757	841	925	1009
10	1	208	277	346	415	485	554	623	692	761	831
11	1	174	232	290	348	406	464	522	580	638	696
12	1	148	198	247	296	346	395	445	494	543	593
13	1	128	170	213	256	298	341	383	426	469	511
14	1	111	149	186	223	260	297	334	371	409	446
15	1	98	131	163	196	229	262	294	327	360	392
16	1	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348
17	1	78	104	130	156	182	208	233	259	285	311
18	1	70	93	117	140	163	187	210	233	257	280
19	1	63	84	106	127	148	169	190	211	232	253
20	1	58	77	96	115	134	154	173	192	211	230
21	1	53	70	88	105	123	140	158	175	193	211
22	1	48	64	80	97	113	129	145	161	177	193
23	1	44	59	74	89	104	119	133	148	163	178
24	1	41	55	69	82	96	110	123	137	151	164
25	1	38	51	64	76	89	102	114	127	140	152
26	1	35	47	59	71	83	95	106	118	130	142
27	1	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
28	1	31	41	52	62	72	82	93	103	113	124
29	1	29	39	48	58	68	77	87	97	106	116
30	1	27	36	45	54	63	73	82	91	100	109
31	1	26	34	43	51	60	68	77	85	94	102
32	1	24	32	40	48	56	64	72	80	89	97
33	1	23	30	38	46	53	61	68	76	84	91
34	1	22	29	36	43	50	58	65	72	79	86
35	1	20	27	34	41	48	55	61	68	75	82
36	1	19	26	32	39	45	52	58	65	71	78
37	1	18	25	31	37	43	49	55	62	68	74
38	1	18	23	29	35	41	47	53	59	64	70
39	1	17	22	28	33	39	45	50	56	61	67
40	1	16	21	27	32	37	43	48	53	59	64

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(h), p35 2022.)

表 2-16 25mm PEX 管的允許管長(SI Unit)

放水量* (L/min)	管徑 (mm)	平均壓力 P_1 (bar)									
		1.0	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	2.9	3.4	3.8	4.1
		從檢修閥到最遠撒水頭的管路允許長度(m)									
30	25	96	127	159	191	223	255	287	319	351	383
34	25	77	102	128	154	180	205	231	256	282	308
38	25	63	84	105	126	148	169	190	211	232	253
42	25	53	71	88	106	124	141	159	177	194	212
45	25	45	60	75	90	105	120	136	151	166	181
49	25	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156
53	25	34	45	57	68	79	91	102	113	125	136
57	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	119
61	25	27	35	44	53	62	71	80	88	97	106
64	25	24	32	40	48	55	63	71	79	87	95
68	25	21	28	36	43	50	57	64	71	78	85
72	25	19	26	32	39	45	52	58	64	71	77
76	25	18	23	29	35	41	47	53	59	64	70
79	25	16	21	27	32	37	43	48	53	59	64
83	25	15	20	24	30	34	39	44	49	54	59
87	25	13	18	23	27	32	36	41	45	50	54
91	25	12	17	21	25	29	34	37	42	46	50
95	25	12	16	20	23	27	31	35	39	43	46
98	25	11	14	18	22	25	29	32	36	40	43
102	25	10	13	17	20	23	27	30	34	37	40
106	25	9.4	12	16	19	22	25	28	31	34	38
110	25	8.8	12	15	18	21	23	27	30	32	35
114	25	8.2	11	14	16	19	22	25	28	30	33
117	25	7.9	10	13	16	18	21	23	26	29	31
121	25	7.3	10	12	15	17	20	22	24	27	30
125	25	7.0	9.1	12	14	16	19	21	23	26	28
129	25	6.7	8.8	11	13	15	18	20	22	24	26
132	25	6.1	8.2	10	12	15	17	19	21	23	25
136	25	5.8	7.9	10	12	14	16	18	20	22	24
140	25	5.5	7.6	9.4	11	13	15	17	19	21	23
144	25	5.5	7.0	8.8	11	12	14	16	18	20	21
148	25	5.2	6.7	8.5	10	12	14	15	17	19	20
151	25	4.9	6.4	8.2	10	11	13	15	16	18	20

(資料來源：NFPA 13D Table 10.4.9.2(h), p35 2022.)

為供住宅撒水設備進行測試(operational tests)，應設置 15 A 以上的排水管並安裝制水閥。末端查驗裝置 K 值應等於或小於安裝撒水頭的最小 K 值。水流警報要求方面，NFPA 13D 允許設有住警器的住宅得不需設置水流警報器。住宅自動撒水設備啟用前應進行驗收測試工作。測試前，配管系統應以工作壓力進行水壓測試，試驗壓力以繼續維持 2 小時無漏水現象為合格。NFPA 13D 要求住宅撒水設備正式啟用後，應按照標準和製造商說明進行適當維護。任何損壞、腐蝕、被異物覆蓋或有洩漏跡象的撒水頭應更換為與原始設備相同性能特徵的撒水頭新品。

如同前述，2022 年版的 NFPA 13D 在附錄 B 提出設置住宅撒水設備對建築

商、開發商和社區的激勵措施。附錄並非 NFPA 文件要求的一部分，僅供參考。附錄 B 為開發商、建築商和社區提供住宅自動撒水設備的財務價值指南。通過了解激勵措施的價值，有助於開發商、建築商和社區在住宅撒水設備的淨成本或節省上做出明智的選擇。例如：設置住宅撒水設備可減少消防栓和用水需求，等同減少水箱和消防幫浦的需求，降低消防栓檢查和維護的成本。此外，設置自動撒水設備的住宅可以降低消防員的救災風險，而社區也可以從中受益。因為，一旦消防員在住宅火災中受傷或死亡時，照顧和支持消防員及其家人相關的社區財務成本、燒傷護理、康復和殘疾消防員退休費用對於社區來說是難以承受的。

第二節 NFPA 13R 住宅自動撒水設備

2022 年版的 NFPA 13R Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies[41]，由 NFPA 標準委員會於 2021 年 3 月 18 日發佈，2021 年 4 月被批准為美國國家標準。NFPA 13R 的第一版於 1989 出版，旨在為低層多戶住宅的居民提供高度的生命安全和財產保護，以下是實務應用上主要的修改歷程：

- 1994 年版：提出非金屬管材資訊，並增加地下配管材料的建議。
- 1999 年版：提出非金屬管和配件標準，並確定撒水頭的最低工作壓力，以及非金屬配管中使用接著劑的建議。
- 2002 年版：確定最低設計放水密度，並增加車庫的保護要求，並且在電梯機房中省略撒水頭的設置。
- 2007 年版：提出快速反應型撒水頭的要求。
- 2010 年版：確定適用 NFPA 13R 建築規範時機，以及進一步指出陽台或陽台壁櫥不需設置撒水頭。
- 2013 年版：修改標題以解決低層住宅的使用條件，而不是概述的樓層數量。
- 2016 年版：提出複合用途建築物和 NFPA 13R 的適用性。要求一旦將撒水頭從配件或焊接口卸下，如果對撒水頭本身施加扭矩，則不應重新安裝。

- 2019 年版：增加車棚的新定義以及一些新要求，以解決被列為輕度危險的配管可以在普通危險場所中使用。
- 2022 年版：提出配管免受機械損壞的要求，以及增加關於系統操作測試和主排水閥的要求，以進行系統驗收。

NFPA 13R 標準涵蓋自動撒水設備的設計和安裝，保護 4 層以下且建築高度在 18m 以下的住宅火災危險。標準係基於自動撒水設備的設計理念，以防止來自單一起火點的火災，希望藉由自動撒水設備來幫助偵測和控制住宅火災，防止撒水的起火房間發生閃燃(全面燃燒)，提高居住者逃生或疏散的機會，降低受傷、生命損失和財產損失。NFPA 13R 將居住單元(Dwelling Unit)定義為：一個或多個房間，供一個或多個住家單元共同生活使用，家政單元通常有烹飪、生活、衛生和睡眠設施。

NFPA 13R 將危害分類(Hazard Classifications.)區分如下：

1. 輕度危險場所(Light-Hazard Occupancy)

可燃物數量少、可燃性較低且熱釋放率相對較低的使用場所。

2. 普通危險第 1 組(Ordinary Hazard Group 1)

可燃性低、可燃物數量適中、可燃物庫存不超過 2.4 m 且熱釋率適中的場所或其他場所的一部分。

3. 普通危險第 2 組(Ordinary Hazard Group 2)

可燃物數量和可燃性中等到高、釋熱率適中，儲存物品不超過 3.7 m、高釋熱率物品儲存不超過 2.4 m 的場所空間或其他場所空間的一部分。

與 NFPA 13D 相同，NFPA 13R 亦將住宅型撒水頭(Residential Sprinkler)分成住宅向下型(Pendent)和向上型(Upright)和側壁型(Sidewall)，感熱元件的 RTI 為 50 (meters-seconds)^{1/2} 以下，針對火源房間中提高生存能力進行專門研究，並被列為用於保護住宅單元的一種快速反應型撒水頭。除非原廠製造並經過認可，否則撒水頭不得塗漆或烤漆。此外，除了依照製造商的安裝和維護說明拆卸的乾式撒水頭以外，當撒水頭從配件或焊接口拆下後，即不得重新安裝。只允許安裝撒水頭新品，不得在新建或既有系統使用翻新的撒水頭。所有撒水頭都應永久標示 1-2 字母的製造商符號，3-4 數字識別噴孔尺寸或形狀、迴水板特性、

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

壓力等級和熱敏感度。表 2-17 為撒水頭放水特徵值，包括不同撒水頭標稱放水係數 K 值(K-factor)的放水特徵值，以及和標準型撒水頭相比之下的放水量比例(Percent of Nominal K-5.6 Discharge)。撒水頭的本體、迴水板、塗層材料或玻璃球液體顏色應符合表 2-18 之內容。除非原廠製造並經過認可，否則撒水頭不得塗漆或烤漆。撒水頭安裝時，應依照製造商列出的方法來去除保護帽和保護夾。

表 2-17 撒水頭放水特徵值

標稱 K 值 Nominal K-factor [gpm/(psi) ^{1/2}]	K 值範圍 K-factor Range [gpm/(psi) ^{1/2}]	K 值範圍 K-factor Range [dm ³ /min/(kPa) ^{1/2}]	K-5.6 比例數值 Percent of Nominal K-5.6 Discharge	螺紋型式 Thread Type (in. NPT)
1.4	1.3-1.5	1.9-2.2	25	1/2
1.9	1.8-2.0	2.6-2.9	33.3	1/2
2.8	2.6-2.9	3.8-4.2	50	1/2
4.2	4.0-4.4	5.9-6.4	75	1/2
*5.6	5.3-5.8	7.6-8.4	100	1/2
8	7.4-8.2	10.7-11.8	140	3/4 or 1/2
11.2	11.0-11.5	15.9-16.6	200	1/2 or 3/4
14	13.5-14.5	19.5-20.9	250	3/4
16.8	16.0-17.6	23.1-25.4	300	3/4
19.6	18.6-20.6	27.2-30.1	350	1
22.4	21.3-23.5	31.1-34.3	400	1
25.2	23.9-26.5	34.9-38.7	450	1
28	26.6-29.4	38.9-43.0	500	1

(資料來源：NFPA 13R Table 5.1.1.4.1, p12 2022.)

表 2-18 撒水頭溫度額定值、分類和顏色編碼

天花板最高溫度 Maximum Ceiling Temperature		溫度等級 Temperature Rating		溫度分類 Temperature Classification	顏色識別 Color Code	玻璃球顏色 Glass Bulb Colors
°F	°C	°F	°C			
100	38	135-170	57-77	Ordinary	Uncolored or black	Orange or red
150	66	175-225	79-107	Intermediate	White	Yellow or green
225	107	250-300	121-149	High	Blue	Blue
300	149	325-375	163-191	Extra high	Red	Purple
375	191	400-475	204-246	Very extra high	Green	Black
475	246	500-575	260-302	Ultra high	Orange	Black
625	329	650	343	Ultra high	Orange	Black

(資料來源：NFPA 13R Table 5.1.1.6.1, p13 2022.)

NFPA 13R 允許配管採用表 2-2 所列的非金屬管材質並使用接著劑(solvent

第二章 自動撒水設備標準

cement)，但配管和管另件使用接著劑時，應等待接著劑乾固後始得安裝撒水頭。此外，NFPA 13R 要求應設有防止撒水頭放水時造成配管移動的管支撐，配管應採用金屬製吊桿。NFPA 13R 要求自動撒水設備均應設置地區水流警報，撒水頭放水後 5 分鐘內現場應發出警報，並將放水訊號移報予火警自動警報設備。管路配置(piping configurations)可採用直管分支(straight run)、環狀配管(loop)、網格配管(grid)或前述的配置組合。儘管 NFPA 13R 與 NFPA 13D 相同，允許民生用水器具和自動撒水設備共用複合用途管路系統且應取得自來水單位的同意。然而，NFPA 13R 另要求當自動撒水設備與民生用水共用水源時，必須依照表 2-19 和表 2-20 的內容，將自動撒水設備以外的用水需求添加到水力計算當中。

表 2-19 民生固定用水裝置負載值

私人設施(個別住宅單元內的設施)	單位數	公共設施	單位數
帶沖水箱的浴室(包括馬桶、抽水馬桶和帶淋浴的浴缸)	3.6	浴缸	4
帶沖洗閥的浴室	8	廚房水槽	4
浴缸	1.4	廁所	2
洗碗機	1.4	服務匯	3
廚房水槽	1.4	花撒	4
洗衣盤	1.4	25 A 沖洗閥的小便池	10
廁所	0.7	20 A 沖洗閥的小便池	5
花撒	1.4	帶沖洗水箱的小便池	3
洗衣機	1.4	3.63 公斤洗衣機	3
帶沖洗閥的抽水馬桶	6	7.26 公斤洗衣機	4
帶沖洗水箱的抽水馬桶	2.2	帶沖洗閥的抽水馬桶	10
		抽水馬桶	5

(資料來源：NFPA 13R Table 5.1.1.6.1, p13 2022.)

表 2-20 民生固定用水裝置估計總需求值

固定裝置負載 (來自表 2-13)	總需求值			
	以沖洗為主的系統		以儲存為主的系統	
	gpm	L/min	gpm	L/min
1	3	11.5	-	-
2	5	19	-	-
5	10	38	15	57
10	15	57	25	95
20	20	76	35	130
35	25	95	45	170
50	30	115	50	190
70	35	130	60	225
100	45	170	70	265
150	55	210	80	305
200	65	245	90	340
250	75	285	100	380
350	100	380	125	475
500	125	475	150	570
750	175	660	175	660
1000	200	755	200	755
1500	275	1040	275	1040
2000	325	1230	325	1230
3500	500	1900	500	1900

NFPA 13R 規定住宅型撒水頭的最高裝設高度為 7.3 m，工作壓力(operating pressure)應在 0.5 kgf/cm^2 以上或符合認可要求。NFPA 13R 要求管徑應根據 NFPA 13 水力計算程序來決定，這部份與台灣設置標準的要求是一致的。表 2-21 是 NFPA 13R 提供的水力計算摘要表，登載：專案資料、系統設計要求以及供水資訊等。NFPA 13R 要求最遠區 4 只撒水頭放水密度應達到 2.04 L/min-m^2 (0.05 gpm/ft^2) 以上，水源容量至少可繼續放水 30 分鐘；而 NFPA 13D 僅規定最遠區 2 只同時放水之最小放水密度可達到 2.04 L/min-m^2 (0.05 gpm/ft^2) 以上。可看出，NFPA 13R 在撒水放水保護面積大於 NFPA 13D 的設計要求。NFPA 13R 的放水密度則小於 NFPA 13[42]所要求最遠區 4 只撒水頭的放水密度應達到 4.08 L/min-m^2 (0.1 gpm/ft^2) 以上的規定。水源容量要求上，NFPA 13R 為 30 分鐘，也大於 NFPA 13D 的 10 分鐘規定。

表 2-21 NFPA 13R 提供的水力計算摘要表

專案基本資料	專案名稱： Project name	
	日期： Date	
	位置/地址： Location/address	
	業主/住戶： Owner/occupant	
	安裝承包商名稱： Installing contractor's name	
	電話() Phone	
	安裝承包商地址： Installing contractor's address	
	設計師： Designer	
	電話() Phone	
	主管機關： Authority having jurisdiction(s)	
系統設計要求	NFPA 13R 設計版本： NFPA 13R design edition	
	設計區域名稱或編號： Design area name or number	
	設計區位置： Design area location	
	圖紙	☐ 住宅單元計算 Dwelling unit calculation
		☐ 外部住宅單元計算 Outside dwelling unit calculation
		☐ 其他 Other
	系統類型	☐ 濕式 Wet
		☐ 乾式 Dry
		☐ 預動式 Preaction
	系統體積(gal) System volume	
	撒水類型	☐ 標準範圍 Standard coverage
		☐ 擴大範圍 Extended coverage
		☐ 住宅 Residential
		☐ 其他 Other
	每個撒水頭的最大覆蓋範圍 ft ² ： Maximum coverage per sprinkler	
	最低放水量 gpm/ ft ² ：	

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

	Minimum rate of water application
	設計應用區域(住宅單元外) ft ² : Design area of application (outside of dwelling unit)
	計算的撒水器數量(住宅、走廊、車庫) : Number of sprinklers calculated (dwelling, corridor, garage)
	覆蓋範圍或特殊撒水頭的限制 : Limitations for extended coverage or special sprinklers
	最高撒水頭的高度 ft : Elevation of highest calculated sprinkler
	系統需求(gpm at psi) : Total system demand at source
	水錶尺寸 : Meter size
	品牌和型號 : Make and model
供水資料	測試日期 : Date of test
	測試時間 : am/pm Time of test
	測試消防栓位置 : Location of test hydrant
	測試消防栓相對於地面 ft : Elevation of test hydrant relative to project finished floor
	消防栓位置 : Location of flow hydrant(s)
	水源流量測試 : Source of water for flow test
	幫浦規格(gpm at psi) : Size of fire pump
	水箱尺寸(gal) : Size of water tank
備註 :	

(資料來源：NFPA 13R Table 5.1.1.6.1, p13 2022.)

為供住宅撒水設備進行測試，應設置 15 A 以上的排水管並安裝制水閥。末端查驗裝置 K 值應等於或小於安裝撒水頭的最小 K 值。住宅自動撒水設備啟用前應進行驗收測試工作。測試前，配管水壓測試之設定壓力是依據撒水頭數量或是否設置送水口來決定。20 只以上撒水頭或設有送水口的系統應根據 NFPA 13 地上配管要求進行靜水壓測試；未達 20 只撒水頭且沒有送水口的系統應以 3.4 bar 的設定壓力進行靜水壓測試。住宅撒水設備正式啟用後，應按照標準和製造商說明進行適當維護。任何損壞、腐蝕、被異物覆蓋或有洩漏跡象的撒水頭應更換為與原始設備相同性能特徵的撒水頭新品。NFPA 13R 要求應設置備用撒水頭庫存，以便及時更換任何已操作或以任何方式損壞的撒水頭，備用撒水頭之規定為：

1. 備品櫃的溫度在任何時候不得超過 38°C，

2. 備用庫存應包括已安裝的所有類型撒水頭：

- (1) 單戶住宅系統 - 不少於 2 只撒水頭
- (2) 未達 300 只撒水頭的住宅 - 不少於 6 只撒水頭
- (3) 300 以上未滿 1,000 只撒水頭的住宅 - 不少於 12 只撒水頭
- (4) 超過 1,000 只撒水頭的住宅 - 不少於 24 只撒水頭

就 NFPA 來說，住宅自動撒水設備的相關標準包括 NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems、NFPA 13R, Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies 和 NFPA 13D Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes。其中以 NFPA 13 的適用範圍最廣，任何建築物都可以依據 NFPA 13 設置自動撒水設備；NFPA 13R 則適用 4 層以下且建築高度不超過 18 m 的住宅；NFPA 13D 則只適用於 1 戶或 2 戶的住宅。配管材質方面，NFPA 13 和 NFPA 13R、NFPA 13D 除允許使用金屬管外，也容許使用氯化聚氯乙烯(Chlorinated Polyvinyl Chloride, CPVC)等耐熱樹脂管。NFPA 13D 則進一步放寬使用交聯聚乙烯(Cross-Linked Polyethylene, PEX) 和耐熱聚乙烯(Polyethylene of Raised Temperature Resistance, PE-RT)等耐熱樹脂管。關澤愛 (1991)認為[39]，由於 NFPA 13D 的規範設計僅應用於 1 戶或 2 戶的住宅單元，並不適用於三個住宅單位以上之集合住宅。原因是藉由自來水壓力和水量的 NFPA13D 撒水頭的設計目標並不是為了撲滅火災，而是將火場條件維持至少 10 分鐘的安全水準，關鍵是為了爭取疏散時間。即使性能有限的住宅型撒水設備滅火失靈，損害也僅限於一兩戶住家。集合住宅的情況，發生故障時的損害範圍已經超出 NFPA13D 的假設前提。第二個原因民生用水同時使用的問題。1 戶或 2 戶家庭住宅火災時，還有人員同時使用民生用水是非常罕見的。而在集合住宅火災的時候，很可能依然有住戶在使用民生用水，此舉將造成自來水壓力和水量的降低。整體比較起來，NFPA 13 標準的要求最高、NFPA 13R 次之，NFPA 13D 則最為寬鬆故其造價也較便宜。

第三節 水道連結型自動撒水設備

日本消防法施行令[43]中，將老人福利機構等收容無法自行避難人員之建築物歸類為特定設施，並規定 275 m² 以上的特定設施需設置自動撒水設備，樓地板面積未達 1,000 m² 時，得選擇設置水道連結型自動撒水設備，並應符合「特定設施水道連結撒水設備設置基準」[44]。且日本於 2022 年(平成 25 年)起修正規定所有特定設施皆需設置自動撒水設備。此外，日本水道連結型自動撒水設備系統可分為密閉濕式和密閉乾式二種型式，其中密閉乾式自動撒水設備僅能用於天花板及牆壁的裝潢採用不燃材料時才能使用。在撒水頭方面，天花板高度小於 3 m 時可以使用隱藏式撒水頭。設置隱藏式撒水頭時，每只撒水頭的防護半徑為 2.6 m 以下，設於可有效撒水的室內各部分。且 2 只撒水頭間距應在 1.8 m 以上，但撒水頭之間設有照明設備，而不會受其他撒水頭放水之影響時，間距可在 1.8 m 以下[45]。此外，水道連結型自動撒水設備亦須防護日式拉門、窗簾等壁面等可燃物，因此距離天花板面 0.5m 範圍內，都應有效防護，若室內中央設有照明設備時，可能干擾撒水設備對牆面的防護，故應在照明設備的二側皆配置撒水頭。相關設置如下圖 2-1 所示：

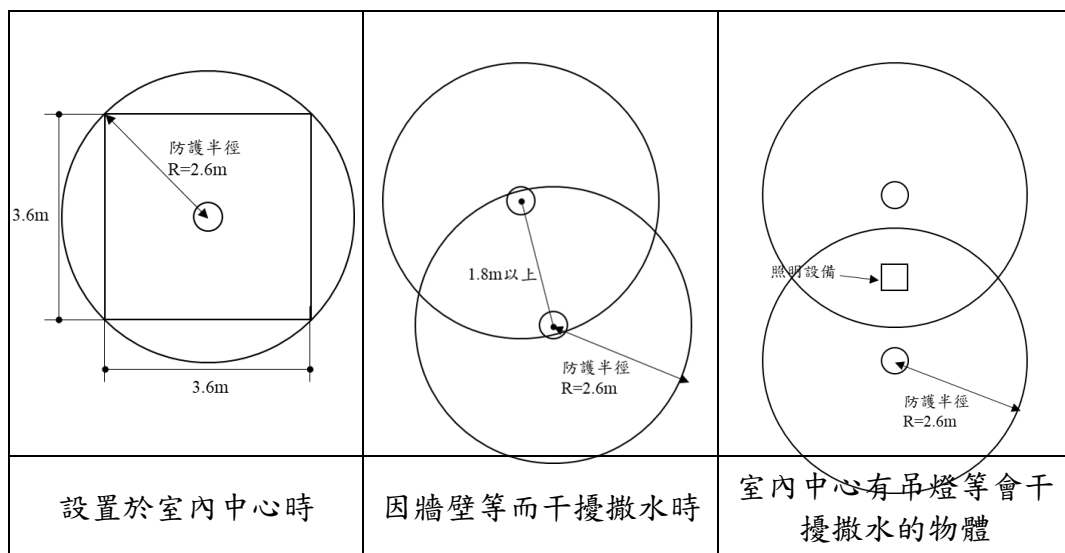


圖 2-1 水道連結型自動撒水設備密閉式撒水頭設置示意圖[45]

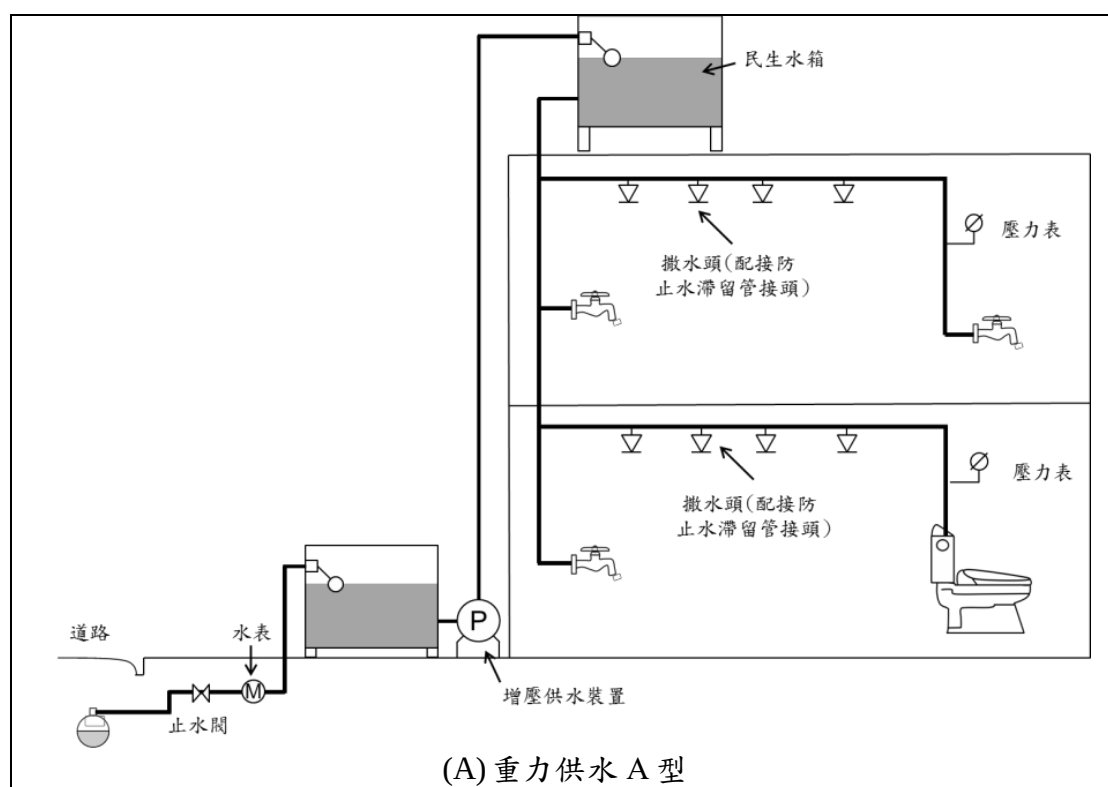
(資料來源：水道連結型スプリンクラー設備 Splash 設計要領書)

為避免密閉式撒水頭誤動作，撒水頭應設置在最高環境溫度 39°C 以下的場所，設於廚房等用火設備空間時，應盡可能設於遠離瓦斯爐等設備的位置。若設於樓梯間、儲藏室等天花板較低的空間，可能會有物品撞到隱藏式撒水頭的

部分，應設置隱藏式撒水頭用的保護蓋。此外，安裝保護蓋的隱藏式撒水頭請勿設置成傾斜 45 度以上。由於水道連結型自動撒水設備係由自來水管線供水至民生水箱或消防水箱，連接撒水配管及撒水頭，藉由重力或增壓供水裝置提供水道連結型自動撒水設備撒水頭放射所需之水量及放射壓力。採密閉乾式系統時，自來水管與水道連結型自動撒水設備分支處應設置電磁閥，以防止水滯留在管道內，電磁閥應設於方便操作、檢查及更換的位置。為了避免排水時，水殘留在電動閥組件二次側配管與排水管內，應將電磁閥設置在低於二次側配管、高於排水管的位置。日本水道連結型自動撒水設備配管材質得選用硬質氯乙烯內襯鋼管(SGP—VA,SGP—VB,SGP—VD)、聚乙烯粉體內襯鋼管(SGP—PA,SGP—PB,SGP—PD)、自來水用硬質聚氯乙烯管(VP、HIVP)、耐熱性硬質聚氯乙烯管、自來水用不鏽鋼鋼管、自來水用交聯聚乙烯管、自來水用聚丁烯管、配管用碳鋼管(SGP)、撓性軟管。設置 2 個以上的電磁閥時，應以房間為單位來劃分配管系統（同一個房間的電磁閥應同時開啟）。水力計算方面，日本消防法施行規則第 13 條之 6 第 2 項第 2 款，規定設置水道連結型撒水設備時，撒水頭之放水量在 30L/min 以上，放水壓力在 0.05Mpa 以上為有效放水性能，但牆壁及天花板(或樓上層樓板)使用耐燃二級材料裝修時，則可修改為放水量 15L/min 以上，放水壓力在 0.02Mpa 以上。另外，在日本特定施設水道連結型使用細節第 6 條第 1 款中，設置場所若有多個房間，在距離水錶最遠的放水區域應達有效放水性能，若最遠的放水區域設置超過 4 顆撒水頭，則以 4 顆計算。同條第 3 款規定，為了確保有效放水性能，距離水錶最遠的房間，撒水頭未達 4 顆時，距離水錶最遠的噴頭放水壓力必須在 0.05MPa 以上，並且放水量必須在 30 L/min 以上。日本總務省消防廳 2019 年分析報告指出，需要照護人員之臥室或年長者臥室等居室，其裝置住宅撒水設備(如水道連結型)等自動滅火設備可控制初期火災[44]。

2018 年，台灣參照日本基準之內容將水道連結撒水設備納入各類場所消防安全設備設置標準中，規定同標準第 12 條甲類第 6 目所定榮譽國民之家、長期照顧服務機構(限機構住宿式、社區式之建築物使用類組非屬 H-2 之日間照顧、團體家屋及小規模多機能)、老人福利機構(限長期照護型、養護型、失智照顧型之長期照顧機構、安養機構)、護理機構(限一般護理之家、精神護理之家)、

身心障礙福利機構(限照顧植物人、失智症、重癱、長期臥床或身心功能退化者)使用之場所，應設置自動撒水設備，其樓地板面積合計未達 1,000 m² 者，得設置水道連結型自動撒水設備或與現行法令同等以上效能之滅火設備或採用中央主管機關公告之措施。隨後，依設置標準第 17 條第 3 項規定訂定並頒布「水道連結撒水設備設置基準」。基準指出，水道連結型自動撒水設備為控制火災、降低火場溫度及阻隔濃煙，而利用場所內自來水系統連結水箱、增壓給水裝置、撒水配管、水道連結型撒水頭之簡易自動撒水滅火設備。使用範圍除設置標準第 12 條第 1 款第 6 目所定樓地板面積合計未達 1,000 m² 的特定場所以外，亦鼓勵住宅場所得自主設置水道連結型自動撒水設備，以提升其主動滅火能力。圖 2-3 為水道連結型自動撒水設備的民生水箱共用式的重力供水 A 型和增壓供水 B 型。此類型是由自來水管線供水至民生水箱，連接撒水配管及撒水頭，藉由重力或增壓供水裝置提供水道連結型自動撒水設備撒水頭放射所需之水量及放射壓力。



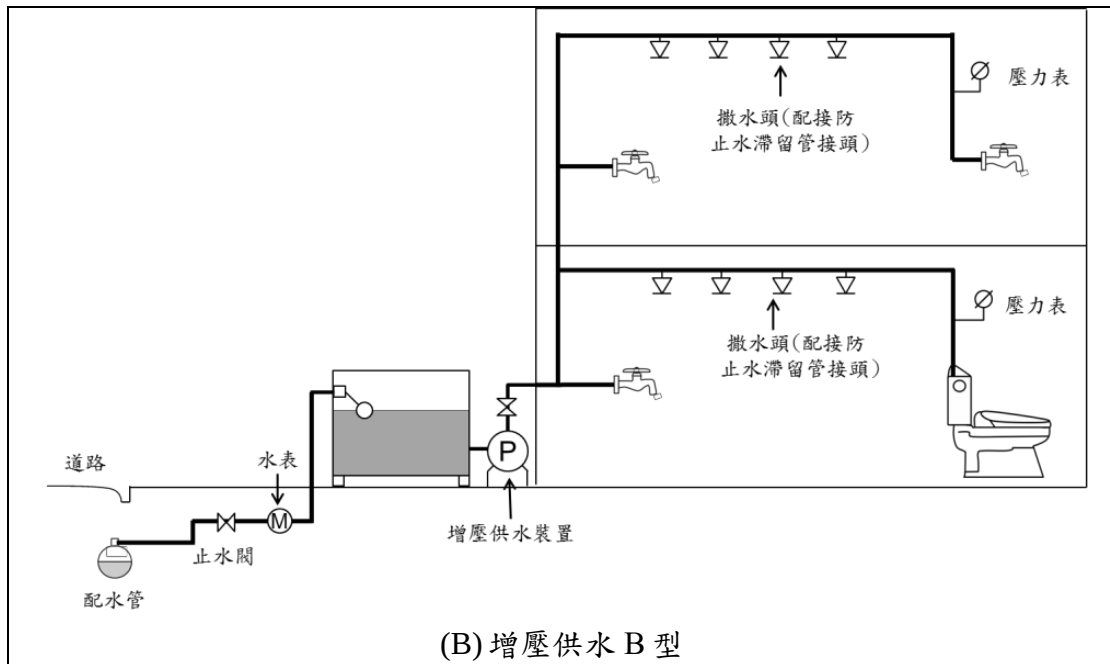
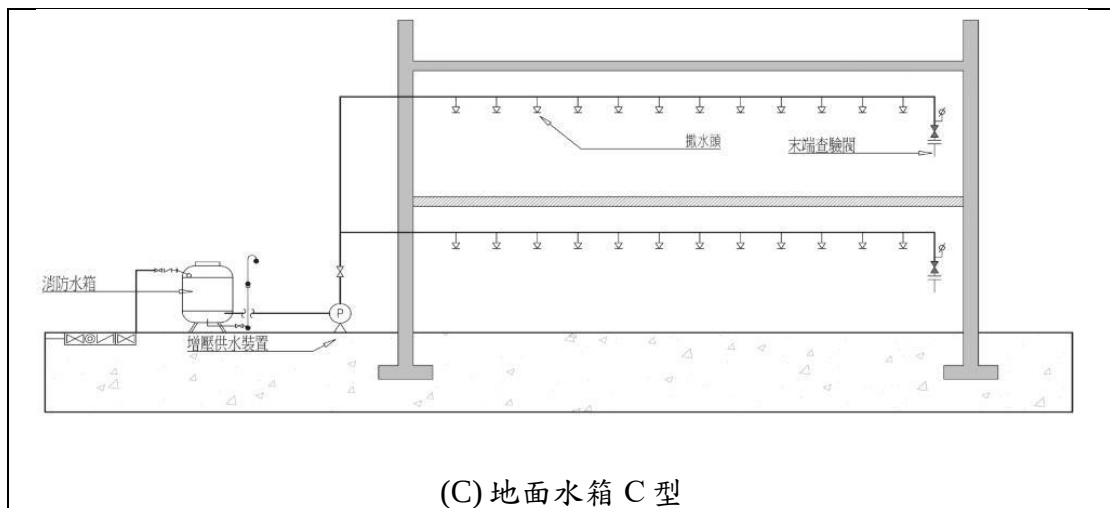


圖 2-2 民生水箱共用式示意圖[33]

獨立水箱供水方式則是由自來水管線供水至消防水箱，連接撒水配管及撒水頭，藉由重力或增壓供水裝置提供水道連結型自動撒水設備撒水頭放射所需之水量及放射壓力，可依照消防水箱的設置位置分成如圖 2-3 所示的地面水箱 C 型、屋頂水箱 D 型和樓層水箱 E 型。



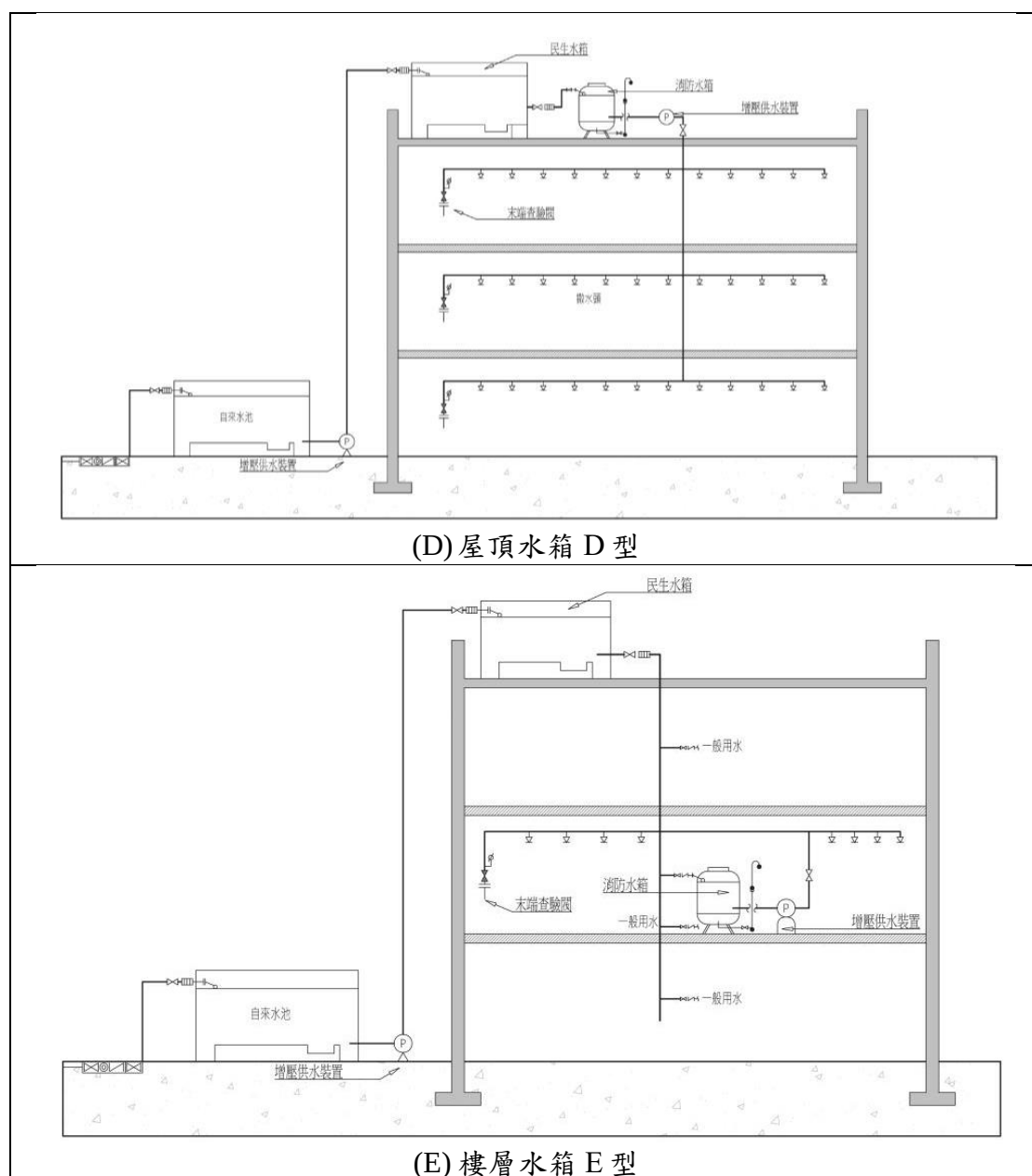


圖 2-3 獨立水箱式示意圖[33]

水道連結型自動撒水設備得排除設置標準第 44 條至第 46 條、第 50 條至第 55 條、第 57 條至第 60 條之配管、配件、屋頂水箱、竣工時之加壓試驗、配置、放水量、放水壓力、流水檢知裝置、水源容量、加壓送水裝置、送水口及緊急電源等規定；撒水頭放水壓力未符規定者，應設增壓供水裝置或其他有效增壓措施。水源容量規定應以 4 只水道連結型撒水頭，持續放水 20 分鐘以上計算之。

在配管、配件及閥類方面，民生水箱共用式的室內水平配管應避免傾斜且裝置時儘量縮短配管與撒水頭間管距，撒水頭應配接防止水滯留之管接頭，配管末端連結水龍頭或馬桶水箱等日常生活用水設施，俾使配管內水源流動不滯

留。民生水箱共用式連結撒水頭之配管材質應符合自來水配管之相關規定，獨立水箱式則要求配管材質應符合下列規定之一：

1. 設置標準規定之符合國家標準 6445 配管用碳鋼鋼管、4626 壓力配管用碳鋼鋼管、6331 配管用不銹鋼鋼管或具同等以上強度、耐腐蝕性及耐熱性者，或採用經中央主管機關認可具氣密性、強度、耐腐蝕性、耐候性及耐熱性等性能之合成樹脂管。
2. 自來水用戶用水設備標準規定之聚乙烯塑膠管、聚氯乙稀塑膠管、聚乙烯夾鋁塑膠管、內襯聚乙烯之聚氯乙稀塑膠管、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑膠管、聚丁烯塑膠管、玻璃纖維強化塑膠管、碳鋼鋼管、鎳鉻鐵合金管、不銹鋼管或鋼管。

此外，設置標準規範之合成樹脂管或自來水用戶用水設備標準規範之聚乙烯塑膠管、聚氯乙稀塑膠管、聚乙烯夾鋁塑膠管、內襯聚乙烯之聚氯乙稀塑膠管、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑膠管、聚丁烯塑膠管、玻璃纖維強化塑膠管，其立管應設於防火構造之管道間，垂直及水平配管應敷設於耐燃材料內保護。屋外或潮濕場所露出之金屬配管須施以防銹塗裝等防蝕措施，配管材質採不銹鋼鋼管不在此限。管接頭及閥類應符合場所使用壓力值以上，設置於高層建築物之配管管材則應符合建築技術規則規定。

撒水頭設置應符合密閉式撒水頭認可基準規範之水道連結型撒水頭，設置數量依各廠牌水道連結型撒水頭之原廠技術手冊所訂防護半徑、防護範圍檢討。此外，基準允許住宅中的洗手間、浴室和廁所得免設置撒水頭。有關放水性能要求，基準要求水道連結型撒水頭放水量應在 30 L/min 以上，最末端放水壓力應在 0.5 kgf/cm²。從表 2-22 關於台灣、美國、日本與住宅自動撒水設備相關標準的比較可看出，台灣對於水道連結型撒水頭的放水壓力要求和 NFPA 13D 和 NFPA 13R 是一致的。撒水頭最大開啟數量的計算，水道連結型自動撒水設備和 NFPA 13R 相同，皆為最遠端 4 只撒水頭。

第三章 設置案例分析

2017 年至 2021 年期間台灣火災死亡案件數最多的住宅類型為 5 層以下住宅，根據設置標準第 17 條，5 層以下住宅並未達到應設置自動撒水設備之規定。另 NFPA 13R 僅適用於 4 層以下且建築高度不超過 18 m 的住宅；NFPA 13D 則僅限應用於 1 戶或 2 戶的住宅。水道連結型自動撒水設備允許民生用水器具和自動撒水設備共用複合用途管路，換算其火災控制性能的放水密度約為 2.2 L/min-m^2 略高於 NFPA 13D 和 NFPA 13R 所要求的 2.04 L/min-m^2 放水密度。此外，計算最末端同時 4 只撒水頭的放水量與 NFPA 13R 的要求是一致的。儘管水道連結型自動撒水設備要求之放水持續時間為 20 分鐘較 NFPA 13R 要求的 30 分鐘為短，此部份對於消防分隊分佈密度較低的偏鄉地區，可考慮設計較長的放水持續時間。由於內政部已於 2018 年頒布水道連結型自動撒水設備設置基準[33]，增壓供水裝置、水源容量、配管、配件、閥類、撒水頭、末端測試裝置、標示等皆有詳盡規範。接下來，本研究將以 3 層單一所有權住宅和 4 層區分所有權集合住宅為例，分別建立水道連結型自動撒水設備獨立水箱式和民生水箱共用式的 BIM 模型，探討設置住宅自動撒水設備工程實務上可能遭遇的問題與可行對策。

第一節 實務設置案例

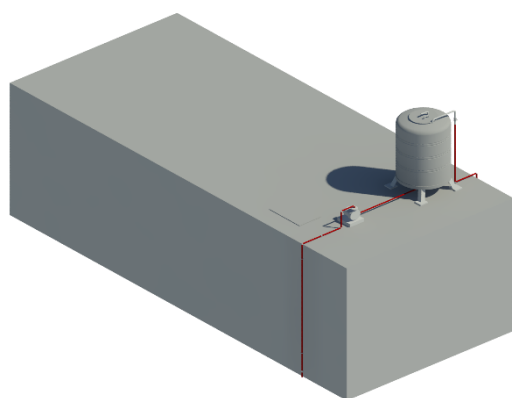
一、3 層單一所有權住宅

圖 3-1 為獨立水箱式 3 層單一所有權住宅的 BIM 模型，案例建築物的屋齡約為 55 年。表 3-1 為 3 層住宅空間明細表，顯示出設置案例中所有空間的名稱和面積。圖 3-1 (a) 中，於屋突層設置 1 組 3T 的不鏽鋼獨立水箱，由於該建築物無立管管道間，自動撒水立管設於屋外並固定於外牆牆面，再進入至屋內的自動撒水配管。由於水箱至最高撒水頭落差僅有 4 m，消防水箱至 3 層天花板的靜水壓無法使水道連結型撒水頭達到 0.5 kgf/cm^2 的放水壓力要求，因此在屋突設置一台加壓幫浦水量為 120L/min、揚程 20m、功率 1HP。圖 3-1 (b) 為水道連結自動撒水設備的系統模型，屋內除了樓梯、浴室和廁所未設置撒水頭，末端查驗裝置則設置在各層廁所外的洗手槽處。因案例住宅無管道間，考量屋外配管的耐候性、耐腐蝕性以及系統設置成本，自動撒水設備的屋內及屋外配管和管

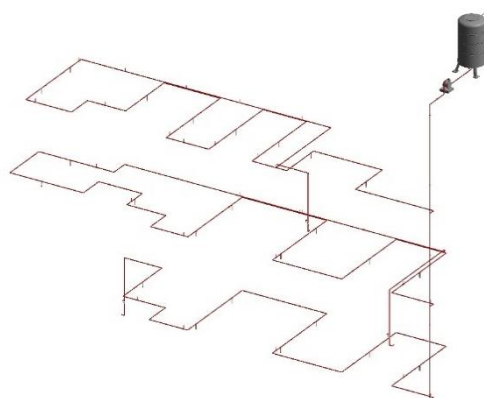
另件皆採用聚氯乙烯(PVC)塑膠管直接鋪設，並未另予施加耐燃材料保護。

表 3-1 3 層住宅空間明細表

樓層	空間	面積(m ²)	樓高(m)
1F	臥室	31	3.2
	樓梯	4	
	走廊	9	
	臥室	20	
	樓梯	29	
	浴廁	13	
2F	臥室	17	3.2
	儲藏室	6	
	樓梯	4	
	客廳	40	
	浴廁	8	
	茶水間	21	
3F	健身室	23	3.2
	樓梯	4	
	客餐廳	35	
	廚房	21	
	廁所	5	
	浴室	3	



(a) 消防水箱及加壓幫浦



(b) 撒水設備系統圖

圖 3-1 獨立水箱式 3 層住宅模型

考量既有建築物之裝潢已大致完成，若室內未設置天花板，當向下型撒水設備設於接近房間中央的位置時，對於美觀造成影響可能影響民眾設置意願，因此本研究繪製側壁型撒水頭及向下型撒水頭二種配管方式之 BIM 模型，可供民眾參考比較，如圖 3-2。

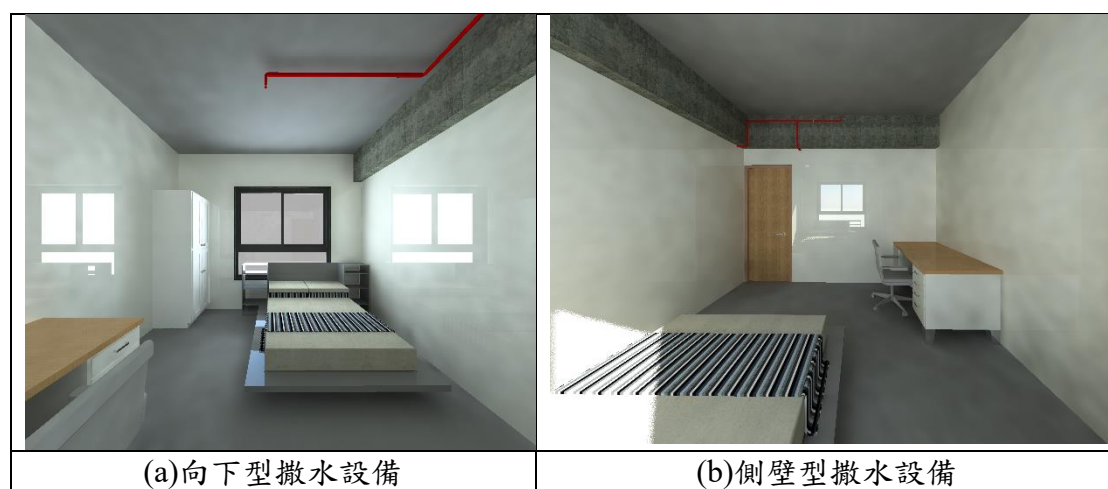
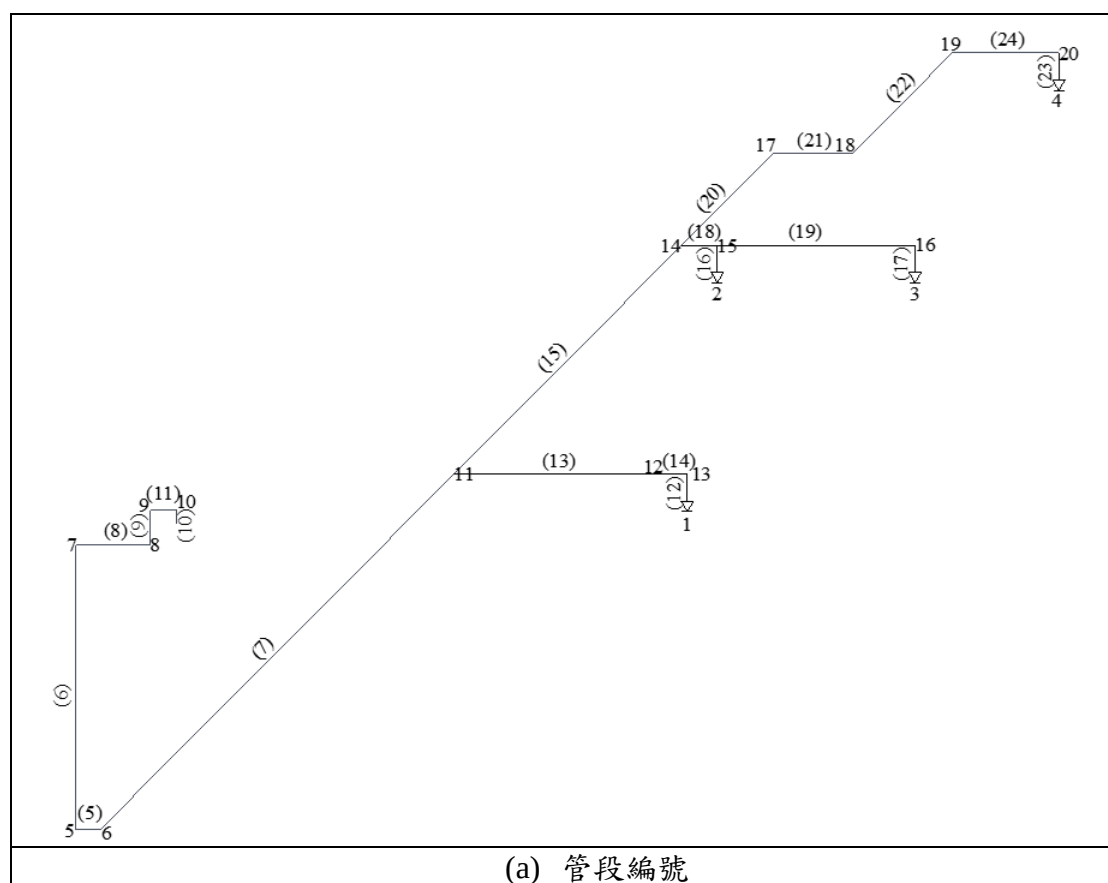


圖 3-2 獨立水箱式 3 層向下型/側壁型撒水頭示意圖

將加壓幫浦至 3 樓最末端 4 只撒水頭所經過的管段繪製系統圖如圖 3-3，將各管段及管段之交點進行編號，再設定由幫浦至最末端撒水頭所經管段之管徑及管長，接著計算各管段之配管摩擦損失如表 3-2，其中主要摩擦損失為各直管管之摩擦損失，次要摩擦損失則為管另件之摩擦損失。



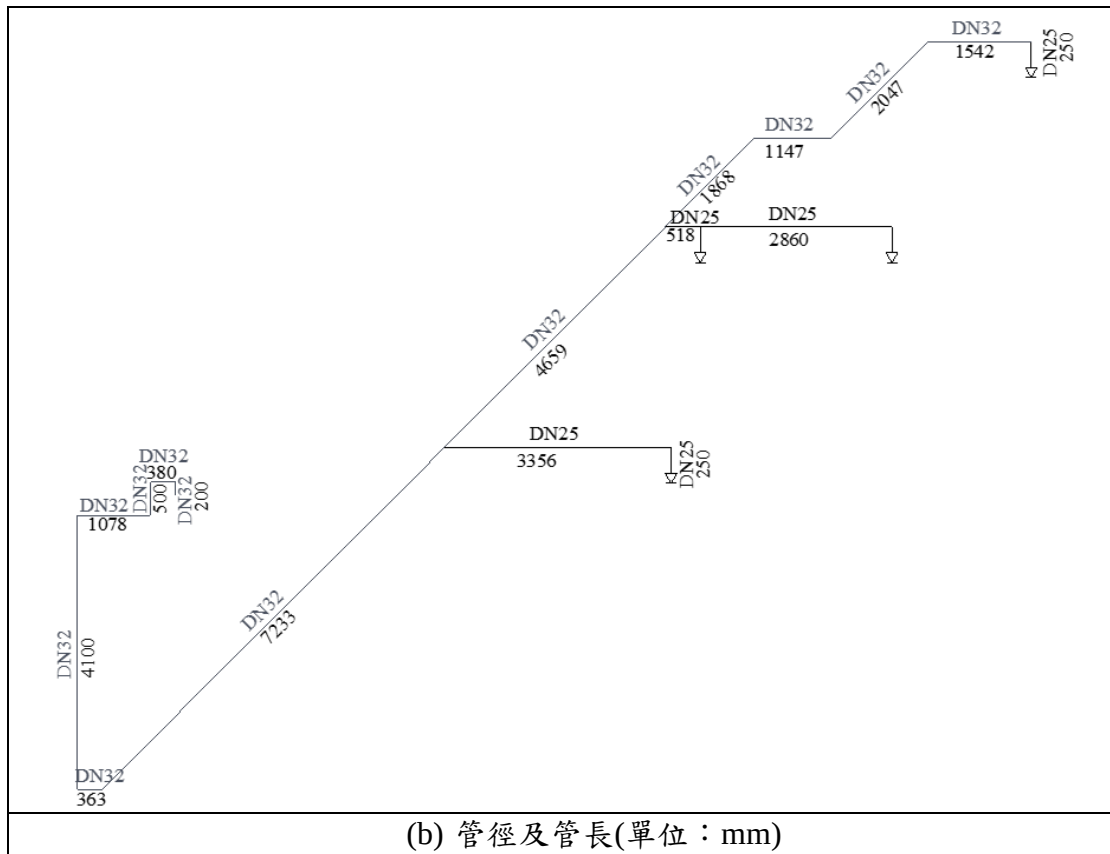


圖 3-3 3 層獨立水箱式系統圖

表 3-2 3 層獨立水箱式配管摩擦損失計算

管段	節點 1	節點 2	管徑 D (mm)	流量 Q (L/min)	主要摩擦損失(m)	次要摩擦損失(m)	摩擦損失 總和(m)
					$H=1.2 \times \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}} \times (\frac{L_K+L_K''}{100})$		
(5)	6	5	32	122	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.36/100)}$	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.267
(6)	5	7	32	122	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.1/100)}$	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.951
(9)	8	9	32	122	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.5/100)}$	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.292
(10)	0	10	32	122	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.2/100)}$	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.238
(11)	10	9	32	122	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.38/100)}$	$\frac{1.2 \times (122^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.271
(16)	15	2	25	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.25/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.052
(17)	16	3	25	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.25/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.052
(18)	14	15	25	60	$\frac{1.2 \times (60^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.52/100)}$	$\frac{1.2 \times (60^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.236
(19)	15	16	25	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (2.86/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.182
(20)	17	14	32	31	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.87/100)}$	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.042
(21)	18	17	32	31	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.15/100)}$	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.032
(22)	19	18	32	31	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (2.05/100)}$	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.044
(23)	20	4	25	31	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.25/100)}$	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.054
(24)	20	19	32	31	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.54/100)}$	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.037

彙整計算條件及配管摩擦損失計算結果如表 3-3，水力計算條件依照水道連結型撒水設備設置基準，每只撒水頭流量應為 30 L/min，放水壓力在 0.5 kgf/cm² 以上，配管摩擦損失計算結果為 2.7m，加壓幫浦揚程需求為 3.9m，系統出水量需求是將各管段之配管摩擦損失計算完成後，計算各噴頭壓力及流量如表 3-4，4 只噴頭流量一共為 122 L/min，因此選用揚程 20 m、流量 130 L/min 的加壓幫浦。

表 3-3 3 層獨立水箱式水力計算結果

項目		內容
水力計算條件	法規依據	水道連結型撒水設備設置基準
	噴頭 K 值 Lpm/bar ^{0.5}	30.0
	放水壓力要求 kgf/cm ²	0.5
	配管材質	聚氯乙烯(PVC)塑膠管
末端放水資訊	放出口數量(只)	4
	放出口涵蓋面積 (m ²)	54.8
	幫浦設置樓層	R1F
	幫浦設置位置	屋頂平台
	末端計算樓層	3FL
水力計算結果	配管摩擦損失(m)	2.7×1.1= 3
	落差(m)	-4.10
	放水壓力要求(m)	5
共用幫浦檢討	加壓幫浦揚程需求 (m)	3.9
	系統出水量需求(L/min)	122
	幫浦揚程選用 (m)	20
	幫浦出水量選用(L/min)	130

表 3-4 3 層獨立水箱式撒水頭壓力及流量

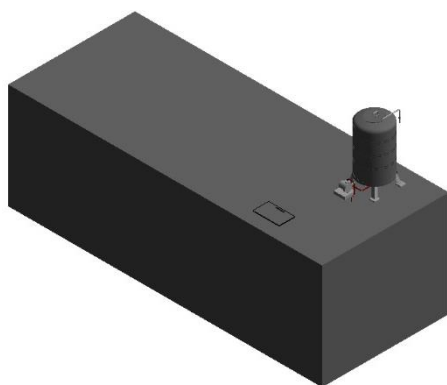
撒水頭編號	實際放水壓力 (kgf/ cm ²)	流量 (L/min)
1	1.1	31
2	1.0	30
3	1.0	30
4	1.1	31

獨立水箱式 3 層住宅的 BIM 模型是以建築物實際比例建置，水道連結型自動撒水設備的設備、直管、管另件皆為實際比例的 3D 元件。在案例模型繪製完成後，將 BIM 模型中有關水道連結型自動撒水設備的元件匯出成如表 3-5 的明細表。

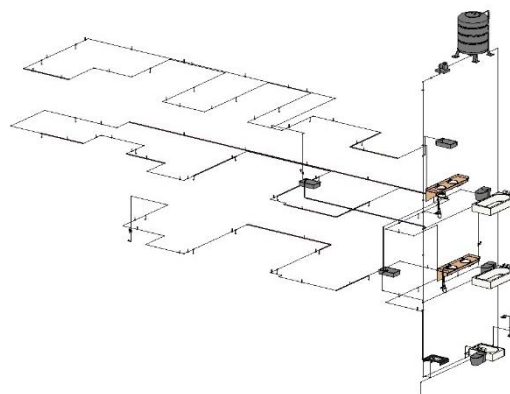
表 3-5 3 層獨立水箱式材料明細

品名	規格	單位	數量
消防水箱	不鏽鋼 3T	組	1
加壓幫浦	1HP, 130LPM/20m 以上	台	1
水道連結型撒水頭	72 °C,K30	只	24
PVC 管	32A	m	24.3
PVC 管	25A	m	116.7
PVC 管	20A	m	3.51
90 度彎頭	25ø-25ø	只	76
異徑接頭	25ø-20ø	只	9
末端查驗裝置	20A 球閥, 壓力表, 限流裝置	組	2
T 接頭	25ø-25ø-25ø	只	6
3/8 全牙螺桿	不鏽鋼	m	8.1
屋內角鐵	50cm,t=2mm	支	2
屋外角鐵	50cm,t=2mm	支	2

如同獨立水箱式的落差條件，民生水箱共用式在屋突設置 1 組 3T 的不鏽鋼民生水箱及一台加壓幫浦水量為 120L/min、揚程 20m、功率 1HP 加壓幫浦如圖 3-4 (a) 所示，以使最高撒水頭符合 0.5 kgf/cm^2 的放水壓力規定。與獨立水箱式不同之處，在於民生水箱共用式沒有額外再設置立管，而是從水箱出口處配管連接加壓幫浦，再將加壓幫浦配管二次側接到下行給水管後進入屋內。撒水頭的配管係由屋內的水龍頭配管延伸設置，除了樓梯、浴室和廁所以外，屋內皆配置撒水頭和防止水滯留管接頭，並將末端撒水配管延伸至各層廁所外的洗手槽處的水龍頭，俾使配管內水源流動不滯留。所有配管和管另件皆採用聚氯乙稀(PVC)塑膠管直接鋪設，並未另予施加耐燃材料保護。



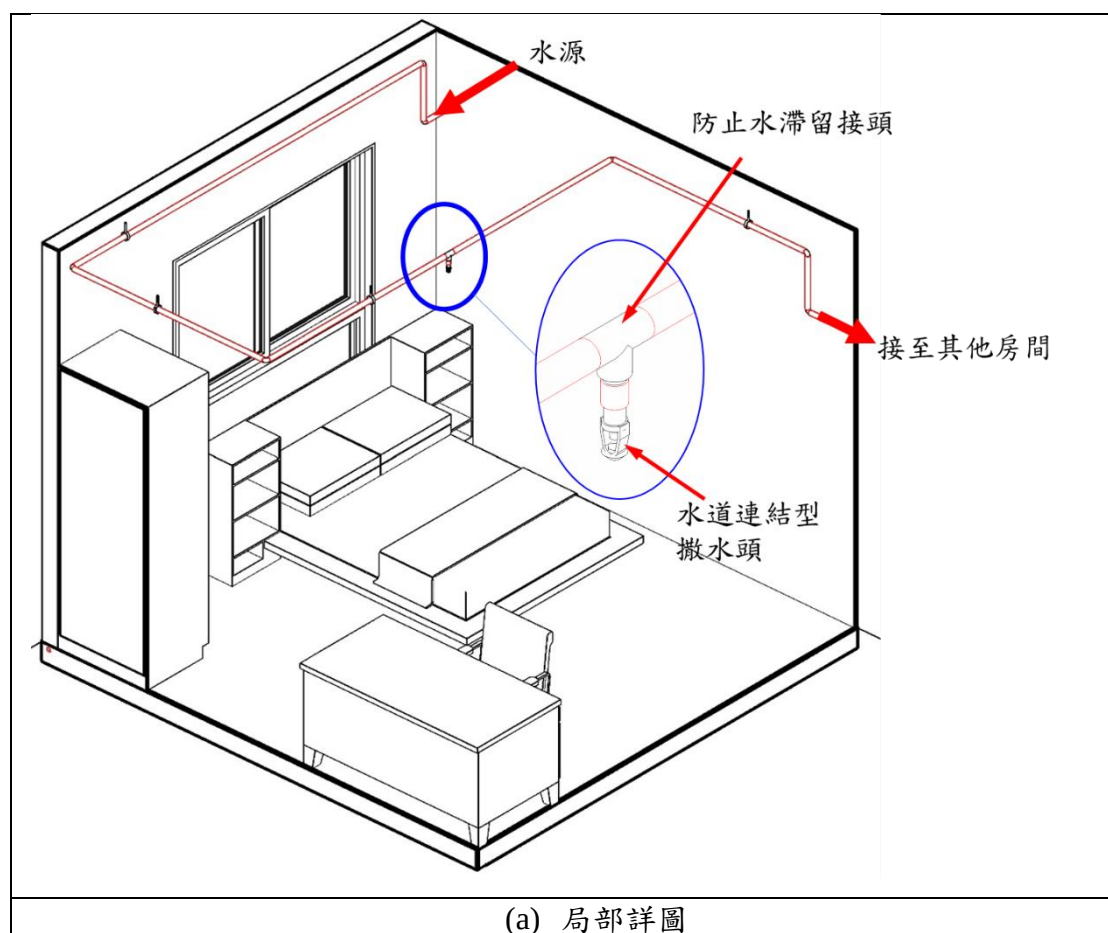
(a) 民生水箱及加壓幫浦



(b) 撒水設備系統圖

圖 3-4 民生水箱共用式 3 層住宅模型

圖 3-5 為民生水箱共用式設置詳圖，水道連結型撒設備由水龍頭配管分流後接至水道連結型撒水頭，為防止水滯留於配管內形成死水，在撒水頭前須設置防止水滯留接頭。



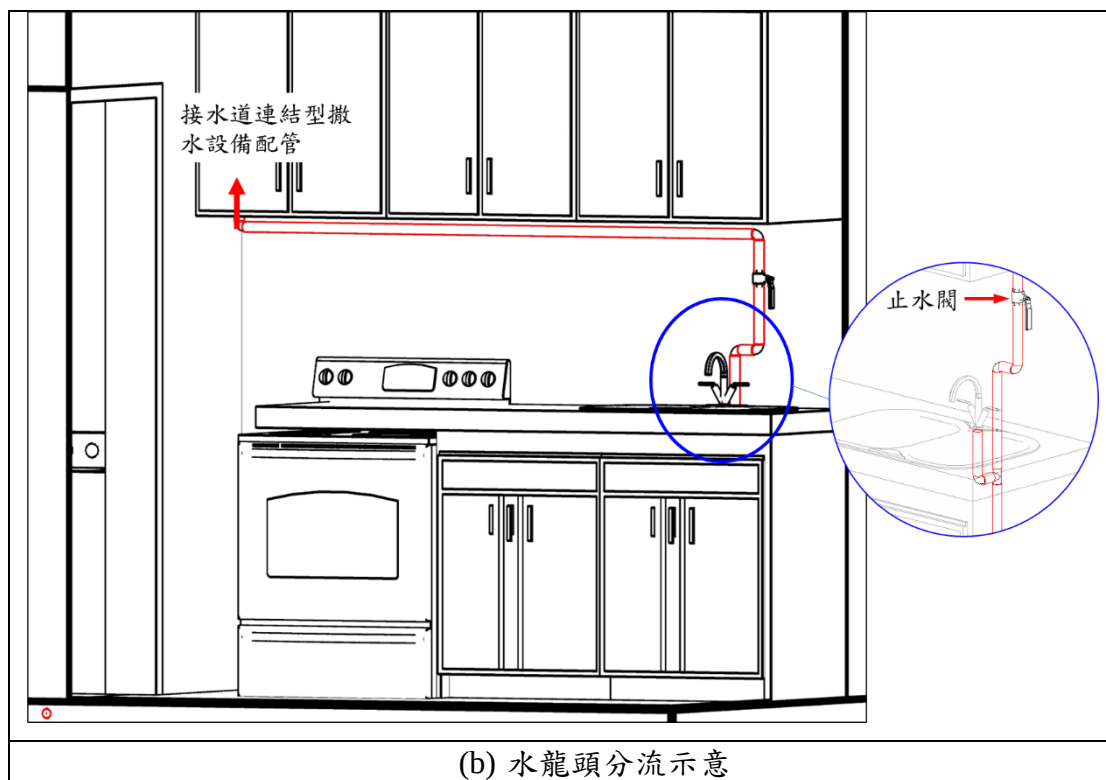


圖 3-5 民生水箱共用式配置示意圖

民生水箱共用式在設置完成後，一樣將加壓幫浦至 3 樓最末端 4 只撒水頭所經過的管段繪製系統圖如圖 3-6，將各管段及管段之交點進行編號，再設定由幫浦至最末端撒水頭所經管段之管徑及管長，接著計算各管段之配管摩擦損失如表 3-6。

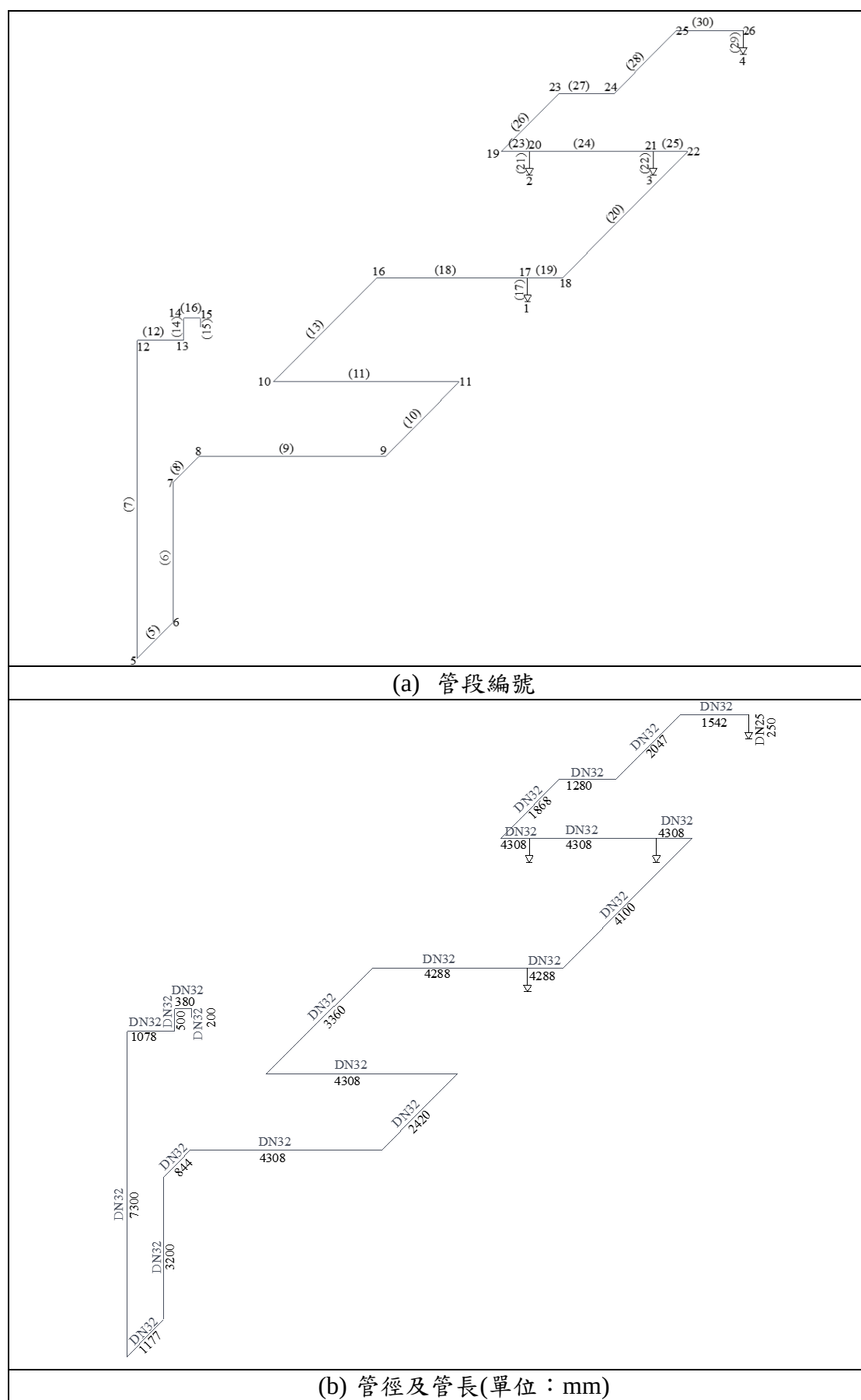


圖 3-6 3 層民生水箱共用式系統圖

表 3-6 3 層民生水箱共用式配管摩擦損失計算

管段	節點 1	節點 2	管徑 D (mm)	流量 Q (L/min)	主要摩擦損失(m)	次要摩擦損失(m)	摩擦損失 總和(m)
					$H=1.2 \times \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}} \times (\frac{I_{K'}+I_{K''}}{100})$		
(5)	5	6	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.18/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.581
(6)	7	6	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (3.2/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.800
(7)	5	12	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (7.3/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	1.563
(8)	7	8	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.84/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.361
(9)	8	9	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.31/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	1.007
(10)	9	11	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (2.42/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.655
(11)	11	10	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.31/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	1.007
(12)	13	12	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.08/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.406
(14)	13	14	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.5/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.298
(15)	0	15	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.2/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (2.1/100)}$	0.428
(16)	15	14	32	124	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (0.38/100)}$	$\frac{1.2 \times (124^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.275
(19)	17	18	32	91	$\frac{1.2 \times (91^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.29/100)}$	$\frac{1.2 \times (91^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (2.1/100)}$	0.670
(20)	18	22	32	91	$\frac{1.2 \times (91^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.1/100)}$	$\frac{1.2 \times (91^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (2.1/100)}$	0.650
(21)	20	2	25	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.25/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.052
(22)	21	3	25	31	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.25/100)}$	$\frac{1.2 \times (31^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.054
(23)	20	19	32	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.31/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.073
(24)	21	20	32	60	$\frac{1.2 \times (60^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.31/100)}$	$\frac{1.2 \times (60^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.264
(25)	22	21	32	91	$\frac{1.2 \times (91^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (4.31/100)}$	$\frac{1.2 \times (91^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.567
(26)	19	23	32	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.87/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.040
(27)	23	24	32	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.28/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.032
(28)	24	25	32	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (2.05/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.043
(29)	26	4	25	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.25/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(2.72^{4.87}) \times (0.8/100)}$	0.052
(30)	25	26	32	30	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.54/100)}$	$\frac{1.2 \times (30^{1.85})}{(3.55^{4.87}) \times (1.1/100)}$	0.036

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

彙整計算條件及配管摩擦損失計算結果如表 3-7，配管摩擦損失計算結果為 10.9m，加壓幫浦揚程需求為 11.8m，系統出水量需求是將各管段之配管摩擦損失計算完成後，計算各噴頭壓力及流量如表 3-8，4 只噴頭流量一共為 123 L/min，因此選用揚程 20 m、流量 130 L/min 的加壓幫浦。

表 3-7 3 層民生水箱共用式水力計算結果

項目		內容
水力計算條件	法規依據	水道連結型撒水設備設置基準
	噴頭 K 值 Lpm/bar ^{0.5}	30.0
	放水壓力要求 kgf/cm ²	0.5
	配管材質	聚氯乙烯(PVC)塑膠管
末端放水資訊	放出口數量(只)	4
	放出口涵蓋面積 (m ²)	54.8
	幫浦設置樓層	R1F
	幫浦設置位置	屋頂平台
	末端計算樓層	1FL
水力計算結果	配管摩擦損失(m)	9.9×1.1= 10.9
	落差(m)	-4.10
	放水壓力要求(m)	5
共用幫浦檢討	加壓幫浦揚程需求 (m)	11.8
	系統出水量需求(L/min)	123
	幫浦揚程選用 (m)	20
	幫浦出水量選用(L/min)	130

表 3-8 3 層民生水箱共用式撒水頭壓力及流量

撒水頭編號	實際放水壓力 (kgf/ cm ²)	流量 (L/min)
1	1.2	33
2	1.0	30
3	1.1	31
4	1.0	30

如同獨立水箱式，民生水箱共用式 3 層住宅的 BIM 模型以建築物實際比例建置，水道連結型自動撒水設備的設備、直管、管另件皆為實際比例的 3D 元件，

經由水力計算確認奔普規格及配管管徑後，修正模型參數。在案例模型繪製完成後，將 BIM 模型中有關水道連結型自動撒水設備的元件匯出材料明細表如表 3-9。

表 3-9 3 層民生水箱共用式材料明細

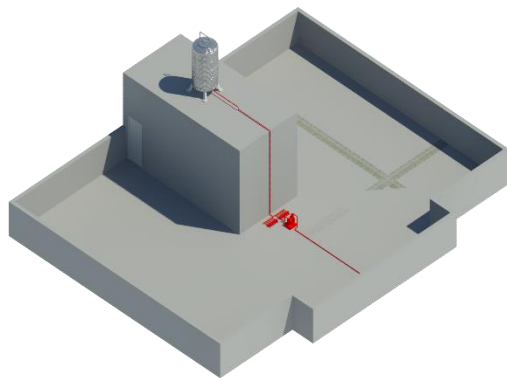
品名	規格	單位	數量
民生水箱	不鏽鋼 3T	組	1
加壓幫浦	1HP, 130LPM/20m 以上	台	1
水道連結型撒水頭	72 °C,K30	只	24
防止水滯留接頭	15A	只	24
PVC 管	32A	m	149
PVC 管	25A	m	42.6
PVC 管	20A	m	3.51
90 度彎頭	25ø-25ø	只	65
T 接頭	25ø-25ø-25ø	只	4
異徑接頭	25ø-20ø	只	9
末端查驗裝置	20A 球閥, 壓力表, 限流裝置	組	3
3/8 全牙螺桿	不鏽鋼	m	8.25
屋內角鐵	50cm,t=2mm	支	5

二、4 層區分所有權集合住宅

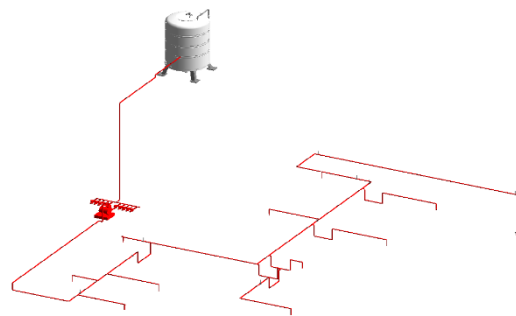
表 3-4 為 4 層集合住宅空間明細表，顯示出設置案例中所有空間的名稱和面積。圖 3-3 為獨立水箱式 4 層區分所有權集合住宅的 BIM 模型。由於消防水箱至最高撒水頭落差僅有 4.2 m，在沒有加壓幫浦的情況下 4 層天花板的靜水壓無法使撒水頭達到 0.5 kgf/cm^2 的放水壓力。因此，在屋突設置 1 組 3T 的不鏽鋼消防水箱與一台加壓幫浦水量為 120L/min、揚程 20m、功率 1HP (參閱圖 3-7 (a))。屋齡約 40 年的案例建築物沒有立管管道間，自動撒水立管從建築物外牆下行至 4 層樓板下方約 20 cm 處進入至屋內。圖 3-7 (b) 為獨立水箱式水道連結自動撒水設備系統模型，屋內除樓梯、浴室和廁所外皆設置撒水頭，末端查驗裝置設置於前陽台處。屋內及屋外配管和管另件皆採用聚氯乙烯(PVC)塑膠管直接鋪設，未施予耐燃材料保護。

表 3-10 4 層集合住宅空間明細

空間	面積(m ²)	樓高(m)
客廳	30	3
臥室	19	
前陽台	11	
浴廁	7	
臥室	19	
臥室	17	



(a) 消防水箱及加壓幫浦



(b) 撒水設備系統圖

圖 3-7 4 層獨立水箱式住宅模型

圖 3-8 為獨立水箱式幫浦加壓示意圖，加壓幫浦可設置於屋頂平台或陽台，在藉由加壓幫浦將水源送至水道連結型撒水設備配管。

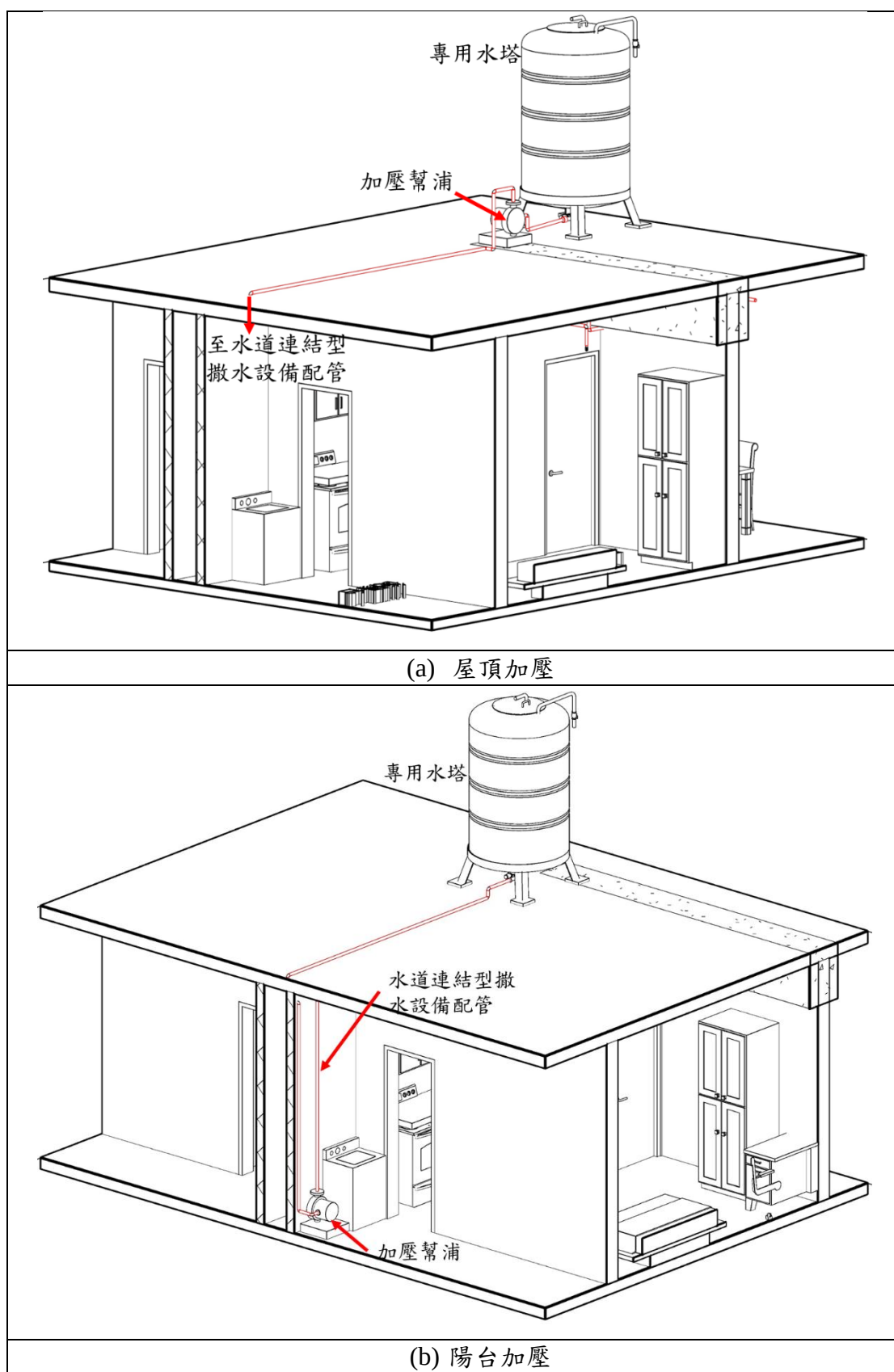


圖 3-8 獨立水箱式幫浦加壓示意圖

配管建置完成後繪製系統圖如圖 3-9，將各管段及管段之交點進行編號，再

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

設定由幫浦至最末端撒水頭所經管段之管徑及管長，接著計算各管段之配管摩擦損失如表 3-11。

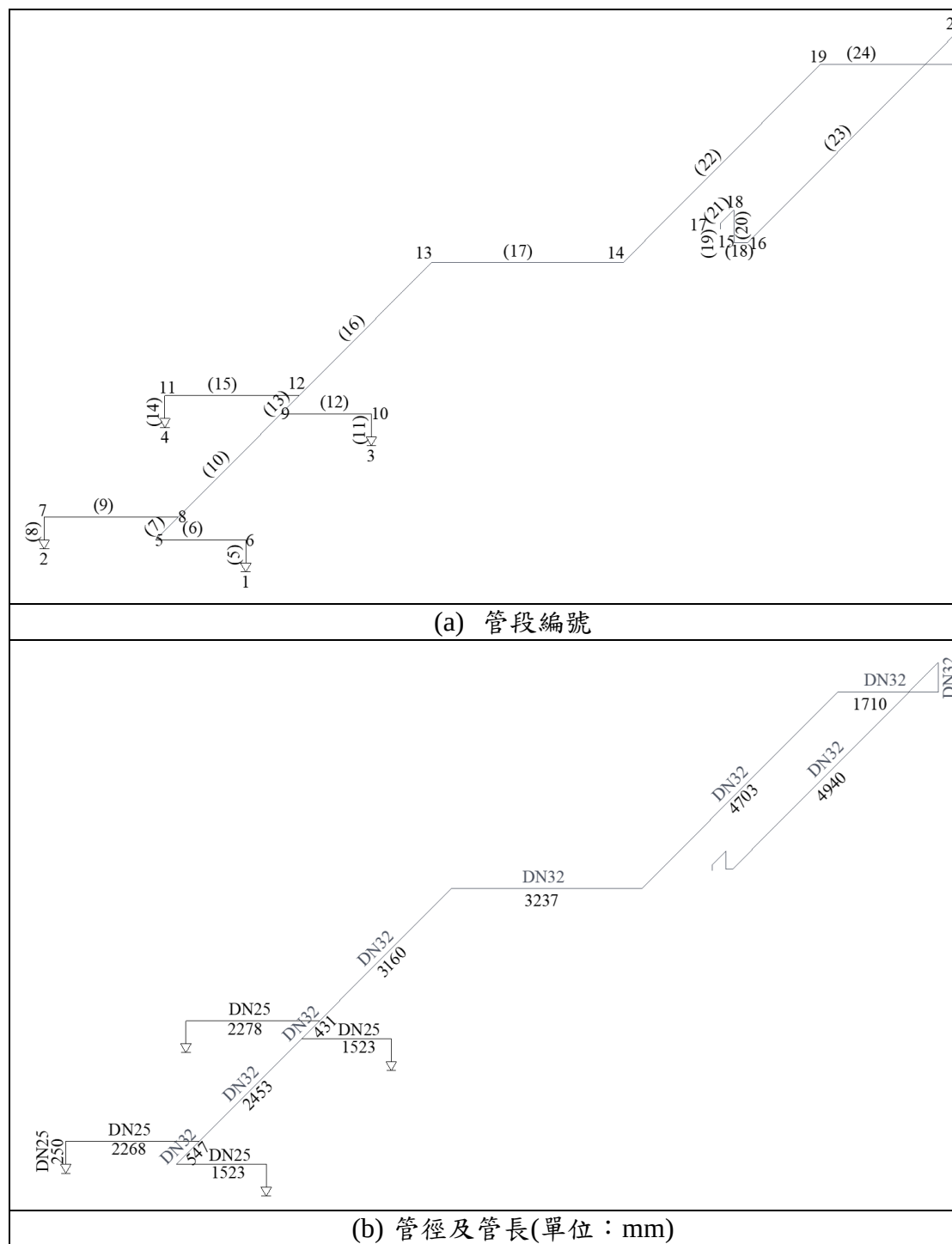


圖 3-9 4層獨立水箱式水力計算系統圖

表 3-11 4 層獨立水箱式配管摩擦損失計算

管段	節點 1	節點 2	管徑 D (mm)	流量 Q (L/min)	主要摩擦損失(m)	次要摩擦損失(m)	摩擦損失 總和(m)
					$H=1.2 \times \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}} \times (\frac{I_{K'}+I_{K''}}{100})$		
(19)	0	17	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.1/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.213
(21)	17	18	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.32/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.253
(20)	18	15	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.3/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.249
(18)	15	16	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.11/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.215
(23)	16	21	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (4.94/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	1.074
(25)	20	21	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.5/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.285
(24)	20	19	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.71/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.500
(22)	19	14	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (4.7/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	1.032
(17)	14	13	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (3.24/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.772
(16)	13	12	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (3.16/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.758
(13)	12	9	32	91	$1.2 \times (91^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.43/100)$	$1.2 \times (91^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.160
(10)	9	8	32	60	$1.2 \times (60^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (2.45/100)$	$1.2 \times (60^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.174
(7)	8	5	32	30	$1.2 \times (30^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.55/100)$	$1.2 \times (30^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.022
(6)	5	6	25	30	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (1.52/100)$	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (0.8/100)$	0.115
(5)	6	1	25	30	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (0.25/100)$	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (0.8/100)$	0.052

計算結果如表 3-12，配管摩擦損失計算結果為 6.5m，加壓幫浦揚程需求為 10.9m，系統出水量需求是將各管段之配管摩擦損失計算完成後，計算各噴頭壓力及流量如表 3-13，4 只噴頭流量一共為 120 L/min，因此選用揚程 20 m、流量 130 L/min 的加壓幫浦，材料明細如表 3-14 所列。

表 3-12 4 層獨立水箱式水力計算結果

項目		內容
水力計算條件	法規依據	水道連結型撒水設備設置基準
	噴頭 K 值 Lpm/bar 0.5	30
	放水壓力要求 kgf/cm ²	0.5
	配管材質	聚氯乙烯(PVC)塑膠管
末端放水資訊	放出口數量(只)	4
	放出口涵蓋面積 (m ²)	54.8
	幫浦設置樓層	R1F
	幫浦設置位置	屋頂平台
	末端計算樓層	4FL
水力計算結果	配管摩擦損失(m)	5.9×1.1= 6.5
	落差(m)	-0.6
	放水壓力要求(m)	5
共用幫浦檢討	加壓幫浦揚程需求 (m)	10.9
	系統出水量需求(L/min)	120
	幫浦揚程選用 (m)	20
	幫浦出水量選用(L/min)	130

表 3-13 4 層獨立水箱式撒水頭壓力及流量

撒水頭編號	實際放水壓力 (kgf/ cm ²)	流量 (L/min)
1	1.0	30
2	1.0	30
3	1.0	30
4	1.0	30

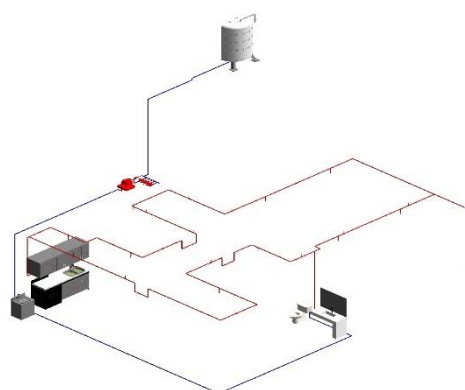
表 3-14 4 層獨立水箱式材料明細

品名	規格	單位	數量
消防水箱	不鏽鋼 3T	組	1
加壓幫浦	1HP, 130LPM/20m 以上	台	1
水道連結型撒水頭	72 °C,K30	只	9
PVC 管	32A	m	22.5
PVC 管	25A	m	42.5
PVC 管	20A	m	1.56
T 接頭	25ø-25ø-25ø	只	1
異徑接頭	25ø-20ø	只	10
90 度彎頭	25ø-25ø	只	44
末端查驗裝置	20A 球閥, 壓力表, 限流裝置	組	1
3/8 全牙螺桿	不鏽鋼	m	2.1
屋內角鐵	50cm, t=2mm	支	1

民生水箱共用式在屋突設置 1 組 3T 的不鏽鋼民生水箱及一台浦水量為 130L/min、揚程 20m、功率 1HP 加壓幫浦如圖 3-10 (a) 所示，以使最高撒水頭符合 0.5 kgf/cm^2 的放水壓力規定。此外，自民生水箱出口處配管連接加壓幫浦，再將加壓幫浦配管二次側接到下行給水立管後進入屋內。撒水頭的配管係由屋內的水龍頭配管延伸設置，撒水頭皆配有防止水滯留管接頭，末端撒水配管延伸後陽台水龍頭，透過水龍頭來讓管內水盡可能經常處於流動的情況。配管和管另件採用聚氯乙稀(PVC)塑膠管，無施予耐燃材料保護。



(a) 屋內透視圖



(b) 撒水設備系統圖

圖 3-10 4 層民生水箱共用式住宅模型

4 層民生水箱共用式配管系統如圖 3-11，將各管段及配管交點進行編號後，計算各管段之配管摩擦損失如表 3-15。

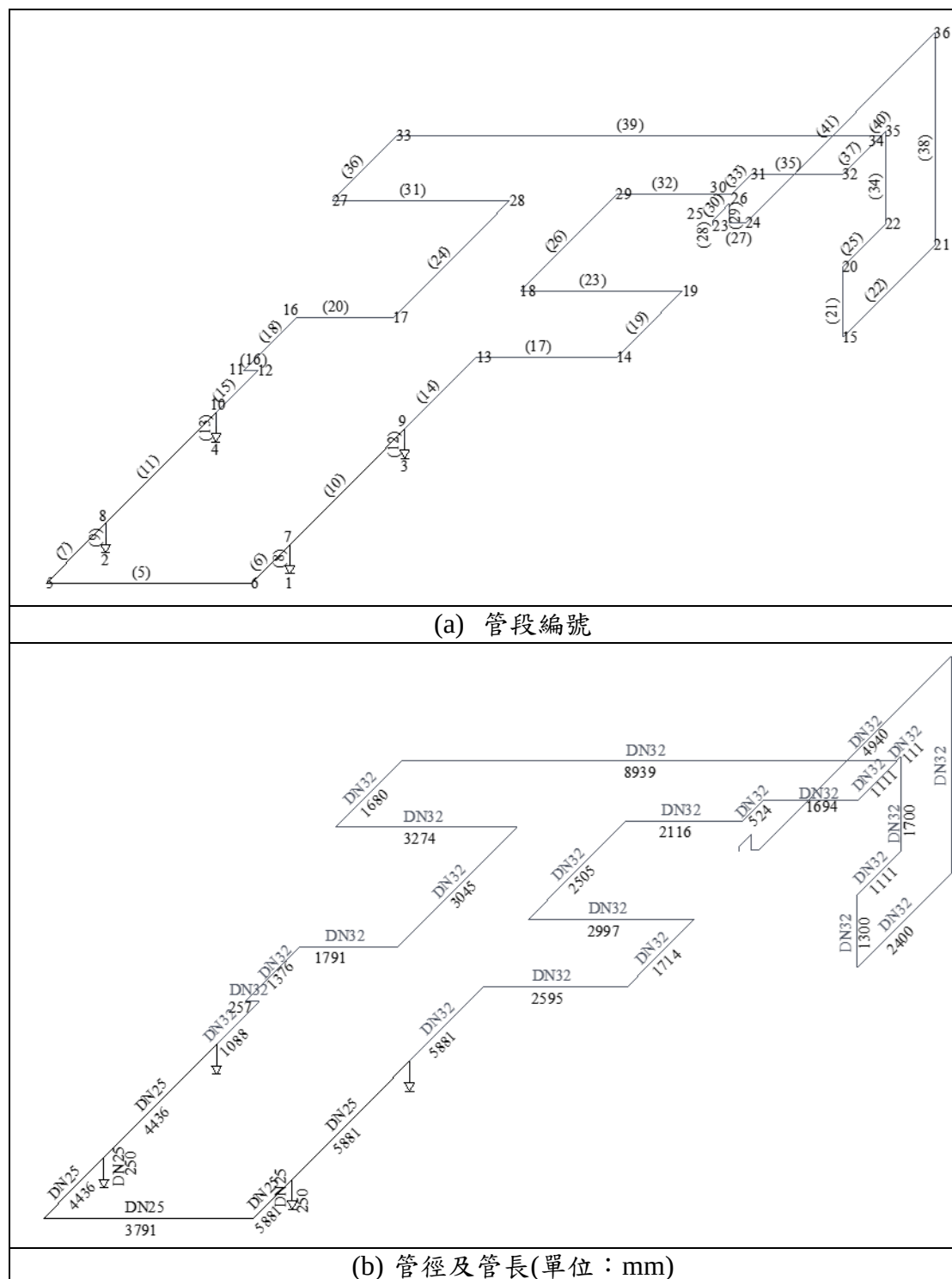


圖 3-11 4 層民生水箱共用式水力計算系統圖

表 3-15 4 層民生水箱共用式配管摩擦損失計算

管段	節點 1	節點 2	管徑 D (mm)	流量 Q (L/min)	主要摩擦損失(m)	次要摩擦損失(m)	摩擦損失 總和(m)
					$H=1.2 \times \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}} \times (\frac{I_{K'}+I_{K''}}{100})$		
(28)	0	25	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.1/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0/100)$	0.018
(30)	25	26	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.32/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.253
(29)	26	23	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.3/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.249
(27)	23	24	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.11/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.215
(41)	24	36	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (4.94/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	1.074
(38)	21	36	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (3.9/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.889
(22)	21	15	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (2.4/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.622
(21)	20	15	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.3/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.427
(25)	22	20	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.11/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.393
(34)	22	35	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.7/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.498
(40)	35	34	32	121	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.11/100)$	$1.2 \times (121^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.215
(37)	34	32	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.11/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.110
(35)	32	31	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.69/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.139
(33)	31	30	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (0.52/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.081
(32)	30	29	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (2.12/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.160
(26)	29	18	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (2.51/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.180
(23)	18	19	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (3/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.204
(19)	19	14	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.71/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.140
(17)	14	13	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (2.59/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.184
(14)	13	9	32	61	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (5.88/100)$	$1.2 \times (61^{1.85}) / (3.55^{4.87}) \times (1.1/100)$	0.348
(10)	9	7	25	30	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (5.88/100)$	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (1.6/100)$	0.371
(8)	7	1	25	30	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (0.25/100)$	$1.2 \times (30^{1.85}) / (2.72^{4.87}) \times (1.6/100)$	0.092

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

計算結果如表 3-16，4 層民生水箱共用式配管摩擦損失為 7.5，幫浦揚程需求為 11.9，藉由各管段配管摩擦損失計算撒水頭放水壓力及放水量，計算結果如表 3-17，末端 4 只撒水頭放水量共為 121 L/min，故選用揚程為 20m、出水量為 130 L/min 的幫浦，材料明細如表 3-18 所列，可作為成本分析之材料數量參考。

表 3-16 4 層民生水箱共用式水力計算結果

項目		內容
水力計算條件	法規依據	水道連結型撒水設備設置基準
	噴頭 K 值 Lpm/bar ^{0.5}	30
	放水壓力要求 kgf/cm ²	0.5
	配管材質	聚氯乙烯(PVC)塑膠管
末端放水資訊	放出口數量(只)	4
	放出口涵蓋面積 (m ²)	54.8
	幫浦設置樓層	R1F
	幫浦設置位置	屋頂平台
	末端計算樓層	4FL
水力計算結果	配管摩擦損失(m)	6.9×1.1= 7.5
	落差(m)	-0.6
	放水壓力要求(m)	5
共用幫浦檢討	加壓幫浦揚程需求 (m)	11.9
	系統出水量需求(L/min)	121
	幫浦揚程選用 (m)	20
	幫浦出水量選用(L/min)	130

表 3-17 4 層民生水箱共用式撒水頭壓力及流量

撒水頭編號	實際放水壓力 (kgf/ cm ²)	流量 (L/min)
1	1.0	30
2	1.0	30
3	1.0	30
4	1.0	30

表 3-18 4 層民生水箱共用式材料明細

品名	規格	單位	數量
民生水箱	不鏽鋼 3T	組	1
加壓幫浦	1HP, 130LPM/20m 以上	台	1
水道連結型撒水頭	72 °C,K30	只	8
防止水滯留接頭	15A	只	7
PVC 管	32A		57.25
PVC 管	25A	m	8.3
PVC 管	20A	m	1.41
90 度彎頭	25ø-25ø	只	39
異徑接頭	25ø-20ø	只	9
T 接頭	25ø-25ø-25ø	只	7
末端查驗裝置	20A 球閥, 壓力表, 限流裝置	組	1
3/8 全牙螺桿	不鏽鋼	m	2.85
屋內角鐵	50cm,t=2mm	支	1

第二節 設置費用分析

在美國，住宅自動撒水設備大多使用耐熱樹脂管做為住宅撒水設備的配管材質。這些輕質管材使用特殊膠水就可以快速連接配管來降低建置成本。根據對喬治王子縣的消防工程承包商調查，住宅撒水設備建置成本約 NT\$ 650 元/m²，NFPA(2009)調查美國全國的住宅撒水設備建置成本 NT\$ 520 元/m²，根據 HFSC 調查，住宅撒水設備建置成本約為 NT\$ 435 元/m²，在一場火災中，其建置成本約占損失的 0.3%-0.45%[26]。

以下將以工程實務經驗制定水道連結型自動撒水設備材料的計算公式，並將計算結果與 3 層單一所有權住宅案例的 BIM 模型明細表進行比較與調整。之後，以相同方式將計算公式和不同設置戶別及其他住宅類型的 BIM 模型明細表反覆比較、分析、修正，擬制定出一套可供參考的造價預測工具。首先，本研究蒐集網路平台上相關設備、管材、管另件、耗材的網路售價如圖 3-12 之參考預算，再取參考預算範圍數值做為造價預測計算程式使用的牌價資料(如表 3-

19)。造價預測程式的牌價資料可依照市場行情、物價指數或使用者的考量自行更新或設定不同的折數，以符合不同使用需求的用戶使用。

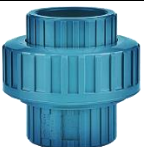
		
不鏽鋼水塔 NT\$ 18,500~21000 元/組	水道連結型撒水頭 NT\$ 850~1,300 元/組	加壓幫浦 NT\$ 7,800~8,800 元/台
		
20A 直管 NT\$ 218~230 元/4m	25A 直管 NT\$ 308~320 元/4m	25A 球閥 NT\$ 179~210 元/只
		
25A 90 度彎頭 NT\$ 30~35 元/只	25A 45 度彎頭 NT\$ 25~30 元/只	25A×20A 異徑接頭 NT\$ 24~27 元/只
		
25A 同徑三通 NT\$ 25~30 元/只	25A×20A 異徑三通 NT\$ 35~40 元/只	25A 管帽 NT\$ 22~25 元/只
		
20A 由令 NT\$ 147~160 元/只	25A 由令 NT\$ 205~220 元/只	20A 龍口彎 NT\$ 25~30 元/只
		
15A 龍口接頭 NT\$ 22~25 元/只	管接著劑 NT\$ 660~750 元/kg	管清潔劑 NT\$ 520~650 元/kg

圖 3-12 設備、管材、管另件、耗材網路售價

表 3-19 造價預測計算用牌價資料

品名	規格	單位	單價
不鏽鋼水塔	不鏽鋼 3T	組	20,000
固定基座	—	組	8,500
加壓幫浦	1HP, 130LPM/20m 以上	台	8,500
控制盤	不鏽鋼室外型 30cmX30cm	只	16,000
電氣工程	—	式	16,000
撒水頭	72°C,K30	只	1,500
防止水滯留接頭	15A	只	2,200
直管	25A	m	90
直管	20A	m	60
異徑接頭	25A×20A	只	35
末端查驗裝置	15A 球閥, 壓力表, 限流裝置	組	3,000
管清潔劑	—	瓶	600
90 度彎頭	25A	只	40
管帽	25A	只	30
管接著劑	-	瓶	800
異徑三通	25A×20A	只	50
龍口彎	20A	只	40
龍口接頭	15A	只	35
由令	25A	組	350
由令	20A	組	300
45 度彎頭	25A	只	60
同徑三通	25A	只	50
3/8"全牙螺桿	不鏽鋼	m	160
角鐵	2mm	m	200
3/8"膨脹螺栓	不鏽鋼	支	60
管束	—	只	70
突緣螺帽	—	只	25
球閥	25A	只	350
逆止閥	25A	只	3,000
U 型管夾	—	只	50

本研究將水道連結型自動撒水設備之成本組成，分成設備、配管、管另件、五金另料、勞務費用等類，有關各品項、規格的數量計算方式說明呈現於表 3-20。以水箱不鏽鋼水塔為例，考量水道連結型自動撒水設備以最遠端 4 只撒水頭同時放水 20 分鐘需求計算。由於每只撒水頭的最小放水量為 30 L/min，水源容量的最低需求為 $30 \text{ L/min-只} \times 4 \text{ 只} \times 20 \text{ min} = 2,400 \text{ L} = 2.4 \text{ T}$ 。因此，當採用獨立水箱式供水時，將採用 1 組 3 T 的不鏽鋼水塔，而採取民生水箱共用式供水時，則必須視既設民生水箱的容量而定。若既設民生水箱的有效水量未達 2.4 T 時，運算程式會將水箱數量設定為 1，反之，當既設民生水箱的有效水量可達到 2.4 T 以上時，則可不另外新設置水箱，此時運算程式會將水箱數量設定為 0。

表 3-20 水道連結型自動撒水設備估算法說明

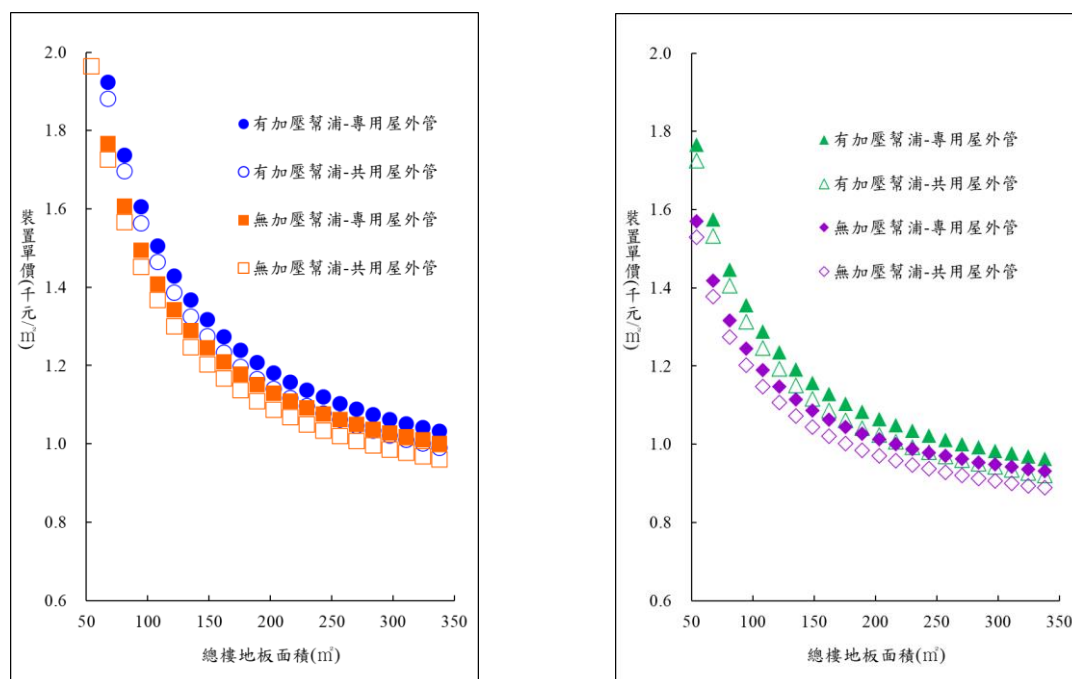
序號	品項	規格	單位	估算法
1	水箱	不鏽鋼 3T	組	獨立水箱式時，數值為 1，民生水箱共用式時，若輸入需求則為 1，否則為 0
2	固定基座	—	組	與水塔數值相同
3	加壓幫浦	1HP,120LPM, 20m 以上	台	若水塔至最高處撒水頭落差不足時，數值為 1，否則為 0
4	控制盤	不鏽鋼室外型 30cmX30cm	只	與加壓幫浦數值相同
5	水道連結型撒水頭	72°C,K30	只	$(\text{設置戶別面積}/(2 \times 2.6 \times 2.6)) \times 2.6$
6	防止水滯留接頭	15A	只	與撒水頭數值相同
7	末端查驗裝置	20A 球閥,壓力表,限流裝置	組	依設置戶數/樓層數決定
8	逆止閥	25A	只	依設置戶數決定
9	球閥	25A	只	依設置戶數決定
10	屋內管	25A	m	撒水頭數量 $\times 4.5$
11	屋內管	20A	m	撒水頭數量 $\times 0.15$
12	屋外管	25A	m	供水落差(m)+5(m)
13	屋內同徑三通	25A	只	與撒水頭數值相同
14	屋外同徑三通	25A	只	申請戶數/樓層數-1
15	異徑接頭	25A $\times$ 20A	只	撒水頭數量 $\times 0.5$
16	45 度彎頭	25A	只	撒水頭數量 $\times 0.1$
17	屋內 90 度彎頭	25A	只	撒水頭數量 $\times 0.1$
18	屋外 90 度彎頭	25A	只	概估 5
19	龍口接頭	15A	只	與撒水頭數值相同
20	龍口彎	20A	只	撒水頭數量 $\times 0.1$
21	由令	25A	組	依設置戶數/樓層數決定
22	管接著劑	1L	瓶	撒水頭數量 $\times 0.333$
23	管清潔劑	1L	瓶	撒水頭數量 $\times 0.1$
24	3/8"全牙螺桿	不鏽鋼	m	$(\text{屋外總管長}+\text{屋內總管長})/3 \times 0.15$
25	3/8"膨脹螺栓	不鏽鋼	支	$(\text{屋外總管長}+\text{屋內總管長})/3$
26	突緣螺帽	—	只	U 型管夾數量 $\times 4$
27	U 型管夾	—	只	屋外總管長 $\times 0.25$
28	管束	—	只	$(\text{屋外總管長}+\text{屋內總管長})/3$
29	屋內角鐵	50cm,t=2mm	支	依設置戶數/樓層數決定
30	屋外角鐵	50cm,t=2mm	支	供水落差 $\times 0.333$
31	規劃設計	—	式	$12000+\text{撒水頭數量} \times 500$
32	安裝工資	—	式	撒水頭數量 $\times 1000$
33	吊裝費	—	式	8,000
34	搬運費	—	式	撒水頭數量 $\times 500$
35	清運費	—	式	搬運費 $\times 0.8$
36	試水試壓	—	式	3,000
37	測試驗收	—	式	3,000
38	竣工簽證	—	式	6,000
39	工程管理	—	式	上述勞務費用 $\times 0.25$

表 3-21 是以 BIM 元件統計和工程經驗公式二種造價結果的比較結果。以 BIM 元件統計方式，計算出 3 層單一所有權住宅全棟設置水道連結型自動撒水設備的總費用共計新台幣 268,456 元，工程經驗公式總費用的計算結果則為新台幣 252,311 元，二種造價計算方式的價差為 16,145 元，差異為 6.01%。以建築物總樓地板面積 293 m² 計算水道連結型自動撒水設備的單位建置成本約落在 861 元/m²-916 元/m² 之間，高於美國住宅自動撒水設備的單位建置成本 435 元/m²-650 元/m² 之間。不過，依照美國推動住宅自動撒水設備的經驗，其單位建置成本是隨著時間推移而逐漸下降。

表 3-21 比較 BIM 統計與經驗公式之造價

品名	規格	單位	BIM 統計 複價(元)	經驗公式 複價(元)
水塔	不鏽鋼 3T	組	16,500	16,500
固定基座	-	組	7,500	7,500
加壓幫浦	1HP,130LPM/20m 以上	台	8,500	8,500
控制盤	不鏽鋼室外型 30cmX30cm	只	15,000	15,000
電氣工程	-	式	10,000	10,000
水道連結型撒水頭	25A	只	100	150
防止水滯留接頭	15A	只	0	0
末端查驗裝置	20A 球閥,壓力表,限流裝置	組	36,000	36,000
既設水箱改裝工資	-	式	0	0
屋內管	20A	m	140	160
屋內管	25A	m	12,309	6,930
屋外管	25A	m	1,141	1,246
U 型管夾	-	只	171	150
突緣螺帽	-	只	342	300
90 度彎頭	72°C,K30	只	24,000	22,000
同徑三通	25A	只	210	150
龍口彎	25A	只	80	80
龍口接頭	20A	只	90	90
管清潔劑	15A	只	600	550
管接著劑	1L	瓶	1,500	1,500
45 度彎頭	1L	瓶	700	700
同徑三通	25A	只	80	880
90 度彎頭	25A	只	1,740	660
異徑接頭	25A×20A	只	225	275
屋外角鐵	50cm,t=2mm	支	900	900
屋內角鐵	50cm,t=2mm	支	540	540
由令	25A	組	900	900
球閥	25A	只	900	900
逆止閥	25A	只	9,000	9,000
3/8"全牙螺桿	不鏽鋼	m	1238	900
3/8"膨脹螺栓	不鏽鋼	支	2,750	1,750
管束	-	只	3,300	2,100
規劃設計	-	式	24,000	23,000
安裝工資	-	式	24,000	22,000
吊裝費	-	式	8,000	8,000
搬運費	-	式	12,000	11,000
清運費	-	式	9,600	8,800
試水試壓	-	式	3,000	3,000
測試驗收	-	式	3,000	3,000
竣工簽證	-	式	6,000	6,000
工程管理	-	式	22,400	21,200

本研究以設計型式、消防水箱及屋外配管為變數繪製下列成本單位曲線。由圖 3-13 可發現，設置面積越大時裝置成本較低，觀察圖 3-13 (a)及圖 3-13 (b) 發現，在有設置加壓幫浦的情況下，設置成本明顯高於無設置加壓幫浦的情況。設置專用屋外管及共用屋外管的曲線非常接近，也表示是否共用屋外管對於成本的影響較小。



(a) 消防獨立水箱式

(b) 民生水箱共用式

圖 3-13 設計型式對單位建置成本影響(元/m²)

由圖 3-14 為加壓幫浦設置與否對於水道連結型自動撒水設備單位建置成本之影響，圖 3-14 (a)及圖 3-14 (b)顯示，由於設置獨立水箱式需增設消防水箱，成本也明顯較民生水箱共用式高。相較於圖 3-13 可發現，是否設置消防水箱對於設置成本的影響較是否共用屋外管高。

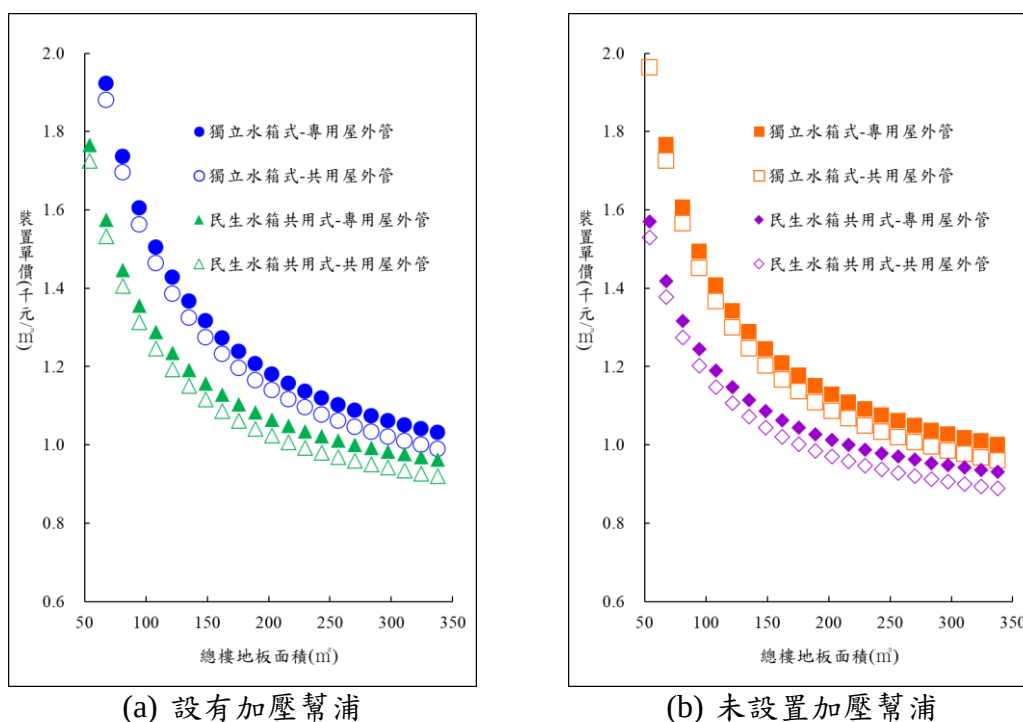


圖 3-14 設置加壓幫浦對單位建置成本影響(元/m²)

圖 3-15 則為屋外管對單位建置成本的影響，觀察圖 3-15 (a)及 3-15 (b)可發現，設有加壓幫浦的情況下，設置成本較為設置加壓幫浦的情況高。

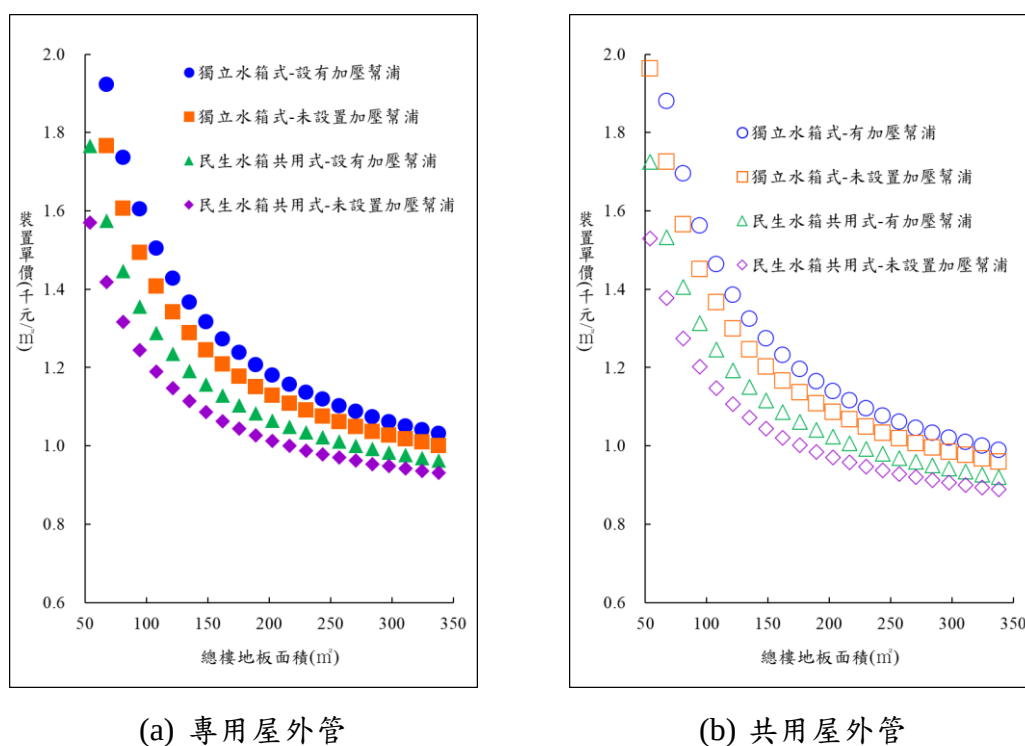
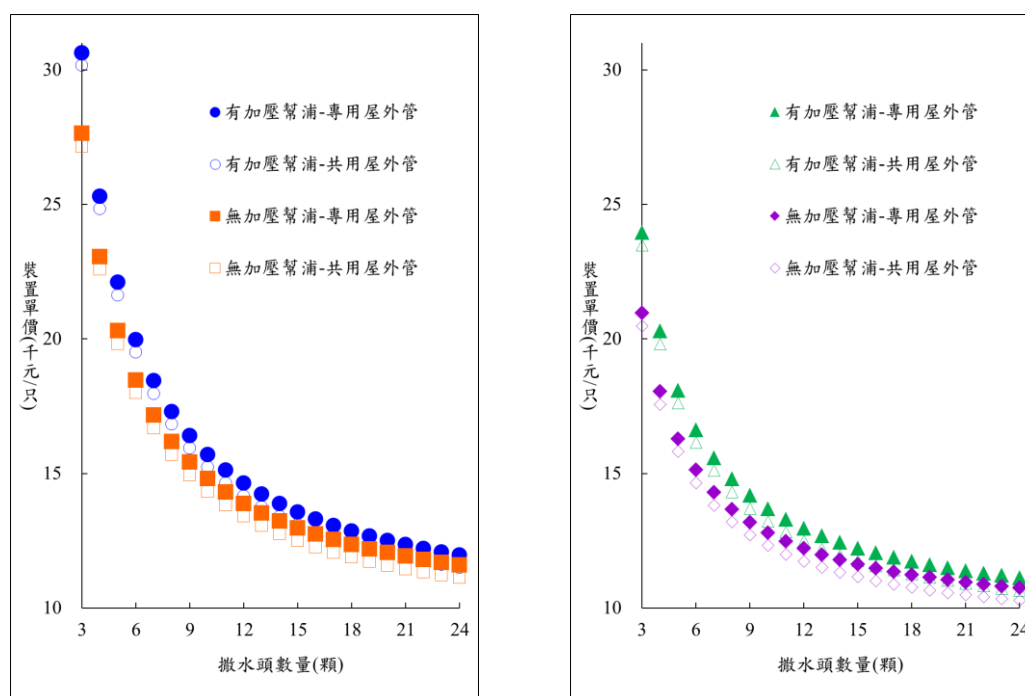


圖 3-15 屋外管對單位建置成本影響(元/m²)

圖 3-16 為獨立水箱式及民生水箱共用式撒水頭數量的單位裝置成本，由圖 3-16 (a)及圖 3-16 (b)可發現，撒水頭的裝置單價隨著撒水頭數量增加而減少，且屋外管為專用時設置成本略高於共用屋外管。



(a) 獨立水箱式

(b) 民生水箱共用式

圖 3-16 設計型式對單位建置成本影響(元/顆)

圖 3-17 係是否設置加壓幫浦對於撒水頭的單位裝置成本的影響曲線，圖中可觀察到採獨立水箱式時，撒水頭設置單價較民生水箱共用式高。且和單位面積裝置成本相同，相對於圖 3-16 加壓幫浦對設置成本的影響較水箱小。

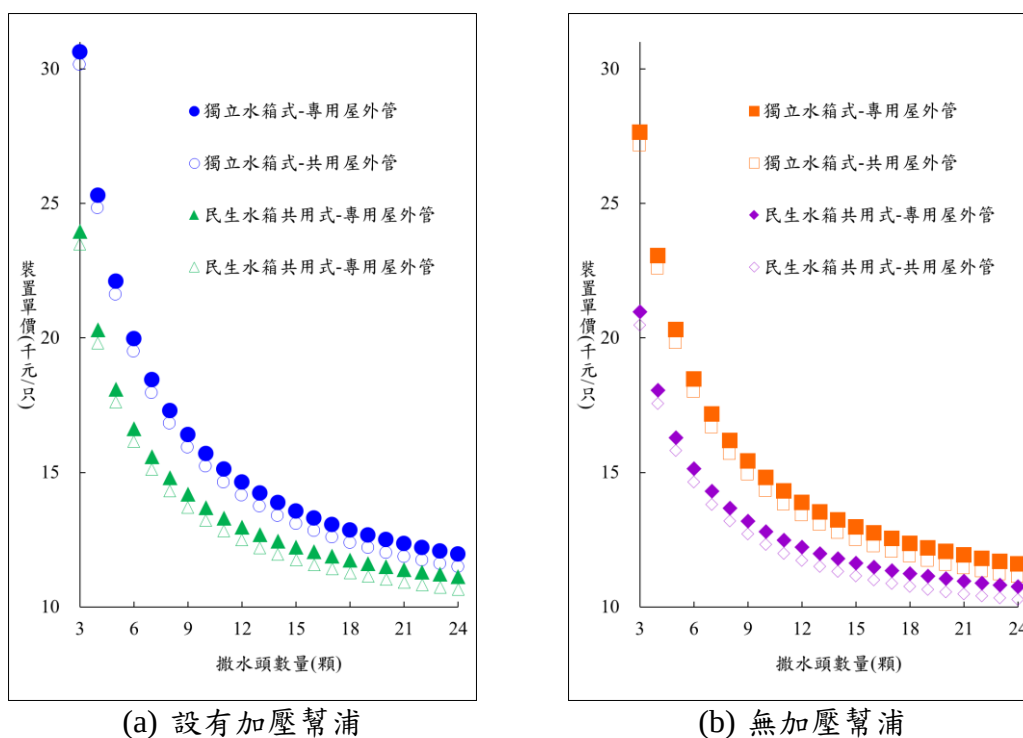


圖 3-17 設置加壓幫浦對單位建置成本影響(元/顆)

圖 3-18 為是否共用屋外管對撒水頭裝置單價的影響，圖中顯示設有加壓幫浦時，撒水頭單位裝置成本較無設置加壓幫浦時來得高。

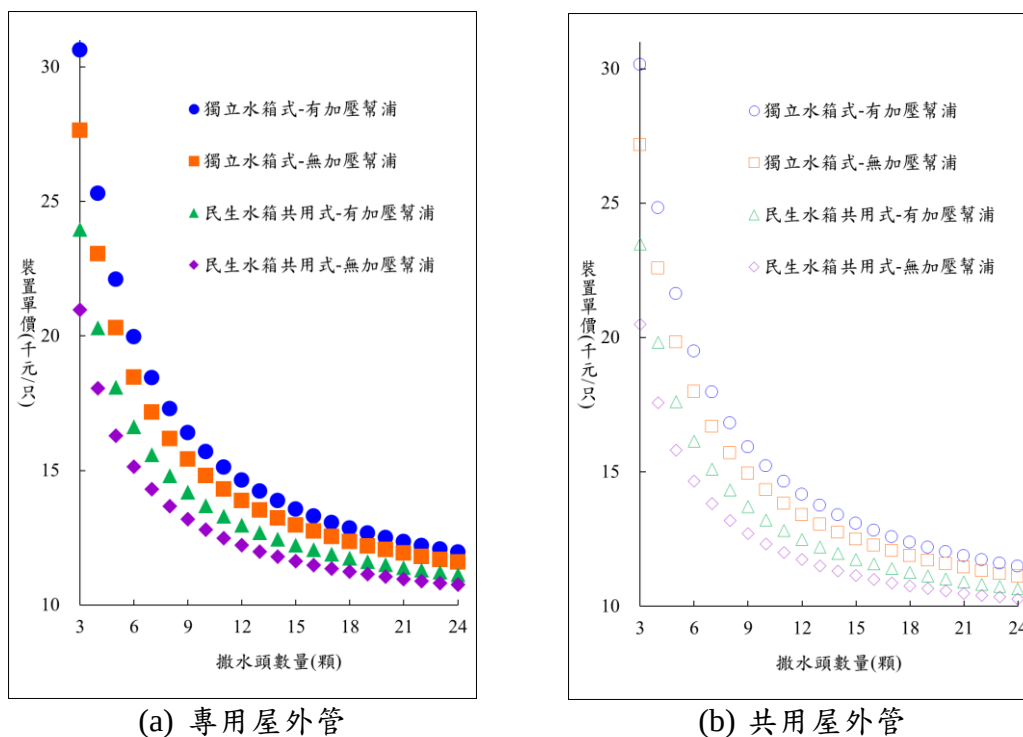
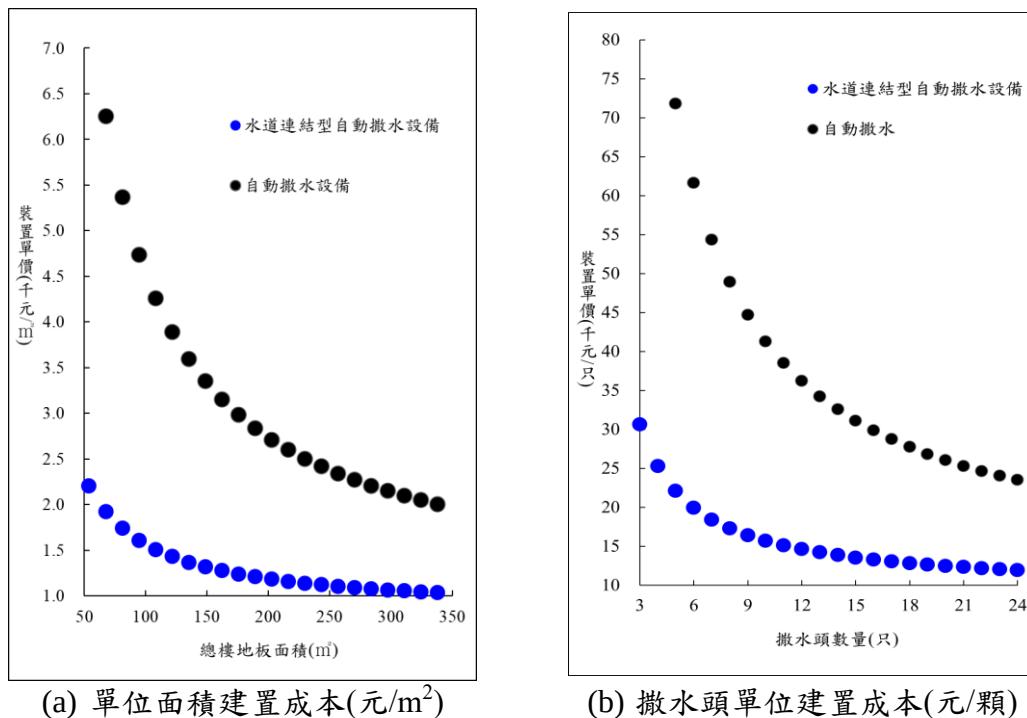


圖 3-18 屋外管對單位建置成本影響(元/顆)

綜合上述，當設置面積越大，需設置的撒水頭數量越多，設置成本也較低。

而水箱對設置成本的影響成本最大、幫浦次之，屋外管最小，因此民生水箱共用式是較為經濟的設置型式。以獨立水箱式且設置加壓幫浦為例，當樓地板面積為 $100\text{ m}^2 \sim 200\text{ m}^2$ 時，單位建置成本約為 $2965\text{ 元/m}^2 \sim 1483\text{ 元/m}^2$ 。設置民生水箱共用式且設置加壓幫浦時，則單位建置成本約為 $2765\text{ 元/m}^2 \sim 1383\text{ 元/m}^2$ ；就撒水頭裝置單價來說 $100\text{ m}^2 \sim 200\text{ m}^2$ 的住宅，約需設置 8~15 只水道連結型撒水頭，獨立水箱式且設置加壓幫浦時，單位建置成本約為 17,300 元/只~13,567 元/只。民生水箱共用式且設置加壓幫浦時，單位建置成本則為 14,800 元/只~12,233 元/只。如同本章前述，美國目前住宅自動撒水設備的單位建置成本約在 $435\text{ 元/m}^2 \sim 650\text{ 元/m}^2$ 之間。然而，即使台灣設置成本較美國高，設置水道連結型撒水設備相較於設置自動撒水設備之成本也較低，以設置獨立水箱式水道連結型自動撒水設備有增設幫浦及專用屋外管之情境為例，自動撒水設備及水道連結型自動撒水設備之成本差異如圖 3-19，以 100 m^2 的住宅為例大約需要 9 顆撒水頭，設置水道連結型自動撒水設備時，以前述獨立水箱水道連結型自動撒水設備式、有設置幫浦及專用屋外管的情況單位設置成本約為 1500 元/m^2 ，設置自動撒水設備時則為 4000 元/m^2 。希望台灣未來也能隨著推動時間的增加，產業技術日臻成熟、市場達到規模經濟後，水道連結型撒水設備的單位成本也能夠逐漸降低，進而提高民眾裝設意願，走向良性的正循環。



(a) 單位面積建置成本(元/m²)

(b) 撒水頭單位建置成本(元/顆)

圖 3-19 自動撒水設備及單位建置成本影響

然而，不論是以法令強制規定、以補貼的方式鼓勵民眾自設、或建商提供給民眾自行選擇設置水道連結與撒水設備，對於設置成本的估算都是非常被關注的議題，因此本研究開發了「水道連結型自動撒水設備造價估算平台」以表 3-8 之估算公式進行造價成本估算，使得民眾得依照不同的建築條件及設計型式進行成本的估算。平台共分為申請摘要、空間概要及估算標單三個步驟。

以一地上五層的區分所有權住宅為例，若地上 3 層欲裝設水道連結型自動撒水設備，申請條件如圖 3-20，申請人員填寫聯絡資料後，依照設計的型式及類型選擇是否增設水箱、供水管路類型、是否設置防止水滯留街頭、加壓馬達及供水落差，再填寫建築樓層數及申請樓層等建築基本條件，進行空間概要的設定。

水道連結型撒水設備造價估算	
   申請條件 空間概要 估算結果	
申請人員	
E-mail	123@gmail.com
申請摘要	
水箱	新設 ▼
供水管路	水道式撒水專用管路 ▼
防滯水裝置	防水滯留接頭 ▼
加壓馬達	申請 ▼
供水落差 (m)	15
建築條件	
屋突層	1
地上層	5
地下層	0
申請樓層	3F ▼

圖 3-20 造價估算平台申請條件

空間概要設定如圖 3-21 所示，民眾得依照住宅情形自行增減空間數量，接著選擇空間名稱、面積及樓高，以本案為例一共有三間臥室、一間廚房及一個客廳，總樓地板面積為 79m²，填寫完空間基本資料後，點選估算結果，即可進行設置成本的估算。

水道連結型撒水設備造價估算

申請條件 空間概要 估算結果

+

樓層	空間	面積(m ²)
×	03F	

- 臥室
- 餐廳
- 客廳
- 廚房
- 書房
- 客餐廳
- 通道

水道連結型撒水設備造價估算

申請條件 空間概要 估算結果

+

樓層	空間	面積(m ²)
×	03F 臥室	10
×	03F 臥室	10
×	03F 廚房	5
×	03F 客廳	40
×	03F 臥室	14

(a) 空間概要設定(1)
(b) 空間概要設定(2)

圖 3-21 造價估算平台空間概要設定

估算結果如表 3-22，五層的區分所有權住宅中地上 3 層裝設水道連結型自動撒水設備費用約為 200,674 元(含稅)。成本估算完成後可由平台直接查看估算結果，確認完內容後可由平台下載，提供給民眾、立法機關或建商做為預算的考量。

表 3-22 造價估算平台計算結果

工程名稱	新設住宅水道式連結撇水設備			製表日期		2022 年 08 月 28 日	
項次	品名	規格	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
(一)	機械設備						
1	水塔	不鏽鋼 3T	組	1	16,500	16,500	
2	固定基座	-	組	1	7,500	7,500	
3	加壓幫浦	1HP,130LPM/20m 以上	台	1	8,500	8,500	
4	控制盤	不鏽鋼室外型 30cmX30cm	只	1	15,000	15,000	
5	電氣工程	-	式	1	10,000	10,000	
6	末端查驗裝置	20A 球閥,壓力表,限流裝置	組	3	12,000	36,000	
(二)	撇水頭						
1	水道連結型撇水頭	72°C,K30	只	9	1,000	9,000	
(三)	屋外管						
1	屋外管	25A	m	20	70	1,400	
2	U 型管夾	-	只	5	30	150	
3	突緣螺帽	-	只	20	15	300	
(四)	屋內管						
1	屋內管	25A	m	41	70	2,870	
2	屋內管	20A	m	2	40	80	
(五)	屋外管配件						
1	90 度彎頭	25A	只	5	30	150	
2	同徑三通	25A	只	2	40	80	
(六)	屋內管配件						
1	龍口彎	20A	只	1	30	30	
2	龍口接頭	15A	只	9	25	225	
3	管清潔劑	1L	瓶	1	500	500	
4	管接著劑	1L	瓶	1	700	700	
5	45 度彎頭	25A	只	1	50	50	
6	防止水滯留接頭	15A	只	0	1,800	0	
7	同徑三通	25A	只	9	40	360	
8	90 度彎頭	25A	只	9	30	270	
9	異徑接頭	25A×20A	只	5	25	113	
(七)	屋外角鐵						
1	角鐵	50cm,t=2mm	支	5	180	900	
(八)	屋內角鐵						
1	角鐵	50cm,t=2mm	支	3	180	540	
2	由令	25A	組	3	300	900	
3	球閥	25A	只	3	300	900	
4	逆止閥	25A	只	3	3,000	9,000	
(九)	全牙螺桿						
1	3/8"全牙螺桿	不鏽鋼	m	3	150	450	
2	3/8"膨脹螺栓	不鏽鋼	支	15	50	750	
3	管束	-	只	15	60	900	
(十)	工資						
1	規劃設計	-	式	1	16,500	16,500	
2	安裝工資	-	式	1	9,000	9,000	
3	吊裝費	-	式	1	8,000	8,000	
4	搬運費	-	式	1	4,500	4,500	
5	清運費	-	式	1	3,600	3,600	
6	試水試壓	-	式	1	3,000	3,000	
7	測試驗收	-	式	1	3,000	3,000	
8	竣工簽證	-	式	1	6,000	6,000	
9	工程管理	-	式	1	13,400	13,400	
合計(未稅)						191,118	
營業稅						9,556	
合計(含稅)						200,674	

第四章 推動對策及事項

第一節 推動對策討論

一、消防安全的提升

儘管許多文獻已經證明住宅裝設水道連結型自動撒水設備，能於火災時有效的減少財產損失及降低死亡率，但台灣住宅的型態眾多，本研究進一步調查撒水設備對於住宅火災熱煙擴散的影響，並且希望以火災模擬的結果作為民眾宣導的文案，從中找出應變對策。以 4 層區分所有權住宅為例，使用美國國家標準局（National Institute of Standards and Technology, NIST）所開發的火災動力學模擬器（Fire Dynamic Simulator, FDS）進行模擬，調查住宅裝設水道連結型自動撒水設備時，對於人員避難條件的影響。調查案例平面配置如圖 4-1，網格大小設定為 0.1m。

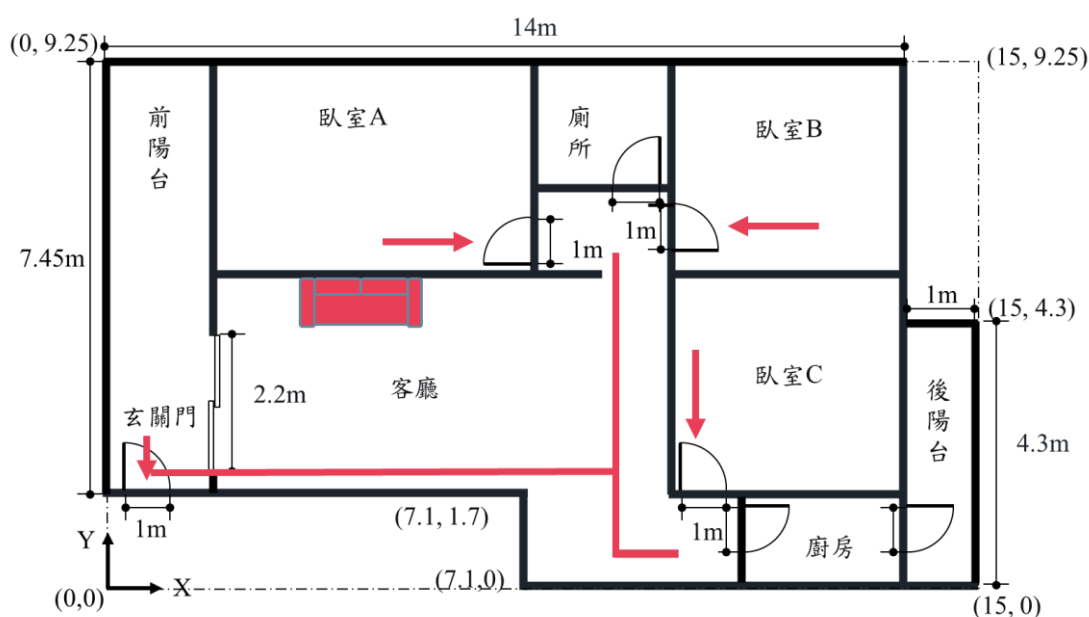


圖 4-1 4 層區分所有權住宅平面配置圖

(一) 參數設定

國內住宅火災的宣導案例中，最常見的起火點為臥室及客廳。王安強、蔡匡忠等人(2020)研究發現，低層獨立住宅及公寓是火災死亡案件的主要建築類型，起火點位於客廳的火災致死率最高。而典型的獨立住宅僅有單一直通樓梯，

造成民眾無法向戶外逃生。因此本研究假設客廳的沙發起火的情境，將燃燒材質設定為尼龍及聚氨酯泡棉；為比較住宅設置撒水設備對消防安全的影響，本研究分別模擬未設置撒水頭及設置撒水頭的二種情境。其中撒水設備的動作溫度為 68°C ，放射壓力為 1 kgf/cm^2 ，RTI 值設定為 $100\text{ (m}\cdot\text{s)}^{1/2}$ ，並分別調查設置 K 值 80 及 30 的撒水頭對於熱釋放率、溫度及能見度的影響，配置如下圖 4-2。

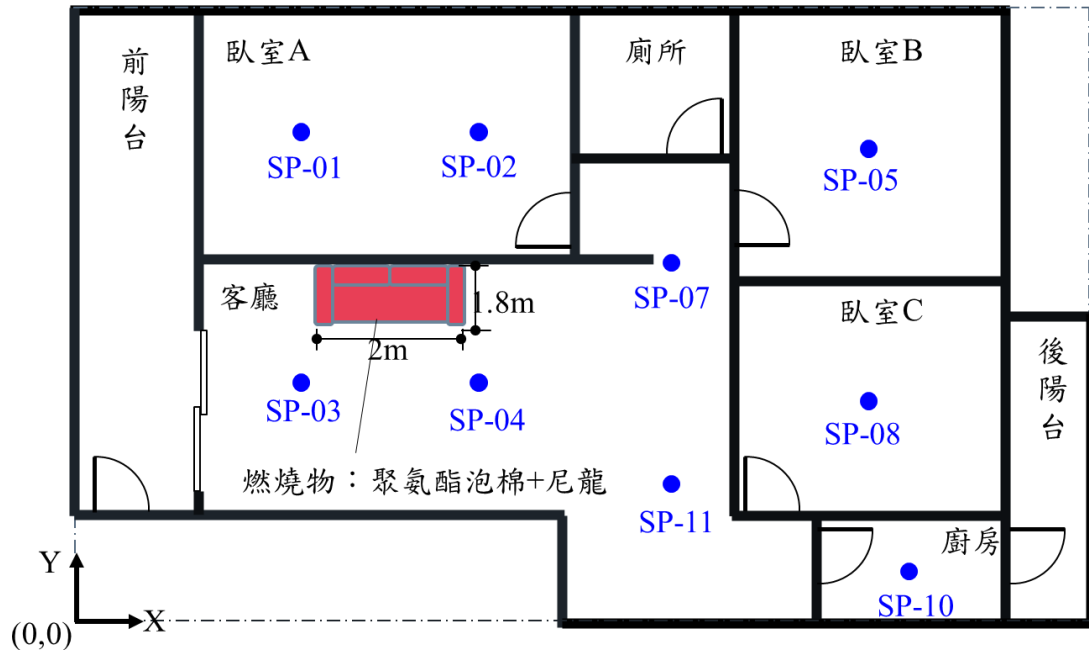


圖 4-2 4 層區分所有權住宅火源及撒水參數設定

(二)偵測點設定

本研究設置溫度及能見度偵測點，調查出入口、避難路徑的溫度及能見度變化。偵測點設定如圖 4-3，客廳中央每隔 0.5m 設置偵測點共設置 16 點，設置高度為 3.2m；為了調查每個空間的避難條件，於各空間出口設置偵測點，設置高度為 2.2m。

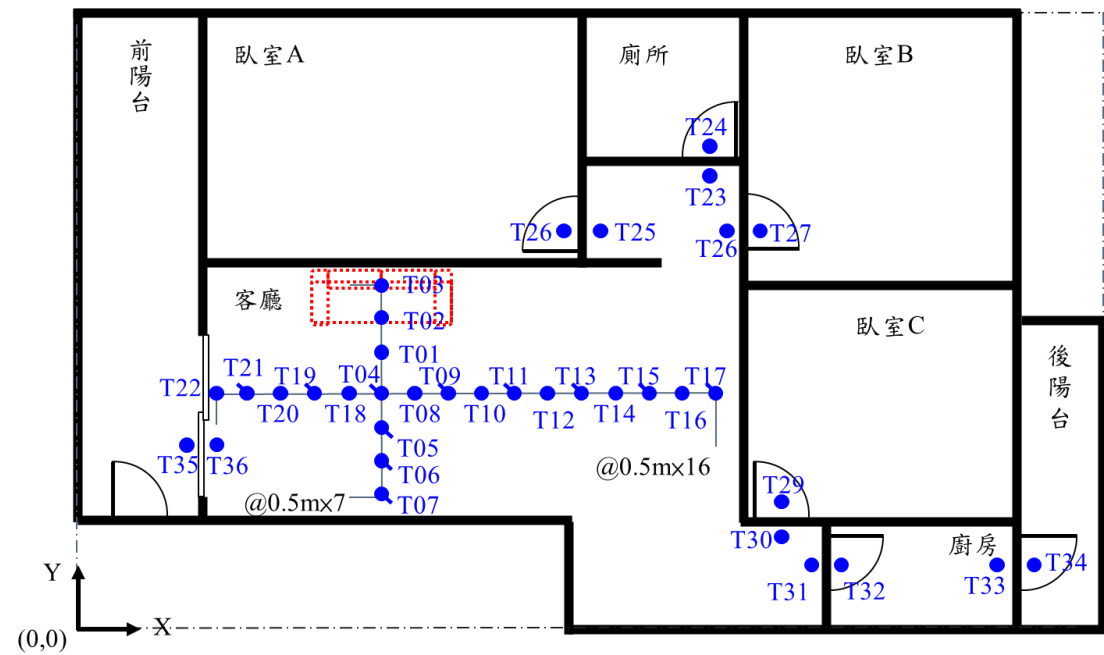


圖 4-3 4 層區分所有權住宅溫度及能見度偵測點設定

(三)模擬結果

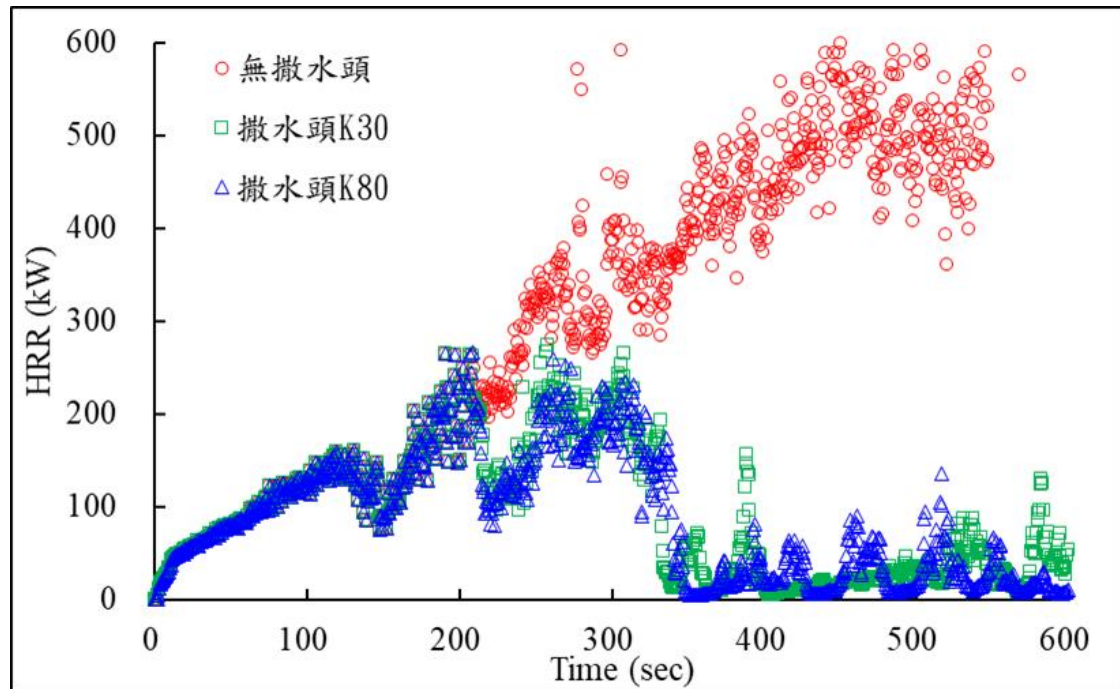
本研究以火災模擬的方式，比較未設置撒水頭、設置 K80 撒水頭和設置 K30 撒水頭的三種情況下，其火災熱釋放率、溫度及能見度的差異。在有設置撒水頭的情況下，撒水頭動作時間如下表 4-1，第一只 K80 撒水頭和第一只 K30 撒水頭動作時間皆為起火後 206 秒，且皆位於火源左下方的編號 SP-3。第二只 K80 撒水頭和第二只 K30 撒水頭在在 218 秒時啟動，位置皆為火源右下方的編號 SP-4。第三只 K80 撒水頭的放水時間為 286 秒，第三只 K30 撒水頭的放水時間為 244 秒。

表 4-1 撒水頭作動時間(sec)

放水係數 K-factor	撒水頭編號										
	SP- 1	SP-2	SP-3	SP-4	SP-5	SP-6	SP-7	SP- 8	SP-9	SP-10	SP-11
80	—	—	206	218	—	—	—	—	—	—	286
30	—	—	206	218	—	—	—	—	—	—	244

備註：「—」代表撒水頭未作動

圖 4-4 為自動撒水設備對火災熱釋放率之影響。○為無撒水頭的熱釋放率分佈，□為撒水頭 K30 的熱釋放率分佈，△則為撒水頭 K80 的熱釋放率分佈，觀察圖 4-4 可發現，在無設置撒水設備的情況，起火後 200~550 秒時，熱釋放率約在 600kW，而有設置撒水設備時則將熱釋放率控制在約 250kW。



備註：圖中垂直線代表編號位置撒水頭的作動時間

圖 4-4 自動撒水設備對燃燒釋熱率之影響

本研究先就臥室 B 門口之偵測點 T-27(參閱圖 4-5)進行觀察，圖 4-6 為偵測點 T-27 之溫度及能見度變化曲線，由圖可知，未設置撒水設備時，臥室 B 門口的溫度在 100°C~200°C 的範圍內，此時若民眾想進行逃生是相當困難的，且大約在起火後 250 秒時，能見度已下降至人類能見度的極限 10m 以下，臥室 B 的人員已幾乎無法辨識避難路徑。在有設置撒水設備的條件下，撒水設備啟動後室內溫度控制在 100°C 以下，且能見度皆大於 10m，此時，臥室 B 的人員能較為安全的進行避難逃生。

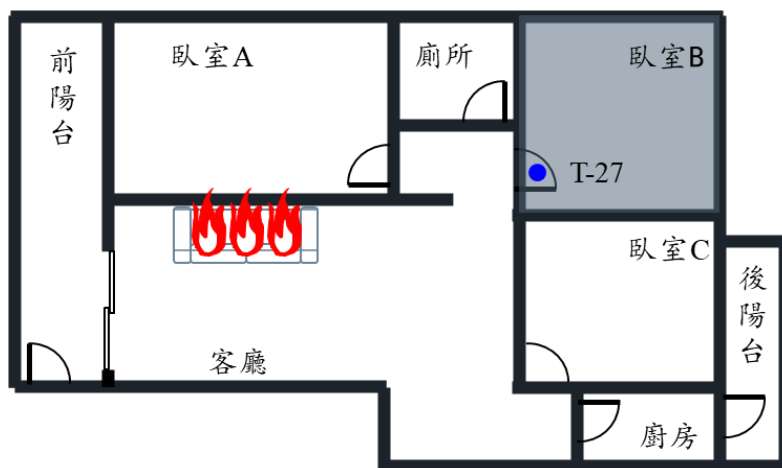
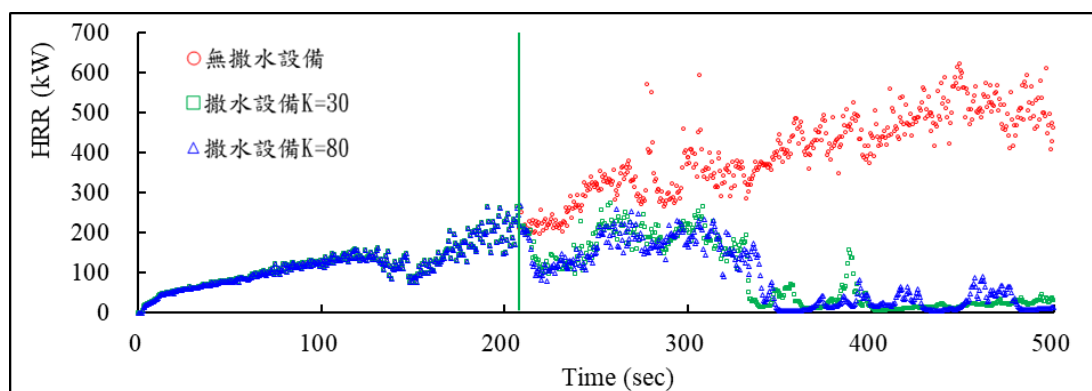
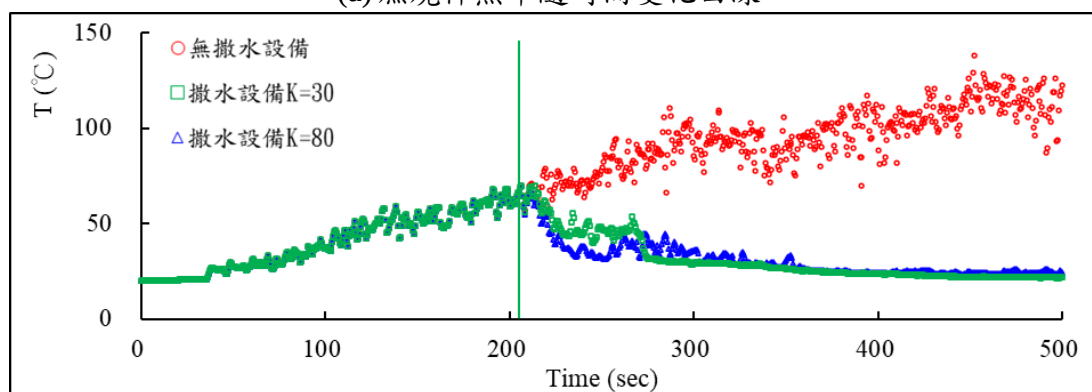


圖 4-5 偵測點編號 T-27 (Z=2.2m)位置



(a) 燃燒釋熱率隨時間變化曲線



(b) 溫度隨時間變化曲線

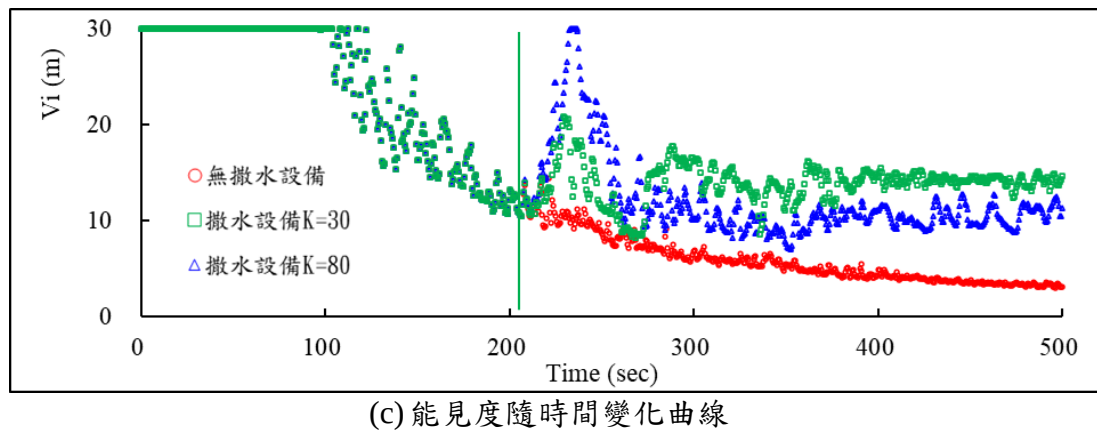


圖 4-6 自動撒水設備對 T27 (Z=2.2 m) 的影響

二、設置的效益與價值

住宅設置撒水設備除了提升消防安全外，對於環保也有一定的效益。2010 年，FM Global 與 HFSC 合作進行全面的火災測試，評估有無安裝撒水頭的住宅火災對於環境的影響。研究結果顯示，安裝住宅撒水設備可使溫室氣體排放量減少 97.8%。此外，一顆住宅撒水頭的平均放水量約 60 L/min (15 GPM)，平均使用 1.3 m³ 的水來控制火災；而美國消防隊一支 2 ½ 吋子平均出水量約 950 L/min (250 GPM)，平均需使用 11.1 m³ 的水才能控制火災，相當於一場火災的放水時間約接近 12 分鐘。在台灣消防救災時大多採用二支 1 ½ 吋子進行救災，若以每支 1 ½ 吋子放水量 130 L/min 計算，平均控制火災需使用 3.12 m³ 的水。根據前述調查，若使用撒水頭其用水量可減少 50% 到 91%。在環境的污染方面，相較於消防水帶，撒水頭放水成份中發現的重金屬等持久性污染物較少。FM Global 自 2010 年以來估計，由於住宅未裝置住宅撒水設備，導致住宅火災向大氣中排放了約 816,564 公噸的溫室氣體。因此，住宅撒水設備除了用於抑制火勢的成長、保護住戶的生命及財產安全以外，住宅撒水設備亦能減少火災溫室氣體的排放、降低城市用水需求並減少市政運營的費用。美國都市計畫機關為建築開發商建立配套的獎勵措施，以降低建築成本並提高開發商的獲利。例如：建築開發商可以彈性地使用土地、降低基礎設施和建設成本等(圖 4-7)。而隨著美國 7,000 萬千禧世代的購屋者進入房地產市場，建築開發商必須也必須設法預測和滿足市場需求來競爭。

1. 降低街道寬度(Street-Width Reduction)：降低建築開發專案要求的街道寬度。

- 2.放寬無尾巷長度(Longer Dead-End Streets)：無尾巷長度容許長度增加，允許建造更多的房屋。
- 3.設置 T 型迴轉區(Tee Turnarounds Permitted)：允許開發專案設置 T 型迴轉區，創造一個額外的開發地段。
- 4.提升街道等級和建築退縮(Increased Street Grades and Building Setbacks)：容許建築物出入口得遠離道路。
- 5.允許的附加單元(Additional Units Permitted)：允許居住單元更緊密的專案開發。
- 6.可能不需要擴大現有供水(Expansion of Existing Water Supply May Not Be Needed)：與未設置住宅撒水設備的開發案相比，設置住宅撒水設備所需要的水資源將大幅減少。
- 7.增加公設消防栓間距(Increased Hydrant Spacing)：可以減少自來水供水管路的設置並放寬公設消防栓的設置間距。
- 8.獨立供水管路接點(Subdivision Single Access Point)：允許獨立的自來水供水管路連接點，可降低基礎建設成本並增加住宅的建設單元數量。



圖 4-7 政府對於建築開發商的配套獎勵措施

(資料來源：Home Fire Sprinkler Coalition, Inc.)

美國針對設置住宅撒水的建築物提供火災保險折扣及都市計畫為建築開發

商建立配套的獎勵措施。從購屋觀點來說，2020 年 10 月 HFSC 對 2000 多名所有年齡段的美國成年人進行了關於新房偏好和消防安全的調查，並比較千禧世代(民國 70-80 年次)出生的人與老一代的不同購屋觀點。在受訪者中，86%擁有房屋不動產的受訪者認為在下次購買新房時，消防的安全是非常很重要的。當介紹住宅撒水設備的工作原理後，80%的受訪者傾向購買有設置住宅撒水設備的房屋，72%的受訪者則認為撒水頭有助於提升住家的價值。住宅撒水設備可降低社區火災風險(Community Risk Reduction, CRR)。Harris Interactive(2021)進行全國民調發現，69%的美國房屋所有人認為設置自動撒水設備可以增加房屋的價值。HFSC 也對產險公司進行調查，多數保險公司願意為設置撒水設備的住宅提供約 35%火災保險折扣。

三、專家諮詢會議

表 4-2 彙整本計畫從開始迄今進行之相關會議，共計 3 次工作團隊會議、3 次外部專家諮詢會議和期中審查會議等 7 次會議。

表 4-2 研究計畫相關會議時間

序號	會議名稱	會議日期
1	第 1 次工作團隊會議	2022.04.14
2	第 2 次工作團隊會議	2022.05.18
3	第 1 次外部專家諮詢會議	2022.05.31
4	計畫期中審查會議	2022.07.20
5	第 3 次工作團隊會議	2022.08.17
6	第 2 次外部專家諮詢會議	2022.08.31
7	第 3 次外部專家諮詢會議	2022.10.06

表 4-3 為研究計畫執行過程中邀請之外部專家諮詢委員，諮詢會議共辦理 3 次，邀請委員合計 21 位。

表 4-3 研究計畫外部專家諮詢委員

會議名稱	專家諮詢委員	現職
第 1 次	莫組長懷祖	內政部消防署災害預防組
	葉主任啟輝	大葉大學消防安全學士學位學程
	李理事長明智	中華民國消防設備師公會全國聯合會
	沈理事長裕堂	中華民國消防設備士公會全國聯合會
	呂科長佳憲	臺北市政府消防局火災預防科
	林教授文興	華夏科技大學資產與物業管理系
第 2 次	王技師育相	明燮電機技師事務所
	吳理事長曉峯	中華民國消防設備師(士)協會
	周副教授中祺	大葉大學消防安全學士學位學程
	黃大隊長弟勝	新北市政府消防局第三救災救護大隊
	黃主任貴麟	台灣自來水股份有限公司營業處
	嚴理事長順福	中華民國消防設備師公會全國聯合會
	張建築師尚文	三才和建築師事務所
	蘇建築師鴻奇	蘇鴻奇建築師事務所
第 3 次	吳科長佩城	高雄市政府消防局火災預防科
	林資深副總金穗	富邦產物保險股份有限公司
	徐秘書長炳欽	中華民國空間設計學會
	高組長文婷	內政部營建署建築管理組
	黃理事長昭閔	台中市不動產估價師公會
	黃秘書長瑞嘉	台中市租賃住宅服務商業同業公會
	劉理事長俊良	雲林縣室內設計裝修商業同業公會

歷次諮詢會議中，所有專家提出之意見彙整於附件。以下歸納有關法規修訂事項、既有住宅推動和提高安裝意願、民眾教育宣導四個部分之專家意見。

(一)法規修訂事項

內政部消防署災害預防組莫組長懷祖(第 1 次專家諮詢)指出，從火災理論、相關統計資料顯示，住宅裝設自動撒水設備確實可以降低住宅火災傷亡的風險。因此，新建住宅採取法規修訂方式來提升居家火災安全有望獲得行政、立法和社會大眾的支持。雲林縣室內設計裝修商業同業公會劉理事長俊良(第 3 次專家諮詢)指出，許多老舊透天住宅中，因老人不方便爬樓迫不得已，只能睡在客廳。

且許多新建集合住宅為降低消防安全設備的造價，建造樓層多未達地上 10 層。台中市不動產估價師公會黃理事長昭閔(第 3 次專家諮詢)指出，從房屋購買的觀點來看，當民眾都重視住宅消防安全時，有裝置撒水設備的房子價值可能提升，但對於房價的影響仍要視住宅裝設撒水設備的普及性及推廣成效對於消費市場的影響。內政部建築研究所王組長順治(第 3 次工作會議)則認為，如果要修訂法規來強制新建住宅應設置自動撒水設備，則應考慮規範事項是否顧及公共利益，例如：保護不特定人安全、環境保護、保護避難弱者等。

明燮電機技師事務所王技師育相(第 2 次專家諮詢)認為既有建築物要推動設置水道連結撒水設備會比設置住警器困難，需考慮到消防水量、用電設備、管路配置及撒水頭的設置，會造成景觀上的突兀，建議可以先從新建住宅優先推動，有實例後再向民眾推行可能會較順利。王技師育相還提醒，民生水箱共用式水道連結型自動撒水設備之水源容量可能涉及自來水供有關「一日設計用水量」之規定，建議相關中央主管機關可進行協調整合以供各縣市設計實務工作者可遵循之標準。台灣自來水股份有限公司營業處黃主任貴麟(第 2 次專家諮詢)指出，有關消防安全設備用水與自來水系統共用的方式，無論是系統堪用還是將來維護、責任歸屬建議相關法規能夠更清楚地加以釐清。

(二)既有住宅推動

蘇鴻奇建築師事務所蘇建築師鴻奇(第 2 次專家諮詢)依據 109 年建研所「住宅防火對策之研究」提出，104 年國內低樓層住宅包含：農舍、透天厝與 6 層樓以下公寓的火災死亡人數佔全數火災死亡人數的 77%，顯見低樓層住宅火災風險確實很高。高組長文婷建議房屋仲介將水道連結型撒水設備的裝置價值，寫進房屋介紹及宣傳，並於售屋時告知民眾，以提升民眾對於水道連結型撒水設備資訊的了解。對此，台中市不動產估價師公會黃理事長昭閔(第 3 次專家諮詢)表示贊同，也認為住宅火災事件已逐漸提升民眾對於住宅消防安全的重視，若住宅裝設水道連結型自動撒水設備，民眾可能因消防安全提升進而提高租屋意願，對於租金行情會有一些拉抬的效果。台中市租賃住宅服務商業同業公會黃秘書長瑞嘉(第 3 次專家諮詢)也認為裝設水道連結型撒水設備後租金可以上揚，對於裝設水道連結型撒水設備的場所投資報酬率更高，可透過包租代管業者對房屋所有權人做宣導，扮演資訊傳達的角色。台中市租賃住宅服務商業同業公

會黃秘書長瑞嘉(第3次專家諮詢)建議裝設自動撒水設備的住宅可張貼文宣標章，讓房客在租屋時能藉由標章，有較安全的租屋選擇。

大葉大學消防安全學士學位學程葉主任啟輝(第1次專家諮詢)認為，當民眾評估是否加裝水道連結型自動撒水設備時，可能會同時評估裝修和建置費用、設備長期維護保養、定期測試檢修等問題。如果政府能有配套的獎勵補助政策，應有助於提高民眾的設置意願。中華民國消防設備師公會全國聯合會嚴理事長順福(第2次專家諮詢)也提出相同論點，他認為水道連結型自動撒水設備應盡可能與自來水系統結合，以降低設置成本、提供民眾裝設意願。王組長順治(第2次工作會議)建議住宅水道連結型自動撒水設備的推廣方案可參考住宅用火災警報器或其他住宅消防設備的推動歷程和經驗來推動。

(三)提高安裝意願

莫組長懷祖(第1次工作會議)認為，為提高既有住宅的火災安全，特別是年長、行動不便的避難弱者或經濟較為弱勢的對象，將進行評估並與其他政府單位共同商討，希望能擬定出一套補助或補貼的方式來鼓勵民眾加裝水道連結型自動撒水設備。高組長文婷(第3次專家諮詢)認為住宅撒水設備尚未普及的階段，需有主動補助的措施，補助金額依不同地區情況可能為50%~80%，城中城火災後成立了危險老舊建築物輔導專案，並修正法令強制危險老舊建築物成立管理組織，地方消防單位也成立輔導團隊，建議可同時提供老屋室內裝修、都市更新整建維護基金、私有住宅耐震評估補強、無障礙改善等辦法，建議管委會進行評估時，考量裝設自動撒水設備。

臺北市政府消防局火災預防科呂科長佳憲(第1次專家諮詢)指出，建議可考慮給予裝設水道連結型自動撒水設備之住宅火災保險的折扣，以增加民眾裝設意願。葉主任啟輝(第1次專家諮詢)也認為推廣水道連結型自動撒水設備時，若能夠在火災保險費給予折扣或是政府適度給予補貼，相信民眾的接受度肯定明顯上升。高組長文婷(第3次專家諮詢)指出，一般買房屋都需貸款，需有火災保險，若能因裝置水道連結型撒水設備有相關保險折扣優惠，對民眾可能是極大誘因。對此，富邦產物保險股份有限公司林資深副總金穗(第3次專家諮詢)認為設置水道連結型撒水設備對於住宅火災保險的幫助很有限，因保險公司難以到現場確認住宅自動撒水設備的有效性，且住宅設置水道連結型自動撒水設備對

於限制財產損失的控制效果有待進一步評估，但對於人員避難安全確有正面的幫助。

(四)民眾教育宣導

莫組長懷祖(第 1 次專家諮詢)指出，以訂(修)定法規方式要求既有住宅必須限期改善的做法必須更充分考慮許多的層面，建議整體推動的時間可以適度拉長以因應許多議題的協商、溝通並取得共識。在法令尚未訂(修)之前，可優先著重在民眾的教育宣導工作，其中也包括讓民眾知道加裝水道連結型自動撒水設備可能產生的費用與影響概況。內政部消防署災害預防組郭科長貞君(第 1 次工作會議)補充，台灣將來若能成立類似美國住宅撒水設備聯盟(Home Fire Sprinkler Coalition, HFSC)的團體，藉由更多的推廣教案製作和教育宣導，相信有助於讓民眾知道住宅裝設自動撒水設備對其消防安全是非常重要的。郭科長貞君(第 2 次工作會議)進一步建議，住宅推動裝設水道連結型自動撒水設備的工作可與消防署持續推動的「住宅防火對策 2.0」進行整合，搭配科學行銷資料、提高宣導強度、普及住宅用消防設備和發展宣導組織等工作，應有助於逐步增加民眾裝設水道連結型自動撒水設備的意願。

三才和建築師事務所張建築師尚文(第 2 次專家諮詢)建議私人既有住宅建議可以挑選示範案例來進行政策宣導。大葉大學消防安全學士學位學程周副教授中祺(第 2 次專家諮詢)指出，水道連結型自動撒水設備因造價成本高，難以全國透過政府裝置補助方案來推動，可以透過多元宣導方式鼓勵民眾自行加裝。中華民國空間設計學會徐秘書長炳欽(第 3 次專家諮詢)指出，有關裝設撒水設備之工法，建議可整合建築、消防、室內裝修產業納入教材中，供更多業者知曉相關設計價值及技術。

第二節建議推動事項

一、新建住宅

(一) 高齡者住宅

內政部 2022 年第 2 季房屋稅籍統計資料住宅類數量共 902 萬，其中屋齡超過 40 年者就佔了 34%，這些老舊住宅由於適用早期的建築法規和消防法規，其防護的強度不似現行法規來的周延，而且可能居住高齡者或身心障礙等避難弱者。[46]根據倫敦消防隊的統計數據，在老人住宅或老人安養機構等火災中，烹煮不甚造成的火災佔了 41%，廚房設備引起佔 21%，13% 的火災與吸煙有關。[47]由此數據可發現，安養機構的火災大部分是因為用火器具引起的，對於部分高齡者來說，在烹飪時可能不甚造成炊具翻覆、緊急處置反應較慢，或因遺忘關閉用火用電設備造成火災的風險。由於高齡者本身又屬於行動能力較低的避難弱者，因此，無論從火災發生機率或火災造成的生命威脅來說，老人住宅或老人安養機構的風險都遠高於一般住宅。2017 年 4 月 8 日，在紐格蘭奇安養機構發生火災，造成 2 名高齡者死亡，當時的火災調查員表示，若該機構位 35 名居民提供護理，大部分為行動不便或無法獨立行動者，對於這類安養機構來說，若裝設自動撒水設備，死者很可能倖存下來。[48]

在美國相關統計資料也指出，火災平均每年造成 2,500 人死亡，且 80% 的火災死亡是住宅火災造成的。在住宅火災中死亡風險最高的是兒童或高齡者，2012 年~2013 年共用 271 人死於火災，其中 60 歲以上者佔了 62%，65 歲以上的長者於火災中死亡的風險更是平均水平的 2 倍。[49] 美國議會成員 Lenny Nesta 表示，住宅安裝自動撒水系統可在消防人員抵達前抑制火勢，增加兒童及老年人逃生的時間。[50]自 2007 年起，有 2 個州強制住宅須裝置撒水設備、18 個州建議地方要求住宅裝置撒水設備、3 個都要求在聯排別墅中安裝撒水設備，在實際案例也發現，住宅裝設撒水設備確實可提升住宅火災安全性、減少生命及財產的損失。例如，2007 年美國 Rose of Sharon 老人住宅發生火災，該老人住宅有裝設自動撒水設備，且樓梯間裝設進風機，使樓梯間維持無煙的狀況，火災發生時行動不辨的長者至樓梯間避難，在消防人到達時火勢已由自動撒水設備撲滅，僅有部分電氣設備因撒水系統淋濕造成損壞，並無其他傷亡及財產損失，

這件事情也說明了設置撒水設備的重要性。[51]另外，2012 年美國賽克斯維爾退休社區一名 81 歲居民試圖縮短呼吸器的氧氣管，意外發生火災，由於充足的氧氣而使火勢迅速蔓延，所幸房間裡的撒水頭啟動將火勢控制住，馬里蘭州消防局長表示，此事件是自動撒水設備能夠有效的保護住宅一個很好的例子。[52]

世界各國對於老人住宅的消防安全也逐漸開始重視，澳洲新南威爾士州政府調查發現，約有 55% 的老人住宅，沒有設置消防撒水設備，自從 2011 年桂格山療養院發生嚴重的火災造成了 9 人死亡 10 人受傷之後，新南威爾士州政府開是重視如何降低老人住宅和弱勢居民的火災風險，2013 年 1 月 1 日起新南威爾士州政府強制要求所有老人護理機構安裝自動撒水設備，並要求在 2016 年之前完成裝置。[9]加拿大安大略省自 1980 年以來，約有 45 名老年人死於老人住宅火災，雖然加拿大國家規範已經於 1998 年規定所有的住宅必須裝置撒水設備，然而此項規範僅適用於 1998 年之後建造的住宅，對於較老舊的社區仍不需要設置撒水設備，在 2010 年加拿大國家建築規範開始要求所有新建或翻新的護理機構及任何住有身體或認知受限的居民之建築物都應設置撒水設備，但各省和地區還可以選擇是否採用此項標準，可以根據需要修正。然而此項規定並非強制性，多數的省份考量到裝置成本仍未採用此標準。[53] 然而，老舊的社區容納了許多老人及其他弱勢居民，火災發生時是避難速度較慢甚至無法自行避難的，因此自 2013 年起安大略省強制所有供老年人、身心障礙以及其他弱勢族群居住的住宅，都應設置自動撒水設備，並且要求在 2018 年前所有的老人住宅需裝設完成，2025 年供有療養院須全數裝設撒水設備。[54]

(二) 先進國家推動歷程

首先，蒐集美國國家規範委員會在推動住宅全面設置自動撒水設備之規範制定歷程，包括期間所遇到的阻礙、挑戰和如何因應、克服的過程，以供台灣未來可能參考國際趨勢推動住宅全面設置自動撒水設備政策時之參考。此外，本研究擬提出「各類場所消防安全設備設置標準」條文修訂建議，以供新建住宅推動設置自動撒水設備之參考。對於既有合法住宅場所，將評估現行「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」之條文，規劃可行之方式以供主管機關參酌。

IRC 自動撒水設備聯盟(Fire Sprinkler Coalition)成立於 2007 年，是由 100 多

個國際、國家和地區消防、建築規範委員和代表 45 個州的協會所組成，這些組織支持在新住宅建設中推廣住宅設置自動撒水設備的使命，該聯盟的成立是為了向公共決策者宣傳住宅自動撒水設備的價值，並支持相關立法。IRC 自動撒水設備聯盟指出，儘管隨著住宅用火災警報器的普及，美國的火災死亡人數在過去 30 年中大幅下降，然而，每年仍有超過 3,000 人死於火災，每 80 秒就有一個住家著火。住宅自動撒水設備是唯一能夠快速控制火災的防火技術，有效地讓家庭有更多時間逃離不受控制的火災帶來的致命高溫和有毒氣體。

國際規範委員會 (ICC) 是一個致力於建築安全、防火和能源效率的會員協會，負責制定用於建造住宅和商業建築（包括住宅和學校）的規範和標準。ICC 的使命是為所有關注建築環境的安全和性能的人提供最高質量的規範、標準、產品和服務。大多數美國城市、縣和州選擇國際規範，即由國際規範委員會制定的建築安全規範。國際規範還作為在世界各地建造聯邦財產的基礎，並為美國以外的許多國家提供參考。國家規範委員會(International Code Council)在 2008 年舉行了兩次規範聽證會，第一次是 2 月在加利福尼亞州棕櫚泉(Palm Springs, California)舉行，第二次於 9 月在明尼蘇達州明尼阿波利斯(Minneapolis, Minnesota)舉行。二次的聽證會是為了審議國際住宅規範(IRC)的自動撒水設備聯盟對於 RB64 和 RB66 的提案。RB64 和 RB66 提案分別是要要求新建住宅應設置自動撒水設備以及允許設置自動撒水設備的住宅分間牆防火時效得由 2 小時降為 1 小時的激勵措施來抵消設置自動撒水設備的建置。2008 年 9 月 21 日，有 ICC 投票權的消防和建築規範委員支持修訂 IRC，提案獲得 73% 出席投票成員的支持所有新的一戶和兩戶住宅和聯棟別墅的住宅應設置自動撒水設備，美國在推進家庭消防安全方面向前邁出了前所未有的第一步。[55]

美國的全國住宅開發商協會 (NAHB) (National Association of Home Builders, NAHB)隨後對通過的 RB64 和 RB66 提案提出上訴，聲稱投票程序有瑕疵。為此，ICC 理事會召集一個上訴委員會來審查此事。該委員會由國家規範委員會的副理事長擔任主席，成員包括國家規範委員會三個規範委員會的主席。為處理上訴，上訴委員會召開了一次公開聽證會，所有利益相關方都有機會作證。聽證會結束時，委員會裁定修訂 RB64 或 RB66 的一切程序符合 ICC 的章程和政策，最終決定於 2008 年 12 月 19 日駁回 NAHB 的上訴，新建住宅應設置自動撒

水設備的要求確定放入 2009 年版的國家規範。IRC 自動撒水設備聯盟主席 Ronny Coleman 指出：「這是消防安全史上的偉大日子。ICC 現已正式確認，要求在新住宅中安裝自動撒水設備的會員投票符合其管理法規制定的章程和規定，其董事會的一致投票消除對安裝自動撒水設備要求合法性的任何懷疑」。隨著上訴被駁回，作為 48 個州和哥倫比亞特區的新建建築監管基礎的 2009 年 IRC 要求在所有聯排別墅（立即生效）和所有新的 1 戶和 2 戶家庭住宅（2011 年 1 月 1 日生效）都應設置自動撒水設備。目前，美國加利福尼亞州、馬里蘭州、哥倫比亞特區和許多其他州和地方司法管轄區都陸續要求在全州範圍內採用 IRC 自動撒水設備的要求。許多州的房屋建築商協會 (Home builder associations (HBAs)) 竭盡全力阻止採用 IRC 關於自動撒水設備的規定。其中一個例外是加利福尼亞州，該州的建築行業協會支持採用 IRC 住宅撒水設備的要求。今天，在要求所有新建住宅都設置自動撒水設備 10 年後，加利福尼亞州和馬里蘭州的房地產市場正在蓬勃發展。最終可能促使開發商觀點轉變為支持住宅設置自動撒水設備的因素是法律責任，每當涉及 2010 年後房屋的火災因未設置自動撒水設備被提起訴訟時，受災戶或是尋求補償火災損失賠償的保險公司都可能依據 IRC 自動撒水設備規定來向開發商進行求償。[56]

美國布朗克斯(Bronx)由於 2017 年一場導致 12 人死亡的公寓發生火災，促成市議會於 2018 年 10 月通過 Barry Grodenchik 提出的一項法案，要求所有公寓所有權人必須在 2029 年 12 月之前加裝自動撒水設備，並取得消防技師的簽證。對於沒有依限改善的場所，超過 25 戶的住宅將面臨每天 10,000 美元的罰款；11 至 25 戶的公寓罰款是每天 1,000 美元，以及 10 戶以下的罰款為 250 美元/天。2018 年 12 月 19 日澳大利亞建築規範委員會(Australian Building Codes Board, ABCB)公告，2019 年起，所有 3 層以上的新住宅樓都必須安裝自動撒水設備，此乃 10 多年來在住宅導入安裝住宅用火災警報器以來消防安全政策的最重大轉變。澳大利亞消防和緊急服務當局委員會(AFAC)主席 Paul Baxter 認為，住宅安裝自動撒水設備可以防止火災升級，可能造成小事故和大悲劇之間的區別。自動撒水設備的存在還有助於消防人員在撲滅住宅火災時面臨的風險。2020 年 4 月 2 日，英國住房部長羅伯特·詹里克 (Robert Jenrick) MP 宣布所有超過 11 公尺高的新住宅強制安裝自動撒水設備，自 2020 年 11 月 26 日開始生效，預計每年

將影響約 1,680 座建築物，約 63,000 套公寓。建築安全改革還包括合乎規定的激勵措施，以及不遵守規則的罰鍰和起訴，這將對建築和房地產行業的每個人都將產生影響。BlazeMaster Fire Protection Systems 公司認為，對於房地產開發商來說，這項新立法對於他們維護居民安全的責任至關重要。將任命一名建築安全監管者，如果不符合新標準，將被起訴。對於民眾來說，這將是一個受歡迎的政策，蘇格蘭政府將於明年跟進。對於建築和消防安全專業人士來說，住宅自動撒水設備技術將成為公共工程的重要組成部分。據估計，未來 10 年將有 15,940 座新住宅設置自動撒水設備，每年投資約 1.64 億英鎊。2020 年 9 月 17 日蘇格蘭政府頒布建築修正條例(Building Amendment Regulations)，自 2021 年 3 月 1 日起，除了私人擁有的單戶住宅外，所有興建中公寓、寄宿舍、集合住宅、社會住宅都必須設置自動撒水設備。而國際住宅規範(International Residential Code, IRC)第 R313 節規定，興建中聯排別墅(Townhouses)以及一戶和二戶住宅(One- and Two-Family Dwellings)皆必須設置自動撒水設備。聯排別墅應遵照 IRC P2904 標準，一戶和二戶住宅則應符合 IRC P2904 或 NFPA 13D 的要求。

儘管 2009 年版國際住宅規範 (IRC)要求所有新建的一戶和兩戶住宅和聯排別墅皆應設置自動撒水設備，然而美國大多數的州考量規範顧慮規範實施後可能造成的影響，大多透過州立法或規範程序來暫緩住宅設置自動撒水設備的規定，或限縮要求設置自動撒水設備的適用對象。表 4-4 為 2019 年 7 月美國各州要求住宅應設置撒水設備的情況，其中，有 22 個州透過立法來暫緩住宅自動撒水設備的要求；22 個州在引用 IRC 規範時暫時移除了住宅設置自動撒水設備的內容，科羅拉多州、特拉華州、伊利諾伊州和懷俄明州因尚未建立全州住宅規範而尚未引用 IRC 規範內容。目前全面要求所有新建住宅皆應設置自動撒水設備的地區為加利福尼亞州、馬里蘭州、哥倫比亞特區；要求聯排別墅應設置自動撒水設備的地區則有、緬因州、亞利桑那州、夏威夷州、馬薩諸塞州、明尼蘇達州、俄克拉荷馬州、賓夕法尼亞州。

第四章 推動對策及事項

表 4-4 美國各州要求住宅應設置自動撒水設備之情況(2019 年 7 月)

州	自動撒水的要求	立法暫緩 或程序排除	州規範 權責機構	備註
加利福尼亞 California	已強制要求新建住宅皆應設置自動撒水設備		建築標準委員會	自 2010 年版以來，CA 規範已要求所有新建住宅皆應設置自動撒水設備。
馬里蘭 Maryland	已強制要求新建住宅皆應設置自動撒水設備		規範管理局	地方修正案不會削弱聯排別墅和一戶和兩戶住宅應設置自動撒水設備的規定。
哥倫比亞特區 District of Columbia	已強制要求新建住宅皆應設置自動撒水設備		消費者與監 管事務局	
緬因 Maine	得視情況要求	透過規範程序 排除	建築規範與 標準局	聯排別墅應設置自動撒水設備。
亞利桑那 Arizona	得視情況要求	州立法暫緩		行政機關仍可要求聯排別墅應設置自動撒水設備。
夏威夷 Hawaii	尚未要求	州立法暫緩	建築規範委 員會	聯排別墅應設置自動撒水設備。2017 年通過立法，2027 年 6 月 30 日之後，各級機關不得再將住宅設置自動撒水設備視為強制規定。
馬薩諸塞 Massachusetts	尚未要求	透過規範程序 排除	公共安全和 檢查辦公室	聯排別墅應設置自動撒水設備。面積超過 14,400 ft ² 的一戶和兩戶住宅需要撒水系統。面積計算包括地下室，但不包括車庫。
明尼蘇達 Minnesota	尚未要求	透過規範程序 排除	建築規範和 許可局	聯排別墅應設置自動撒水設備。一戶、二戶住宅和聯排別墅應設置自動撒水設備之要求，應經由州政府公告後再行實施。
俄克拉荷馬 Oklahoma	得視情況要求	透過規範程序 排除	建築規範委 員會	聯排別墅應設置自動撒水設備。
賓夕法尼亞 Pennsylvania	尚未要求	州立法暫緩	UCC 審查和 諮詢委員會	聯排別墅應設置自動撒水設備。立法要求新建一戶和兩戶住宅的建商應為購屋者提供安裝自動撒水設備的選項（強制性規定）
阿拉巴馬 Alabama	尚未要求	州立法暫緩	能源和住宅 法規委員會	法案 2010-185 禁止州或地方採用需要在一戶或兩戶住宅中安裝自動噴水滅火系統的法令、政策或法規。
阿拉斯加 Alaska	得視情況要求	州立法暫緩	公共安全局	除非經過包括至少三場公開聽證會的特殊程序，否則行政機關不得強制要求住宅設置自動撒水設備。
阿肯色 Arkansas	得視情況要求	透過規範程序 排除	消防局	2012 年 IRC 進行修訂，取消聯排別墅和一戶和兩戶住宅應設置自動撒水設備的要求。
科羅拉多 Colorado	得視情況要求		州建築師辦 公室	丹佛在 2015 年引用 IRC 時，取消住宅應設置自動撒水設備的要求。
康涅狄格 Connecticut	尚未要求	透過規範程序 排除	州建築檢 查辦公室	
特拉華 Delaware	得視情況要求		州消防局	立法要求新建一戶和兩戶住宅的建商應向購屋者提供安裝自動撒水設備的成本估算及州消防局提出關於自動撒水設備效益的資訊（強制性規定）
佛羅里達 Florida	得視情況要求	透過規範程序 排除	建築委員會	關於自動撒水設備的第 R313 節已被刪除。
喬治亞 Georgia	尚未要求	州立法暫緩	社區事務局	
愛達荷 Idaho	尚未要求	州立法暫緩	建築安全處	立法免除一戶和兩戶住宅強制設置自動撒水設備的規定，並修訂 IRC 以允許符合法規分間牆的聯排別墅得免設置自動撒水設備。
伊利諾伊 Illinois	得視情況要求		資本發展委 員會	州建築規範僅適用尚未建立規範地區的商業建築。
印第安納 Indiana	尚未要求	透過規範程序 排除	防火及建築 安全委員會	引用規範版本（2003 IRC）時，排除住宅自動撒水設備。
愛荷華 Iowa	得視情況要求	州立法暫緩	建築法規局	州建築規範適用於公有建築、政府獎勵補貼建築、市政建設、組裝式住宅和商業建築、學校。
堪薩斯 Kansas	尚未要求	州立法暫緩	州消防局	

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

州	自動撒水的要求	立法暫緩 或程序排除	州規範 權責機構	備註
肯塔基 Kentucky	尚未要求	透過規範程序 排除	住家建設局	
路易斯安那 Louisiana	尚未要求	州立法暫緩	州建築規範 委員會	
密歇根 Michigan	尚未要求	透過規範程序 排除	LARA 建築 事業局	引用 IRC 規範時，未採用關於住宅應設置自動撒水設備之規定。
密西西比 Mississippi	得視情況要求	州立法暫緩	州消防局	建築規範不得強制要一戶和兩戶住宅設置自動撒水設備，但當地主管機關得要求設置。
密蘇里 Missouri	尚未要求	州立法暫緩		立法要求新建一戶和兩戶住宅的建商為購屋者提供安裝自動撒水設備的選擇權。(強制性規定)
蒙大拿 Montana	得視情況要求	透過規範程序 排除	建築規範局	自動撒水設備已從 IRC 中全部刪除。
內布拉斯加 Nebraska	得視情況要求	州立法暫緩	行政服務局	
內華達 Nevada	得視情況要求	州立法暫緩	州消防局	主管機關得要求居住面積大於 5,000 ft ² 的住宅單元設置自動撒水設備。某些情況下，也可能要求較小的住宅單元應設置自動撒水設備。
新罕布什爾 New Hampshire	尚未要求	州立法暫緩	州建築規範 審查委員會	住宅法引用了自動撒水設備的設置規定，但州立法禁止當地規劃委員會在一戶和兩戶住宅中要求設置自動撒水設備。
新澤西 New Jersey	尚未要求	透過規範程序 排除	社區事務局	
新墨西哥 New Mexico	得視情況要求	州立法暫緩	建築工業局	
紐約 New York	得視情況要求	州立法暫緩	規範執行與 管理局	3 層以上住宅應設置自動撒水設備。立法要求新建一戶和兩戶住宅的建商應為購屋者提供安裝自動撒水設備的選項 (強制性規定)。
北卡羅來納 North Carolina	尚未要求	透過規範程序 排除	州消防局	
北達科他 North Dakota	尚未要求	州立法暫緩	社區服務局	
俄亥俄 Ohio	尚未要求	透過規範程序 排除	建築標準委 員會	
俄勒岡 Oregon	得視情況要求	透過規範程序 排除	建築規範局	地方主管機關修法權責有限。需要通過建築法規部門的批准。
羅德島 Rhode Island	尚未要求	透過規範程序 排除	建築規範委 員會	
南卡羅來納 South Carolina	尚未要求	透過規範程序 排除	建築規範委 員會	
南達科他 South Dakota	尚未要求	州立法暫緩	州消防局	
田納西 Tennessee	得視情況要求	透過規範程序 排除	州消防局	
德克薩斯 Texas	得視情況要求	州立法暫緩	州消防局	要求在非法人地區和保險專員指定地區執行該守則的後續版本。
猶他 Utah	尚未要求	透過規範程序 排除	建築規範委 員會	
佛蒙特 Vermont	尚未要求	透過規範程序 排除	建築規範和 安全服務局	刪除 NFPA 101 第 24.3.5.1 節一戶和二戶的住宅自動撒水設備保護。
弗吉尼亞 Virginia	尚未要求	透過規範程序 排除	住房和社區 發展局	
華盛頓 Washington	得視情況要求	透過規範程序 排除	州建築規範 委員會	
西弗吉尼亞 West Virginia	尚未要求	州立法暫緩	州消防局	州消防委員會批准了 IRC，但州立法機關取消了住宅自動撒水設備的規定。
威斯康星 Wisconsin	尚未要求	州立法暫緩	安全與專業 服務局	
懷俄明 Wyoming	得視情況要求		防火與電氣 安全局	

(三) 各類場所消防安全設備設置標準

現行「各類場所消防安全設備設置標準」中，僅於第 12 條第 2 款第 7 目規定集合住宅屬於乙類第 7 目之場所，非集合式之住宅則未納入設置標準第 12 條之內容。為於配合後續推動新建住宅全面設置自動撒水設備(或水道連結型自動撒水設備)之政策建議，建議於設置標準第 12 條第 2 款增列第 13 目「非集合式住宅」之場所用途。在住宅設置自動撒水設備的型式適用上，首先進行台灣、NFPA 13D 和 NFPA 13R 有關適用對象的彙整比較。圖 4-8 是關住宅自動撒水設備標準的適用性模式一，當 5 層以上區分所有權之集合住宅設置自動撒水設備時，適用標準為「各類場所消防安全設備設置標準」；4 層以下區分所有權之集合住宅設置自動撒水設備時，適用標準得選用「各類場所消防安全設備設置標準」、「水道連結型自動撒水設備設置基準」或「NFPA 13R Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies」；3 層以下單一所有權之住宅設置自動撒水設備時，適用標準得選用「各類場所消防安全設備設置標準」、「水道連結型自動撒水設備設置基準」、「NFPA 13R Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies」或「NFPA 13D Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes」。

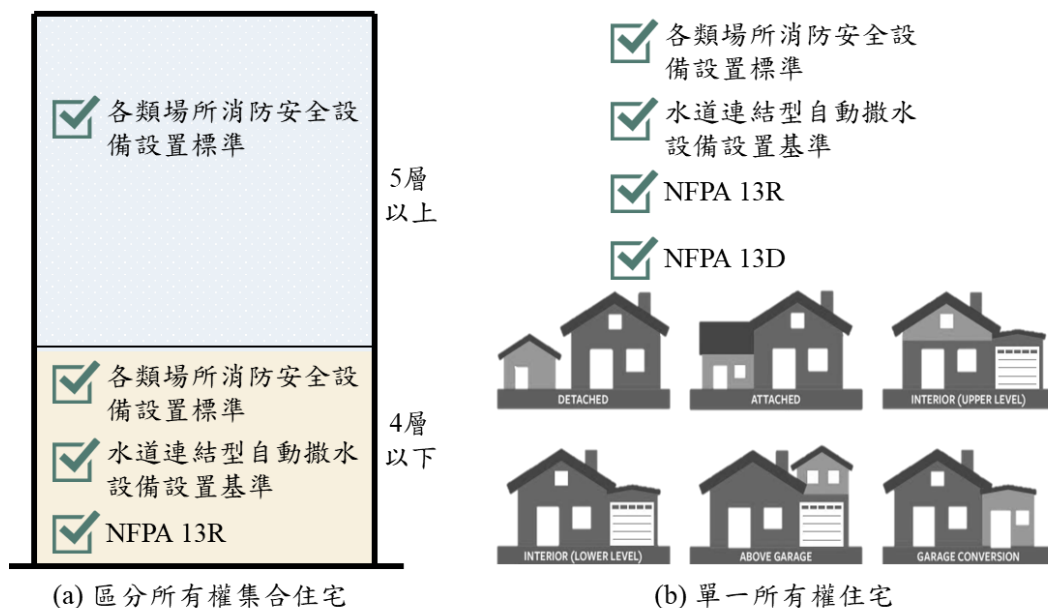


圖 4-8 住宅自動撒水設備標準適用模式一

考量消防專技人員、器材廠商、政府機關對台灣「各類場所消防安全設備設置標準」及「水道連結型自動撒水設備設置基準」的熟悉度較高，且水道連結型自動撒水設備亦可適用 NFPA 13R 和 NFPA 13D 之住宅類型。為期推動過程較為順遂，建議簡化住宅自動撒水設備的適用標準(圖 4-11)，調整後之 6 層以上單一所有權住宅或集合住宅設置自動撒水設備時，適用標準為「各類場所消防安全設備設置標準」；5 層以下單一所有權住宅或集合住宅設置自動撒水設備時，適用標準得選用「各類場所消防安全設備設置標準」或「水道連結型自動撒水設備設置基準」。

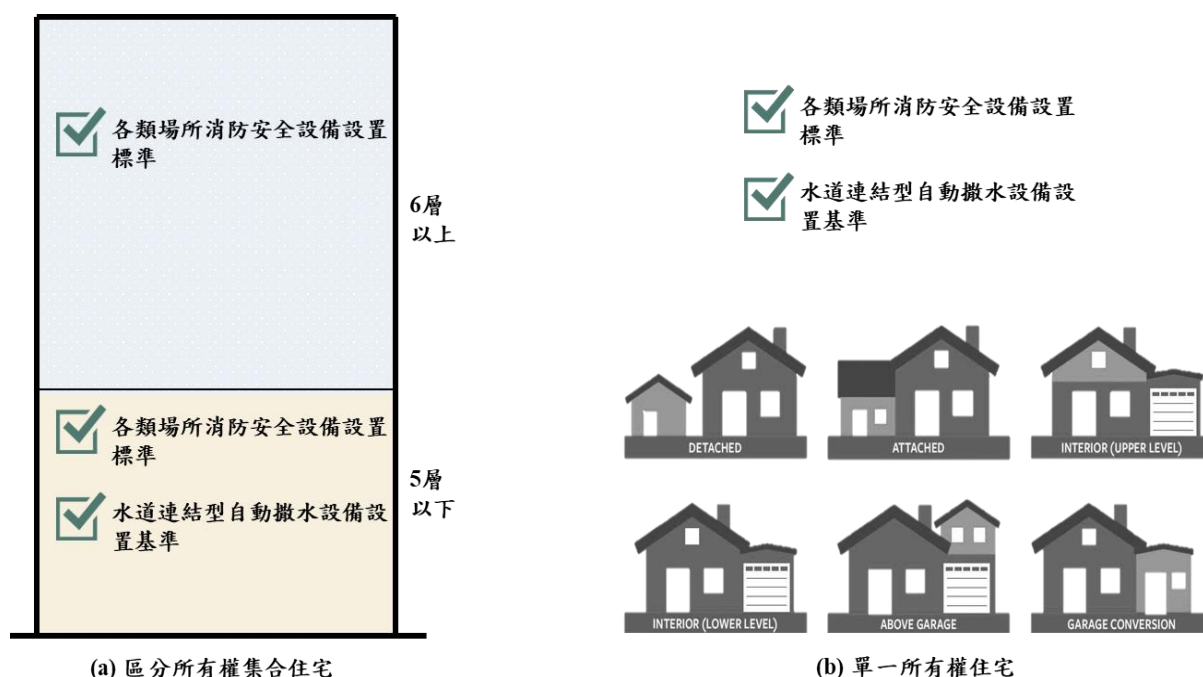


圖 4-9 住宅自動撒水設備標準適用模式二

從安全角度，住宅設置自動撒水設備可抑制火勢成長、保護住戶生命及財產安全、防止火災擴大危及鄰房安全；以外，住宅自動撒水設備還能減少火災溫室氣體的排放、降低救災水源的使用量與整體市政運營費用的支出。因此，本研究建議於各類場所消防安全設備設置標準第 12 條第 2 款第 13 目增列「(十三) 非集合式之住宅」場所，另於同標準第 17 條修訂無論是集合住宅或非集合式住宅都應設置自動撒水設備，惟 5 層以下的住宅選用設置水道連結型自動撒水設備之規定。

二、既有住宅

除立法機關於制定法律時，在衡量廣大公共利益與少數或私有利益保護之結果，明定該行政法規得溯及既往，否則在基於信賴保護原則下，行政法係以不溯及既往為原則、溯及既往為例外。建築法第 77 條之 1 規定「為維護公共安全，供公眾使用或經中央主管建築機關認有必要之非供公眾使用之原有合法建築物，其構造、防火避難設施及消防設備不符現行規定者，應視其實際情形，令其改善或改變其他用途；其申請改善程序、項目、內容及方式等事項之辦法，由中央主管建築機關定之」。因此，縱使「各類場所消防安全設備設置標準」增修規定集合住宅和非集合式住宅皆應設置自動撒水設備，除非中央主管建築機關認定既有住宅應依據「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」進行改善，否則基於行政法不溯及既往原則，是無法要求既有住宅加裝自動撒水設備的。

然而，台灣存在許多住商混合老舊建築、一定規模的隔間套房(雅房)、老人住宅或老人安養機構，當這些住宅管理不善即可能雜物堆放、設施破舊、消防設備不足而大大提高火災風險。一旦發生火災，危及恐非單一住戶，災害很可能波及所有住戶。此外，如同前述的老人住宅或老人安養機構之火災風險亦較於一般住宅來得高。因此，本計畫建議住商混合老舊建築、一定規模的隔間套房(雅房)、老人住宅或老人安養機構可定期進行火災風險評估，並依結果判定是否應納入原有合法建築物防火避難設施及消防設備之改善場所。2005 年，英國頒布消防安全令(Fire Safety Order)，明定公寓、連棟別墅、集合住宅的消防安全負責人(Responsible Person, RP)為所有權人、管委會或住宅管理單位。多住宅單元公寓、別墅或集合住宅必須定期進行火災風險評估(Fire Risk Assessment, FRA)，以提供使建築物更安全並保護住戶或鄰房免受火災波及，其建議內容包括火災發生的可能性、火災發生的可能後果以及如何有效減少火災蔓延風險。英國地方政府協會(Local Government Association (LGA)建議 20 年以上且 3 層以下公寓，火災風險評估報告每 2 年審查一次、每 4 年重做一次；超過 3 層的公寓，火災風險評估報告應每年審查一次、每 3 年重做一次；而對於風險較高的建築物，每年皆應進行火災風險評估。台灣則可參照內政部營建署頒布之「住宅性能評估實施辦法」，定期就住商混合老舊建築、一定規模的隔間套房(雅房)、

老人住宅或老人安養機構進行「防火安全性能評估」作業，進一步調查既有住宅其防火安全之評級。評估項目及安全等級如表 4-8 所列，當防火安全評估未達二級時，主管機關可依結果判定納入消防設備應改善之列管場所。值得一提的是，許多老舊住宅的居住者可能是承租人且本身具較低的經濟能力。對此，NFPA(2021) 年報在報導台灣高雄城中城(2021)的火災事件認為，火災造成的死亡、傷害和損失可能是意料之外但並非偶發。反之，它們是社區消防和生命安全生態系統弱點的產物。如果安全違規行為沒有得到解決，政府可設法扣留房東的租金，有針對性地提供財政援助以協助解決違規行為。

表 4-5 既有住宅性能類別之評估項目及等級基準表

類型	性能類別	評估項目	等級
集合住宅	防火安全	火災警報	各評估內容最低之評分做為性能類別之總評分，其等級由高至低為：
		火災滅火	一、第一級：指該性能類別之各評估內容之評分均符合 A 級者。
		逃生避難	二、第二級：指該性能類別之各評估內容之評分為 B 級或以上者。
		防止延燒	三、第三級：指該性能類別之各評估內容之評分為 C 級或以上者。 四、第四級：指各評估內容之評分有 1 項為 D 級者。
非集合住宅	防火安全	火災警報	各評估內容最低之評分做為性能類別之總評分，其等級由高至低為：
		火災滅火	一、第一級：指該性能類別之各評估內容之評分均符合 A 級者。
		防止延燒	二、第二級：指該性能類別之各評估內容之評分為 B 級或以上者。 三、第三級：指該性能類別之各評估內容之評分為 C 級或以上者。 四、第四級：指各評估內容之評分有 1 項為 D 級者。

當前述住宅被要求應依現行法規設置自動撒水設備時，根據「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」第 2 條「原有合法建築物防火避難設施或消防設備不符現行規定者，其建築物所有權人或使用人應依該管主管建築機關視其實際情形令其改善項目之改善期限辦理改善，於改善完竣後併同本法

第七十七條第三項之規定申報。」及第 25 條「消防設備依下列規定改善：一、已敷設於建築物內之消防設備，如消防水池、消防立管、消防栓、滅火設備、警報設備、避難器具等設備，其功能正常者得維持原有使用。二、滅火設備之施工及結構安全確有困難者，應設有與現行法令同等滅火效能之滅火設備。三、排煙設備之施工及結構安全確有困難者，於樓地板面積每一百平方公尺以防煙壁區劃間隔，且天花板及牆面之室內裝修材料使用不燃材料或耐燃材料」。本研究建議，當 5 層以下既有住宅涉及防火避難設施及消防設備改善事項時，可納入水道連結型自動撒水設備為前述改善辦法第 25 條適用之滅火設備。

誠如前述，除非立法機關充分衡量後認定既有住宅加裝自動撒水設備係關乎廣大之公共利益，否則對於既有住宅場所優先採取宣導推廣並評估獎勵或補助政策是現階段較為可行的做法。2019 年，台灣衛福部公告「護理之家機構改善公共安全設施設備補助計畫」補助護理之家機構(含一般及精神護理之家機構)設置自動撒水設備、119 火災通報裝置、電路設施汰換及寢室隔間與樓板密接整修，以強化既有護理之家機構火災時自主滅火及即時通報性能，降低火災致災風險，以保障住民、護理及相關工作人員之生命安全。優先補助符合下列條件之一的護理之家機構設置自動撒水設備及 119 火災通報裝置，每床 5 萬元，最高 495 萬元的補助額度，這是台灣首次有關場所加裝水道連結型自動撒水設備的補助政策。然而，由於未達設置標準第 17 條依法應設置自動撒水設備之住宅數量非常龐大，若政府全面採取補助方式不僅國家財政難以負擔。因此，基於公平性與合理性，適度擬訂補助對象、範圍、時機、比例確有其必要。

三、基準修訂建議

從表 4-6 為住宅自動撒水設備相關標準的比較，可看出由於「水道連結型自動撒水設備設置基準」所要求的放水性能為 4 只撒水頭同時放水時，放水壓力應達 0.5 kg/cm^2 以上，放水量應達 30 L/min 以上。因此，依據台灣基準設計的水道連結型自動撒水設備的最小水源容量為 2.4 m^3 以上，明顯大於根據 NFPA 13D 設計所需要的水源容量 0.6 m^3 以上和日本特定設施水道連結撒水設備設置基準要求所需的最小水源容量 1.2 m^3 以上，這部分差異對於既有住宅民眾加裝水道連結型自動撒水設備的意願應會有很大的影響。特別針對 5 層以下住宅來說，

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

由於既有屋頂的民生水箱(塔)容量多為 2 m^3 以下規格，加上老舊住宅的屋突層面積、空間有限，對民來說，無論是加裝或換裝最小水源容量 2.4 m^3 以上的水箱(塔)，在實務上都是很難做到的。

表 4-6 住宅自動撒水設備相關標準之比較

國家	台灣	美國		日本
相關標準	水道連結型自動撒水設備設置基準	NFPA 13D	NFPA 13R	特定設施水道連結撒水設備設置基準
對象	老人福利機構、身心障礙福利機構、護理之家機構、長期照顧機構，樓地板面積未達 $1,000\text{ m}^2$ 之場所。	1 戶和 2 戶的住宅和組合屋住宅。	4 層以下且建築高度在 18m 以下的住宅。	老人福利機構、救護設施、幼兒園，樓地板面積未達 $1,000\text{ m}^2$ 之場所。
放水性能要求	4 只撒水頭同時放水時，放水壓力應達 0.5 kg/cm^2 以上，放水量應達 30 L/min 以上。	2 只撒水頭同時放水時，放水壓力應達 0.5 kg/cm^2 以上，放水密度應達 2.04 L/min-m^2 以上。	4 只撒水頭同時放水時，放水壓力應達 0.5 kg/cm^2 以上，放水密度應達 2.04 L/min-m^2 以上。	撒水頭之放水量在 30 L/min 以上，放水壓力在 0.05 Mpa 以上。使用耐燃二級材料裝修時，則可修改為放水量 15 L/min 以上，放水壓力在 0.02 Mpa 以上。
持續供水時間	20 min	10 min	30 min	—
最小水源容量	2.4 m^3 以上	0.6 m^3 以上	3.3 m^3 以上	1.2 m^3 以上

如同澳大利亞消防和緊急服務管理局委員會、新南威爾士州消防和救援局、澳大利亞消防協會和澳大利亞聯邦科學與工業研究組織的研究指出，有設置自動撒水設備的燃燒實驗可有效阻止或延緩閃燃現象。另美國國家規範委員會亦清楚說明，住宅型撒水頭與其他撒水頭之設計目的是不同的，住宅型撒水頭在於阻止火勢蔓延，並在房間內維持至少 10 分鐘的穩定條件，為避難逃生者爭取更長的疏散時間以提升住戶的火災生存率。綜合上述考量，本研究建議基準第 5 條中有關放水性能之規定修訂為「單顆撒水頭放水時，撒水頭放水量應在每分鐘三十公升以上，最末端放水壓力應在每平方公分零點五公斤以上或零點零五百萬帕斯卡（MPa）以上。四顆撒水頭同時放水時，撒水頭放水量應在每分鐘十五公升以上，最末端放水壓力應在每平方公分零點二五公斤以上或零點零二五萬帕斯卡（MPa）以上」。或參酌日本特定施設水道連結型使用細節第 6 條第 3 款之規定「採民生水箱共用式時，距離水錶最遠的房間之最遠 4 顆撒水頭

放水壓力應在每平方公分零點五公斤以上或零點零五百萬帕斯卡（MPa）以上，撒水頭放水量應在每分鐘三十公升以上。但距離水錶最遠之房間撒水頭數量未達4顆時，以實際設置數量計算」。

四、建議推動方案

除建議修訂相關標準外，本研究參酌先進國家推動歷程並彙整相關專家會議研商結果，將推動方案分為政令宣導、民眾宣導、獎勵補助、設備整合及建築管理五種類型，在政令宣導部分，建議以新建住宅為優先推動對象，能在建築物設計時就將撒水設備納入考量，並且針對設有自動撒水設備之住宅提供標章認證，供民眾在租屋或購屋時，能夠較容易辨識安全的房屋。在民眾宣導方面，除徵詢示範案例外，亦可成立住宅撒水設備聯盟團體，與「住宅防火對策2.0」整合，透過科學行銷、宣導，普及住宅用消防設備。並且與相關產業教育訓練教材整合，使更多的業者知曉相關技術及價值，提升民眾對於住宅撒水設備的認識。此外，民眾在進行住宅火災保險時，建議保險業者可提供有設置自動撒水設備的住宅相對應的折扣，而針對既有房屋欲進行改善時，可利用本研究開發的成本估算平台提供民眾或相關權責單位，先預估裝置成本，並從老屋室內裝修、都市更新整建維護基金、私有住宅耐震評估補強、無障礙改善等補助辦法中，提供裝設自動撒水設備之住宅相關的補助措施。在設備整合的部分，由於設置民生水箱共用式之裝設成本較低，且對於既有建築物增設撒水設備時，空間及結構的影響較小，因此建議相關單位應對於設置民生水箱共用式之住宅，協調整合自來水相關規定，提供設計實務工作者遵循之標準。並且清楚訂定設置水道連結型撒水設備之住宅，相關設備維護及權責歸屬。以提供民眾有較經濟的選擇，以提升設置意願。相關權責單位及建議內容彙整如表 4-7。

表 4-7 推動方案建議內容及權責單位

類型	建議	權責單位									
		消防署	營建署	衛福部	自來水公司	金管會	建築師	室內裝修	消防設備師	不動產業者	保險業者
政令宣導	以新建住宅為優先推動對象。	○							○		
	裝設自動撒水設備之住宅標章認證。	○	○								
民眾宣導	徵尋示範案例以協助政令宣導。	○			○				○		
	提供房屋仲介及包租代管業者知曉住宅裝設水道連結型撒水設備的裝置價值，提供業務對象之民眾。	○	○							○	
	成立住宅撒水設備聯盟團體，藉此提升的推廣教案製作和教育宣導。	○							○		
	與「住宅防火對策 2.0」整合，透過科學行銷、宣導，普及住宅用消防設備。	○									
	整合建築、消防、室內裝修產業教育訓練之教材，供更多業者知曉相關設計價值及技術。	○						○	○		
獎勵補助	於老屋室內裝修、都市更新整建維護基金、私有住宅耐震評估補強、無障礙改善等辦法中，提供住宅裝設自動撒水設備之補助措施。		○								
	給予裝設水道連結型自動撒水設備之住宅火災保險的折扣。	○				○					○
	透過估算平台或相關文宣資訊供民眾知曉設置水道連結型自動撒水設備時所需之成本。	○									
設備整合	對於設置民生水箱共用式之住宅，協調整合相關規定，提供設計實務工作者遵循之標準。	○	○		○						
	水道連結型自動撒水設備應盡可能與自來水系統結合，以降低設置成本、提升民眾裝設意願。	○	○		○						
建築管理	明訂設置水道連結型撒水設備之住宅，相關設備維護、權責歸屬。	○	○		○				○		
	結合長照資源或弱勢訪視時機進行設備之維護。	○		○							
	納入防火管理人之訓練教材，並結合消防防護計劃，透過防火管理人從預防、自救的角度對民眾進行宣導。	○							○		

第五章 結論與建議

第一節 研究結論

本研究有二點建議如下：

一、提出住宅裝置水道連結自動撒水設備之條件、費用、方式誘因及替代措施：

為探討設置住宅自動撒水設備工程實務上可能遭遇的問題與可行對策，本研究以 3 層單一所有權住宅和 4 層區分所有權集合住宅為例，分別建立水道連結型自動撒水設備獨立水箱式和民生水箱共用式的 BIM 模型，藉由 BIM 模型明細表來估算實務裝設所需的成本，再結合工程實務經驗規劃住宅設置自動撒水設備的材料計算公式，反覆將計算結果與 BIM 模型明細表測試比對後，製作住宅自動撒水設備的造價預測工具，以供實務工作者快速計算住宅設置自動撒水設備需要的材料數量和預算。以獨立水箱式且設置加壓幫浦為例，當樓地板面積為 $100\text{ m}^2\sim 200\text{ m}^2$ 時，單位建置成本約為 2965 元/ $\text{m}^2\sim 1483$ 元/ m^2 。設置民生水箱共用式且設置加壓幫浦時，則單位建置成本約為 2765 元/ $\text{m}^2\sim 1383$ 元/ m^2 ；就撒水頭裝置單價來說 $100\text{ m}^2\sim 200\text{ m}^2$ 的住宅，約需設置 8~15 只水道連結型撒水頭，獨立水箱式且設置加壓幫浦時，單位建置成本約為 17,300 元/只~13,567 元/只。民生水箱共用式且設置加壓幫浦時，單位建置成本則為 14,800 元/只~12,233 元/只。

設置成本為影響民眾設置水道連結型自動撒水設備意願主要因素之一，經由成本估算分析，採民生水箱共用式可議降低水道連結型撒水設備的設置成本，因此本研究於專家諮詢會議中針對此議題訪問自來水公司，建議彙整如下：

- (一)後續主管機關若針對水道連結型撒水設備有相關會議時，建議邀請相關設備的主管機關，例如營建署、水利署等與會。
- (二)有關與自來水共用的方式，系統堪用、維護責任歸屬建議能夠加以釐清。
- (三)增設民生水塔及水箱時，在建築結構檢討及空間需求等方面可能有一定的難度建議納入評估。

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

(四)未來有關與民生水箱共用之相關規定時，建議可和自來水公司共同研商。

二、草擬草擬住宅裝置水道連結自動撒水設備涉及建築、消防、住戶之推動方案從新建住宅和既有住宅二個面向建議如下：

(一)新建住宅

有關新建住宅推動時，利害關係者及推動對策彙整如表 5-1。本研究調查了國內外住宅火災案例及各國針對住宅撒水設備之有效性研究，都說明了住宅裝設自動撒水設備可於火災初期有效延緩閃燃現象，增加住戶避難逃生的時間。因此，本研究建議住宅應全面設置自動撒水設備，以建築開發商的角度來說，設置撒水設備可提升房屋價值，對住戶而言設置撒水設可有效降低火災傷亡之風險。然而，依照現行各類場所消防安全設備設置標準五層以下住宅不需設置任何消防設備，考量設置自動撒水設備的同時需增加緊急電源、水源等空間及成本，因此本研究建議，五層以下住宅得選用設置成本較經濟的水道連結型自動撒水設備。

表 5-1 新建住宅推動對策

利害關係者			推動對策
發起者	公共	主辦機關	1. 自動撒水設備對於住宅避難弱者於初期火災避難逃生的重要性。 2. 於設置標準增列住宅應全面設置自動撒水設備。 3. 五層以下之住宅得選用設置成本較經濟的水道連結型自動撒水設備。 4. 提出可降低住宅設置水道連結型自動撒水設備所需之空間及設置成本。
	私有	建築開發商	
影響者	公共	建築設計者、消防設計者	
	私有	建築設計者、消防設計者	
決策者	公共	主辦機關	
	私有	建築開發商	
購買者	公共	主辦機關	
	私有	所有權人	

(二)既有住宅

對於既有住宅來說利害關係者及推動對策如表 5-2 所列，台灣存在許多住商混合老舊建築、一定規模的隔間套房(雅房)、老人住宅或老人安養機構，其中可能也居住行動不變的年長者，基於不溯及既往原則既有建築物無法強制要求設置自動撒水設備，因此本研究建議參照「住宅性能評估實施辦法」每年進行火災風險評估，防火安全評估未達二級時，主管機關可依結果判定納入消防設備應改善之列管場所。並且將住宅撒水設備納入舊屋翻新補助、都市更新整建維護基金、私有建築物耐震補強補助、原有住宅無障礙設施改善費用補助執行計畫等辦法進行改善。

表 5-2 既有住宅推動對策

利害關係者			推動對策
發起者	公共	管理單位	1. 自動撒水設備對於住宅避難弱者於初期火災避難逃生的重要性。 2. 於設置標準增列住宅應全面設置自動撒水設備。 3. 五層以下之住宅得選用設置成本較經濟的水道連結型自動撒水設備。 4. 提出可降低住宅設置水道連結型自動撒水設備所需之空間及設置成本。 5. 參照「住宅性能評估實施辦法」每年進行火災風險評估，防火安全評估未達二級時，主管機關可依結果判定納入消防設備應改善之列管場所。 6. 建議配合舊屋翻新補助、都市更新整建維護基金、私有建築物耐震補強補助、原有住宅無障礙設施改善費用補助執行計畫等辦法進行改善。
	私有	所有權人、管理單位、住戶	
影響者	公共	建築設計者、消防設計者	
	私有	建築設計者、消防設計者、房屋仲介、裝修業者	
決策者	公共	管理單位	
	私有	所有權人、管理單位、住戶	
購買者	公共	管理單位	
	私有	投資人、所有權人	

第二節 建議事項

經由研究執行結果，為進一步協助推動住宅裝置水道連結撒水設備，建議未來可以加強的措施如下：

建議一

建築物水系統滅火設備水力計算驗證之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署、財團法人消防教育學術研究基金會

住宅設置水道連結型自動撒水設備的目的是於火災初期的時候針對未燃燒之可燃物進行預濕潤，以延長閃燃發生的時間，提高住家民眾避難的成功率。然而，成本為影響民眾裝設意願的主要因素之一，除了設置民生水箱共用式外，在確保可發揮有效放水性能的情況下可透過管路系統管徑的調整，來降低設置成本。其中，水力計算的程序不僅可對於撒水頭放水性能進行驗證，也對管材選用、管路路徑、空間美觀性和設置成本有很大的影響。台灣目前尚未有標準之驗證程序，消防工程實務大多採取「管徑/數量配比表」概估管徑，且計算時假設每段配管的放水壓力及流量相同，在這樣的情況下往往低估配管摩擦損失，在選用幫浦時考慮較大的餘裕值。若有精確的摩擦損失分析，則必須將所有管段的配管摩擦損失都進行計算，如此一來需花費龐大的人力及時間成本。因此，未來有必要建立水力計算之驗證程序。

建議二

加強消防專技人員於住宅設置水道連結型自動撒水設備之訓練課程：中長期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部消防署、財團法人消防教育學術研究基金會

建議加強消防專技人員對於住宅設置水道連結型自動撒水設備之訓練課程，以增加消防專技人員設置之專業，例如：NFPA 13D、NFPA 13R 和日本相關設計、施工規範及維護檢修要領。

參考書目

- [1] 內政部消防署, 火災調查鑑定作業要領, <https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT02.aspx?lsid=fl044474#>, 2017.
- [2] 內政部消防署, 101 年全國火災統計分析, 2012.
- [3] 內政部消防署, 102 年全國火災統計分析, 2013.
- [4] 內政部消防署, 103 年全國火災統計分析, 2014.
- [5] 內政部消防署, 104 年全國火災統計分析, 2015.
- [6] 內政部消防署, 105 年全國火災統計分析, 2016.
- [7] 內政部消防署, 109 年全國火災統計分析, 2020.
- [8] 內政部消防署, 110 年全國火災統計分析, 2021.
- [9] K. Bowen, Fire Prevention: Apartments Should have Non-Smoking Policies and Sprinkler Systems – Claim Example, West Bend Mutual Insurance Company's internet home., <https://www.thesilverlining.com/businessblog/blog/fire-prevention-apartments-should-have-non-smoking-policies-and-sprinkler-systems-claim-example>, 2020.
- [10] C.J. Wieczorek, Environmental Impact of Residential Fires Review, Factory Mutual Insurance Company, 2021.
- [11] M.J.T. C.M. Lai, T.H. Lin, Experimental Investigations of Fire Spread from Movable to Fixed Fire Loads in Office Fires, Journal of Fire Sciences, DOI (2010).
- [12] V. BABRAUSKAS, Will the Second Item Ignite ?, Fire Safety Journal, 82 (1981) 281 - 292.
- [13] W.K.C. C.L.Chow, Heat release rate of accidental fire in a supertall building residential flat, Building and Environment, DOI (2010).
- [14] 宜蘭縣政府消防局, 宜蘭縣住宅火災案例宣導, https://www.e-land.gov.tw/News_Content.aspx?n=770C4B84956BD13B&s=4B2F838635C6C2D6, 2022.
- [15] 台中市政府消防局, 火災案例, <https://www.fire.taichung.gov.tw/form/index.asp?Parser=3,4,255,242>, 2022.
- [16] 台南市政府消防局, 火災案例宣導單,

https://119.tainan.gov.tw/News_Content.aspx?n=25528&s=7701190, 2022.

[17] 苗栗縣政府消防局, 火災宣導案例 2014.

[18] 內壢高中防災教育資訊網, 火災案例宣導,
https://www.nlhs.tyc.edu.tw/ischool/publish_page/424/?cid=8774, 2022.

[19] 王鴻國、黃旭昇, 中和大火釀 9 死 2 傷 多名死者國籍不詳, 中央通訊社,
<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201711230010.aspx>, 2017.

[20] 鐘敏綺, 岡山透天民宅火災 一死一傷, 中華日報,
<https://www.cdns.com.tw/articles/601435>, 2022.

[21] 地方中心, 高雄名醫家五死火警 消防局鑑定這原因釀災, 蘋果新聞網,
<https://tw.appledaily.com/local/20200613/BYVT4SJFLAZ26OY4LHFQXGSNM>,
2020.

[22] M. Richard, America Burning-The Report of The National Commission on Fire Prevention and Control, 1973.

[23] B.M.H. Butry D. T., Fuller S. K., Benefit-Cost Analysis of Residential Fire Sprinkler Systems, National Institute of Standards and Technology, 2007.

[24] C.J. Wieczorek, Environmental Impact of Residential Fires Review, Factory Mutual Insurance Company, 2021.

[25] H.F.S. Coalition, A Complete Guide to Community Risk Reduction for Your Community, 2021.

[26] S. Weather, Benefits of Residential Fire Sprinklers-Prince George's County, University of Maryland University College, 2009.

[27] M. Ahrens, US Experience with Sprinklers, 2021.

[28] n.R.C. (IRC), Section R313 Automatic Fire Sprinkler Systems., 2008.

[29] U.S.H.o. Representatives, Watson Coleman, Rutherford Introduce Bipartisan Legislation to Install Sprinkler Systems in Older Public Housing Units, in: A. Washington (Ed.), 2021.

[30] Public housing high-rises built pre-1992 aren't required to have sprinkler systems, including 296 out of 316 NYCHA developments, leaving hundreds of thousands of Americans at risk, Insurance Newsent, 2020.

[31] Residential Fire Sprinkler Systems Design, Installation and Code Administration, Internatioanl Criminal Court, 2011.

- [32] Q. Response, Sprinkler Discharge Patterns - Residential Sprinklers, Minnesota State Fire Marshal Fire Protection Section, DOI (2009).
- [33] 內政部消防署, 水道連結型自動撒水設備設置基準, <https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT02.aspx?lsid=FL090036>, 2018.
- [34] Z.J. Juhwan OH, Hoyoung JANG, Myeongsu Kim, 一般住宅用簡易スプリンクラー消火装置の開発に関する研究, Bulletin of Japan Association for Fire Science and Engineering, 62 (2013).
- [35] 內政部消防署, 消防法, <https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT02.aspx?LSID=FL005007>, 2022.
- [36] 內政部營建署, 建築技術規則設計施工編, <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0070115>, 2021.
- [37] 內政部營建署, 住宅法, <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0070195>, 2021.
- [38] 內政部營建署, 公寓大廈管理條例, <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0070118>, 2022.
- [39] ア. 関沢 愛, カナダにおける住宅防火対策について, 一般財団法人消防防災科学センター, 2019.
- [40] NFPA 13D Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes, National Fire Protection Association, 2022.
- [41] NFPA 13R Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies, National Fire Protection Association, 2022.
- [42] NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems, National Fire Protection Association
2016.
- [43] 日本總務省消防廳, 消防法施行令, <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=336CO0000000037>, 2022.
- [44] 日本總務省消防廳, 特定施設水道連結型スプリンクラー設備等に係る当面の運用について, 2007.
- [45] NOHMI, 水道連結型スプリンクラー設備 SPlash 設計要領書, 2022.
- [46] 中央社, 內政部：全國住宅總量破 900 萬 屋齡逾 40 年占 34%,

<https://house.udn.com/house/story/5889/6673397>, 2022.

[47] Ultrasafe, Fire Sprinklers in Residential Care Home, <https://www.ultrasafe.org.uk/fire-sprinklers-in-residential-care-home/>, 2021.

[48] L. PEART, Call for mandatory sprinkler systems in care homes following fire deaths, <https://www.carehomeprofessional.com/call-for-mandatory-sprinkler-systems-in-care-homes-following-fire-deaths/>, 2022.

[49] R.A.D.F.S.C. Limited, If you care you'll take heed of Ageing Safely Week., <https://www.radfiresprinklers.com/care-youll-take-heed-ageing-safely-week/>, 2022.

[50] Staff, 'Fire suppression' ordinance: Residential sprinkler requirement proposed, <https://www.capecoralbreeze.com/news/local-news/2013/03/23/fire-suppression-ordinance-residential-sprinkler-requirement-proposed/>, 2013.

[51] wtoc, New Sprinkler System Saves Seniors' Home from Serious Fire, <https://www.wtoc.com/story/7304295/new-sprinkler-system-saves-seniors-home-from-serious-fire/>, 2007.

[52] C. Eagle, Sprinklers credited with putting out nursing home fire in Sykesville, <https://www.baltimoresun.com/ph-ce-fairhaven-fire-0922-20120922-story.htmlvv>, 2012.

[53] A. Hildebrandt, L'Isle-Verte seniors' home fire raises ire over sprinkler regulation, CBC News <https://www.cbc.ca/news/canada/l-isle-verte-seniors-home-fire-raises-ire-over-sprinkler-regulation-1.2509050>, 2014.

[54] R. Benzie, Sprinkler in seniors homes to be mandatory in Ontario, Thestar, https://www.thestar.com/news/queenspark/2013/05/06/sprinkler_in_seniors_homes_to_be_mandatory_in_ontario.html, 2013.

[55] Minneapolis, Residential Fire Sprinklers Receive Landslide Support- International Code Council Vote Confirms Need for Life-Saving Technology in New Homes, IRC Fire Sprinkler Coalition, DOI (2008).

[56] INTERNATIONAL RESIDENTIAL CODE FIRE SPRINKLER COALITION, <http://ircfiresprinkler.org/home/states-adopting-irc-fire-sprinkler-requirements/>, 2022.

附件一

內政部建築研究所 111年度「前瞻建築防火避難
及結構防火科技研發整合應用計畫(二)協同研究計
畫」遴用協同研究人員第1案「住宅裝置水道連結撒水
設備之對策研究」

評選意見及廠商回應一覽表

項次	評選委員意見	廠商回應
1	住宅建築物態樣多元，影響對未來的設計及施工，建請結合潛在火災風險進行各型住宅分類，以區分適用對象範圍。	調查對象設定上，本研究擬將調查對象依撒水設備裝設時機分為「新建工程」及「成屋使用」住宅二個類型；根據所有權和管理單位分成「公共住宅」和「私人住宅」；住宅的態樣則分為6-10層集合住宅、5層以下集合住宅和獨立住宅；保護住民則聚焦在高齡者居住者。
2	住宅火災預防對策與產物保險建請納入研究內容。	謝謝委員指教，將納入研究執行項目中。
3	住宅火載量考量放水需求，建議評估水量合理範圍。	本研究將蒐集國內外關於自動撒水設備或水道連結型撒水設備對住宅火災控制效果的相關文獻。
4	工程實務之困擾待整合釐清及研擬配套措施。 a. 不得與民生用水混用。 b. 加裝水箱須申辦雜項構造物、結構簽證。 c. 加壓幫浦之電源電費分擔問題。	有關住宅加裝撒水設備時可能面對水源設置空間、雜項執照申請、結構耐震安全、工程費用分攤等議題，本研究將就教相關專家訪談或邀請蒞臨座談指導。

項次	評選委員意見	廠商回應
	d. 是否仍應連結緊急電源。	
5	住宅建築物型態眾多，建議先行界定建築規模、通用對象。	謝謝委員指教，後續研究調查設計時，將考慮不同住宅樣態所造成的影響。
6	針對「加裝」住宅自動撒水設備的案場，宜考慮既有建築的特性及限制，適當調整設置撒水設備的規範，如提升供水壓力或使用較大撒佈面積撒水頭、側牆安置撒水頭方式...等，以達到有效推廣成效。	謝謝委員指教，本研究在住宅裝置(或加裝)自動撒水設備之相關技術或類型時，將盡可能考慮民眾住家空間使用的便利性，減少安裝撒水設備帶來的困擾，提高民眾的裝置(或加裝)意願。
7	針對「成屋(加裝)」和「新建」兩類住宅應有不同的分析策略。	謝謝委員指教，本研將就成屋和新建住宅，擬定不同的分析策略。
8	針對撒水頭系統應考量未來維護及檢測方式。	謝謝委員指教，本研究將彙整各國相關技術資料中，住宅撒水系統維護及檢測方式，提出維護及檢測方式。
9	請對擬建議需安裝水道連結撒水設備之住宅型式及條件(樓高、面積和危險程度)，應有明確之定義?且與設置標準第17條法定設備設置場所有所區隔。	謝謝委員指教，本研究將針對未達設置標準第17條應設置撒水設備之住宅，蒐集各國有關住宅撒水設備之相關規定，提出需水道連結型撒水設備明確之住宅型式及條件。
10	服務建議書第8頁4.本研究計畫之重要性，除了專家訪談、調查、座談外，應增列對建議設置之住宅(設置者)及政府相關機構(決策者)進行訪談，瞭解其意向看法。	本研究後續專家訪談或座談時，將考慮並邀請房屋所有權人和消防以外的相關行政機關之參與。
11	服務建議書第14頁美國住宅型與水道式撒水是否完全相同?應仔細比	謝謝委員指教，本研究將於報告書中，比較美國住宅撒水設備及水道

項次	評選委員意見	廠商回應
	對、研析。依據服務建議書第11頁所述 NFPA 13、13D、13R 均要求設置符合 NFPA 20之幫浦，與我國法定撒水設備規定似乎雷同。	連結型撒水設備之異同。
12	建議蒐集資料及研議對策草案，應考量高齡化社會趨勢下，有高齡者居住之中低樓層住宅及高齡者集居之中低樓層住宅，應如何透過撒水設備提高防火安全。	本研究將蒐集有關高齡者居住之住宅，透過撒水設備提高防火安全之相關文獻，研擬該場所裝設住宅撒水設備對策草案，供相關單位參考。
13	預期成果建議將一般自動撒水設備亦納入比較。另應考量既有住宅(原有合法建築物)增設撒水設備有關技術及可能遭遇問題。	謝謝委員指教，本研究將比較一般自動撒水設備及住宅型撒水設備之異同，並彙整相關技術工法，提出增設住宅撒水有關技術、可能遭遇問題及解決對策。
14	本案涉及重大公共安全課題，建請未來應多邀請消防機關、產險公司代表參與研討。	謝謝委員指教，後續研究過程，將邀請消防機關、產物保險代表一起與會討論。
15	若 NFPA 13R 的適用範圍，4F~18.3m 的住宅，亦宜列入研究重點；並分別對新舊建築研擬對策。	本研究擬定研究調查對象時，將參考 NFPA 13 R 的適用範圍。並將新建住宅和既有住宅後續皆將納入研究分析對象及範圍中。
16	如果針對提升在宅高齡者防火安全，建構「等待救援空間」，建議可結合長照2.0政策之高齡者輔具補助及訪查機制，加入補助加設「自動撒水設備」及「加裝輕量型防火門」對策。	本研究將評估透過住宅撒水設備之裝置，來建立住宅火災時相對安全的待救援空間，降低住宅火災傷亡風險。並提出設置撒水設備相關補助對策，加裝輕量型防火門之補助對策非屬本研究範圍。
17	其他可結合社宅加裝，樹立典範，提高推廣宣導的能見度。	本研究將盡可能拜會相關可合作單位，提出有助於推廣住宅裝置撒水設備的做法。
18	另宜針對加設在技術面可能遭遇的	本研究將彙整住宅裝置撒水設備之

項次	評選委員意見	廠商回應
	困難、加裝有效之最小規模以及基本的成本分析。	技術工法，並就不同住宅態樣和技術工法，提出相關裝置成本分析供裝置(或加裝)者參考。

附件二

「住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究」

第1次專家諮詢會議紀錄

一、 時間：111 年 05 月 31 日（二）14:00

二、 地點：Google Meet 視訊會議

三、 主席：樂主任秘書中丞、何教授岫璵

四、 與會人員：（如附件 1）

（一）專家學者：

1. 莫組長懷祖 (內政部消防署災害預防組)
2. 李理事長明智 (中華民國消防設備師公會全國聯合會)
3. 沈理事長裕堂 (中華民國消防設備士公會全國聯合會)
4. 呂科長佳憲 (臺北市政府消防局火災預防科)
5. 林教授文興 (華夏科技大學資產與物業管理系)
6. 葉主任啟輝 (大葉大學消防安全學士學位學程)

（二）研究團隊：

1. 計畫主持人 樂主任秘書中丞 (內政部建築研究所)
2. 協同主持人 何教授岫璵 (大葉大學環境工程學系)
3. 王組長順治 (內政部建築研究所)
4. 雷研究員明遠 (內政部建築研究所)
5. 陳研究員佳玲 (內政部建築研究所)
6. 沈教授子勝 (中央警察大學消防系)
7. 羅研究助理怡嫻
8. 李研究助理旻容

五、計畫報告：何教授岫璉（如附件 2）

六、綜合討論：

（一）專家學者：

莫組長懷祖：

1. 本案推廣設置水道連結型自動撒水設備之對象，主要是依法不需設置撒水設備的住宅場所。
2. 既有住宅的推廣方式，對於經濟弱勢或居家長照場所可考慮採取補助，其他對象則可評估「原有合法建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」之適用性。
3. 期待本研究成果可提出住宅裝設自動撒水設備較低成本的方式或工法。
4. 以執法單位的角度較希望能訂定出可供遵循的法令，建議整體推動的時間可以拉長，在法令修正之前，先著重在民眾的觀念教育及降低裝設成本的方法討論。

李理事長明智：

1. 舉凡國內外，住宅火災都佔有一定比例，故本案考量如何以水道連結型自動撒水設備作為住宅自動滅火對策研究、工程技術設計模式、估價成本換算，推動及推廣方式研討有其必要及重要性。
2. 考量住宅火災初期有滅火之必要，降低火災進入成長期之機率，參照 NFPA 放水密度 0.05 GPM/ft^2 作為換算放水量及放水壓力的數值是否符合需求，以及換算放水密度應大於 $2 \text{ L/min} \cdot \text{m}^2$ 。水道連結型自動撒水設備每只撒水頭的放水量 18 L/min 、 0.5 kgf/cm^2 ，則放水密度僅有 $0.929 \text{ L/min} \cdot \text{m}^2$ ，故再請確認釋疑。
3. 若依日本標準 15 L/min 放水量、 0.25 kgf/cm^2 放射壓力，則只有 $0.5842 \text{ L/min} \cdot \text{m}^2$ ，建議以 NFPA 為標準作為本國推廣性能標準依據，或本研究採日規或美規標準及抑制或滅火何者為標準依據，建議可於研究中敘明。

沈理事長裕堂：

1. 由城中城火災案例可發現，住宅管理權人未落實大樓管理而造成公共安全的問題，且目前五層以下的住宅並未成立管理委員會，若設置水道連結型自動撒水設備，應由哪個單位進行管理？

2. 裝置水道連結型自動撒水設備方面，建議考量一般住宅如何以美觀的方式進行設置（例如：裝設側壁型撒水設備，以室內裝修隱藏其配管），以增加民眾設置意願。

呂科長佳憲：

1. 目前研究中不同類型的建築物僅以一戶作為示範單元，若同時有多戶要設置水道連結型自動撒水設備時，水源容量應如何規範？
2. 推廣既有住宅增設水道連結型自動撒水設備時，建議考量經費、施工過程造成居室空間暫時無法使用之困擾。
3. 從室內消防栓設備或自動撒水設備延伸水道連結型自動撒水設備時，因涉及消防幫浦及發電機，部分大樓若無落實消防設備之維護，則有造成消防安全設備失效的可能。
4. 推廣方式建議可考慮給予裝設水道連結型自動撒水設備之住宅提供火災保險的折扣，以增加民眾裝設意願。
5. 國內建築物統計分析中，以住宅火災發生機率為最高。建議可再進一步討論住宅是否裝設自動撒水設備造成災害之比較；另，火災案例及傷亡統計部分建議排除自殺及縱火案例，以分析有無設置撒水設備對於火災傷亡是否會造成影響？
6. 大樓的避難路徑包含公設空間，是否有考慮納入裝設水道連結型自動撒水設備的範圍？

林教授文興：

1. 火災件數統計均值 2,697,500 之單位為何？為何平均值會比各年度火災件數高出甚多？
2. 建議本研究所提出的設置方式可與目前規定的設置基準列表進行比較。
3. 建議列出目前設置標準對水道連結型自動撒水設備之規定條文，再清出定義本研究案所研究結果可適用於何種住宅形式，例如高層建築物或獨立住宅等場所。
4. 簡報 P.72 及 P.74 HRR 及火源尺寸均有說明，但未知模擬採用之可燃物種類為何？除了火場溫度以外，裝置水道連結型自動撒水設備是否也會對煙流的擴散情況造成影響？
5. 水道連結型自動撒水設備的放水量較小，可對建築物防護區域之火載量上限提出建議。
6. 對自設系統或原有合法建築物之改善案，較容易實施，可列為第一階段推動方案。
7. 新建住宅或設置標準已訂有應設置系統之規範場所，建議應跟權責單位持續溝通取得共識以修正法規，否則要設置水道連結型自動撒水設備的

難度很高，可列為第二階段推動方案。

8. 水道連結型自動撒水設備在 107 年納入各類場所消防安全設備設置標準，主要設置目標為降低溫度、排煙，增加老人福利機構逃生時間，本案研究目標為取代法定的自動撒水設備？或是優化住宅設置自動撒水設備辦法？
9. 因各類場所消防安全設備設置標準多以日本法規為主要參考，故制定規範建議時亦盡量以日本法令為主，並擷取 NFPA 部分重點。
10. 目前國內制定水道連結型自動撒水設備設置基準時，有關民生水箱共用及獨立水箱共用式等設置形式已有參酌自來水公司的意見，研究建議可參酌此基準。

葉主任啟輝：

1. 希望透過本研究，未來水道連結型自動撒水設備可像住宅用火災警報器一樣普及。
2. 推動依法未達應設置自動撒水設備之住宅裝置水道連結型自動撒水設備，可能面臨到：住戶裝設意願（如室內裝修、建置費用、設備老化維護保養、定期檢修等問題），可以透過獎勵補助、法令強制修法但不溯及既往、特定建築強制裝設（老舊建築活化補助...）等方式降低使用者抗性。
3. 以既有消防設備延伸設置水道連結型自動撒水設備，可能面臨既設水源容量限制、水道型管路耐壓是否足以承載系統動作壓力負荷等問題。
4. 未來推廣方式可考量：法規強制設置、住宅火災保險費折抵、政府補助、建商公會推廣、在法規以上設計評鑑標章。

(二) 研究團隊：

樂主任秘書中丕：

1. 本研究對象為依法不需設置自動撒水設備的住宅，老人福利機構、長照機構是否在研究範圍內，應界定清楚。
2. 既有建築物未設置自動撒水設備可能係因原法規不用設置，若研究結果要建議修正法令，可考慮修正的法規層級是否提高？
3. 研究結論中，可對於新建、既有建築物設置水道連結型自動撒水設備的做法，比較差異性(經費、設置方法、材料、可能遇到的問題)，提出較好的做法與建議。
4. 本研究結果可就國民住宅、都市更新、社會住宅分別提出推動方案。

王組長順治：

1. 既有住宅則可參考住宅防火對策 2.0 及住警器推動經驗，以鼓勵的方

式推動民眾裝設水道連結型自動撒水設備。

2. 研究中推廣方式可設想不同層度之推動，例如採各戶、同層、全棟推動，並探討其推廣策略。
3. 有關政府之統計、稅務、地政等主管機關對家戶、家宅、住戶、住宅等用語，自有其主管業務上之定義，本研究係針對 5 樓以下住宅，報告中僅需彙整符合本研究使用之名詞即可。
4. 美國之公寓在翻譯時需瞭解是 Apartment 或 Condominium(Condo)，本研究對住宅之推動重點，可能在於產權是指「單一所有權人」或「區分所有權人」，「單一所有權人」似較容易推動，「區分所有權人」則須凝聚共識而難度較高。故在參考美國法案時，應釐清該法案訂定的公寓是哪一種類型。
5. 目前報告書中住宅分類是依消防法系來區分，建議可納入建築法系的補說明。
6. 工程技術對於民眾或消防主管機關而言，可能優先考量可行性、成本、影響層面少，建議可設想各種情境，從對住戶阻力較小之不同情境，歸納不同之推動做法建議。
7. 實務探討部分目前是以模擬住家內部起火的方式進行，建議可考慮從較常見或易起火之空間，例如神明廳、廚房等起火位置，模擬火災情境。

雷研究員明遠：

1. 水道連結型自動撒水設備倘能設置側壁型撒水頭，配管可沿著牆角或牆壁，如此便於室內裝修進行修飾，可達到安全兼具美觀的效果。
2. 增設撒水設備之水箱如無法當樓層當戶自設，而需使用屋頂水箱時，其連接管路倘需經過其他住戶外牆時，可能會遭到異議反對，能否在公寓大廈管理相關規定中予以排除，如增加「如為公共安全增設撒水設備，其他住戶不得反對」等條文。
3. 既有住宅增設自動撒水設備，可考量消防力(消防隊抵達時間、介入時間等)及建築物條件(可燃物量、有無防火區劃、消防設備情況等)，決定設置目標是控制火災或者撲滅火災，進一步再決定需設置之設備系統。
4. 水道連結型撒水設備的設置涉及到自來水管路連結部分，基於提升住宅防火安全及減少國人死亡風險之社會公安策略，可建議經濟部給予支持，協助推廣。
5. 本案電腦模擬結果可提供後續推廣應用，建議可增加居室隔間是否為不燃材料、房門是否為防火門、有無設置住警器等情境，以驗證各種住宅防火對策。

七、 會議討論

非常感謝各位專家委員的蒞臨指導，研究團隊將會彙整各為先進專家的意見做為後續研究發展和執行的重要參考意見。

八、 散會(16:00)

附件 1、與會人員



附件 2、簡報情形

會議討論情形

何岫璉正在分享螢幕畫面

住宅性能評估實施辦法

附表一之二 新建住宅防火安全性能之評估內容、權重、評估基準及評分表

評估項目：火災滅火

評估內容	評分	評估基準	申請人自行評估		圖說文件說明	評估結果
			無此項	符合		
火災滅火設備 (集合住宅)	A級	符合B級，且 全棟 住宅設置自動滅火設備。	☐	☐		☐
	B級	符合C級，且各 住宅內 設置自動滅火設備。	☐	☐		☐
	C級	符合法規，且公共空間設置室內消防栓設備。	☐	☐		☐
	D級	符合法規且未達C級者。	☐	☐		☐
火災滅火設備 (非集合住宅)	A級	符合B級，且 住宅內 設置自動噴水設備。	☐	☐		☐
	B級	符合C級，且 住宅內 設置簡易自動滅火設備。	☐	☐		☐
	C級	符合法規，且住宅內設置滅火器設備。	☐	☐		☐
	D級	符合法規且未達C級者。	☐	☐		☐

63

130

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

何曉鴻正在分享螢幕畫面

背景與動機

- 據FM Global調查，由於現代住宅裝潢及家具材料的趨勢，縱使安裝住宅用火災警報器來偵測火災並發出警報，提醒住戶立即避難逃生，卻無法阻止閃燃的發生。調查顯示，同時安裝住宅用火災警報器和住宅撒水設備時，可將住宅火災死亡風險降低 82%。
- 2012年，澳洲消防和緊急服務管理局委員會（AFAC）、新南威爾士州消防和救援局（FRNSW）、澳洲消防協會（FPA Australia）和CSIRO進行公寓的全尺寸火災實驗，發現現代居家的易燃合成材料家具或裝潢，起火後2分45秒就已達到致命的閃燃階段，比50年前到達閃燃的時間快了8倍；相較之下，有設置自動撒水設備的燃燒實驗皆未發生閃燃現象。

16

下午2:12 | 住宅撒水研究-0531專家諮詢會議

何曉鴻 趙輝 葉政輝 沈裕望 內政部消防署第... Ming Zong Lee 你 怡妹 陳佳玲 李明智 佳琳 呂佳潔 佳惠 雷明遠 王海龍

附件三

內政部建築研究所 111 年度

「住宅裝設水道連結撒水設備之對策研究」委託研究計畫案

期中簡報審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1 (曾偉文)	章節開頭介紹內容架構，章節後方進行小結。	遵照辦理，本研究於報告書各章節說明章節內容及結論。
2	增加蒐集有關日本執行現狀的資料。	謝謝委員指導，本研究將蒐集有關日本水道連結型撒水設備相關設計、施工及驗收等相關資料，彙整於期末報告中。
3 (丘晨瑋)	以新建築宅來說，建議針對台灣目前住宅型態，以什麼形式的配管方式為最適化的分析方式，建議製作最適化分析表。	本研究主要針對依法未達應設置自動撒水設備之住宅，推動設置自動撒水設備。將蒐集美國及日本住宅撒水設備相關標準及設置案例的文獻，以 BIM 建模的方式呈現 3 層單一所有權住宅及 4 層區分所有權住宅型態普遍適用的設置型式。
4	水道連結型強制新建建築要設置水道撒水設備，應提出依據或理由，以增加被接受度。	謝謝委員指導，本研究將從住宅居住之年長者、身心障礙等避難弱者之生命安全觀點，以及老舊住宅火災時易於延燒鄰房之大眾利益的考量進行立法合理性評估。另外，根據美國 NFPA 及 FM 相關研究，住宅設置自動撒水設備對於溫室氣體排放、消防水資源之使用及市政費用之撙節亦具備正面效益。上述觀點，將於報告書中進行探討與分

		析。
5	電梯大樓要設置水道連結型撒水設備是否能免設室內消防栓設備，於期末報告中應提出具體條文。	本研究推廣五層以下住宅之內部裝設水道連結型自動撒水設備，目的是於火災初期的時候針對未燃燒之可燃物進行預濕潤，以延長閃燃發生的時間，提高住家民眾避難的成功率。住宅以外的公共區域(含樓梯)，仍應依法檢討是否應設置室內消防栓設備。
6	住宅應採全戶設置或是部分空間設置，哪些空間應優先設置可以納入考量。	根據 NFPA13D 及 13R 之建議，住宅內部除了面積較小之局部空間以外，應全面設置撒水頭，以保戶住宅居家之使用型態。
7 (黃鴻勳)	NFPA13D 及 13R 不只針對放水時間、設置數量有規定，其適用範圍較為廣泛包含幫浦、水流開關，都需要有國外審核認可品，本研究價格分析未納入考量，幫浦使用審核認可品、採用水流開關之價格應建議納入成本考量。	謝謝委員指導，本研究之目的主要係以較為經濟合理之前題推廣住宅設置自動撒水設備。根據美國 NFPA13D 以及日本推動水道連結型自動撒水設備之精神，主要係考量不需額外電力及複雜機械動作原理之撒水頭，得於感熱元件因熱氣流蓄熱達動作標示溫度而啟動之優勢。採用之加壓幫浦建議至少為給水系統持壓幫浦之規格。
8	國外一般使用金屬管，國內多採用耐熱塑膠管，目前研究採 ABS 管，建議能參考國外規範，採 CPVC 管較為耐熱。	水道連結型自動撒水設備得採用聚乙烯塑膠管、聚氯乙稀塑膠管、聚乙烯夾鋁塑膠管、內襯聚乙烯之聚氯乙稀塑膠管、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)塑膠管、聚丁烯塑膠管、玻璃纖維強化塑膠管、碳鋼鋼管、鎳鉻鐵合金管、不銹鋼管或鋼管。本研究設置成本分析案例僅單純做為

		國內欲推動住宅水道連結型自動撒水設備費用之參考，亦為長期促使設置價格更為經濟之努力目標。
9	建議後續可以加入住宅型細水霧的研究以提供民眾更多選項。	謝謝委員指導，本研究主要研究對象為水道連結型自動撒水設備。建議後續研究可納入住宅型細水霧設備，並就其效用、經濟效益、可靠度進行分析，以供民眾有更多選擇參考。
10	成本分析部分，美國採 FM 認證的 CPVC 管單價較高，一般會使用有認可的幫浦及水流開關，成本較台灣低，是否能提供相關報價以供參考。	本研究設置成本分析案例僅單純做為國內欲推動住宅水道連結型自動撒水設備費用之參考，亦為長期促使設置價格更為經濟之努力目標，採用之加壓幫浦建議至少為給水系統持壓幫浦之規格。
11	P.17 壓力單位應修正(1 bar 不等於 1kgf/cm ²)。	謝謝委員提醒，本研究參考 2022 年發布之 NFPA13D，第 30~35 頁表 10.4.9.2(c)~ 10.4.9.2(h)，壓力單位確定為 bar。
12	引用 NFPA 的標準應表明出處。	謝謝委員指導，本研究後續將檢查報告書中引用各國規範及文獻之內容，標明出處。
14	NFPA 中文翻譯內容應再確認。	謝謝委員指導，本研究將修正 NFPA 翻譯內容，使其用詞較符合本土用語。
15 (李明智)	肯定法規適用標準擬定方向及模式及工程案例分析應用新的評估。	謝謝委員指導。
16	NFPA 13D 8.1.1 有訂定撒水頭 K	住宅撒水頭的運行速度比商用撒水

	值應大於 49，針對火災初期滅火或抑制的定義，建議研究能針對不同 K 值撒水頭及不同幫浦規格之性能可再進行調查，將撒水 K 值或加壓幫浦規格納入規範訂定之考量。	頭快得多，將快速反應與獨特的噴撒模式相結合，可在小火時控制住宅火災，因此與商用撒水頭相比，所需的水量少許多。此外，住宅型撒水頭和標準型撒水頭的放射分佈模式不同。由於住宅中的可燃物通常位於牆壁附近，因此住宅型撒水頭的放水分佈必須具有潤濕牆壁的要求。住宅自動撒水設備之設置目標係阻止或延緩閃燃現象，以提供避難逃生者爭取火災初期的避難時間。
17 (莫懷祖)	針對現有設置水道連結型撒水設備工程上遇到的困難可於研究當中進行調查，以供施政參考。	謝謝委員指導，本研究規劃於後續專家諮詢會議時，邀請消防、水電技師、建築師、室內設計、建築管理及物業管理等相關領域專家，以訪談的方式調查施工上可能遇到的問題及困難，彙整於研究報告中。
18	針對目前報告書中 NFPA13D、NFPA13R 並沒有和國內標準做詳細的比較，建議能以 NFPA 相關規範內容做修正，以訂定國內適用的標準參考。	本研究將參考 NFPA13D、NFPA13R 相關規範內容提出水道連結型自動撒水設備設置基準修訂建議。
19	除了修法規定強制設置與獎補助方式(特別針對經濟弱勢者)以外，建議能有多元替代方案。	本研究將進一步評估邀請營建署、自來水公司、室內裝修、保險業者等相關專家參與專家諮詢會議，盡可能找出多元替代方案，供施政參考。
20 (林主航)	有關水道連結型現行的狀況，採民生共用水箱型會和自來水系統連接，可能會被排除，在	謝謝委員指導，於後續專家諮詢會議，計畫邀請自來水公司、營建署討論與自來水系統連接時，可能遇

	研究報告中有使用民生水箱共用型及獨立水箱式納入考量，是否有配套措施？	到的困難及其配套措施。
21	建議進一步分析 NFPA 13D 與 NFPA 13R 之內容，是否有可轉換為國內基準的可行性？	本研究將參考 NFPA13D、NFPA13R 相關規範內容，與國內基準比較後，提出水道連結型自動撒水設備設置基準修訂建議。
22 (黃怡碩)	本案報告與本局(能源局)業務較無關聯，因此無意見。	謝謝委員指導。
23	報告書 P.5 表 1-5 中，2013 年台中市案例中起火源漏寫，建議補上。	謝謝委員指導，報告書 P.5 表 1-5 中，2013 年台中市案例中起火源為瓦斯爐，將於報告書中修正。
24 (楊勝德)	當水箱至最高點撒水頭落差不足情況時，實務上會發生放水壓力不足的困擾。建議就日本水道連結型自動撒水設備放水壓力僅 0.25 kgf/cm ² 之要求，進一步調查或評估引用的可行性。	本研究預計建議單顆撒水頭放水時，撒水頭放水量應在每分鐘三十公升以上，最末端放水壓力應在每平方公分零點五公斤以上或零點零五百萬帕斯卡 (MPa) 以上。四顆撒水頭同時放水時，撒水頭放水量應在每分鐘十五公升以上，最末端放水壓力應在每平方公分零點二五公斤以上或零點零二五萬帕斯卡 (MPa) 以上。
25 (王順治)	建議補充住宅設置水道連結型自動撒水設備時，建築方面是否應辦理相關執照的申請，主管建築機關和消防主管機關需扮演的角色為何？	本研究與後續專家諮詢會議時，預計邀請消防、建築師、營建署、自來水相關專家，研討主管建築機關和消防主管機關在住宅設置水道連結型自動撒水設備時，主管機關需扮演的角色。
26	公寓可分為單一所有權 (Apartment) 和區分所有權	謝謝委員指導，本研究將搜尋單一所有權 (Apartment) 和區分所有權

	(Condominium)二類，其中 Apartment 可能出租給不特定對象，Condominium 的各住戶單元則各自有其區分所有權。建議研究團隊就美國對此兩類公寓的公權規範強度是否有所不同進行調查，再提出建議台灣採用的做法。	(Condominium)二類公寓型態，了解美國對此兩類公寓的公權規範強度是否有所不同。
27 (雷明遠)	後續研究報告可就推動方式與獎勵措施提出進一步的具體建議。	本研究於後續專家諮詢會議將邀請消防主管機關、營建署、自來水公司、室內裝修、保險業者、室內設計、建築管理及物業管理等各領域專家，共同研討推動及相關獎勵措施，於報告書中提出具體建議。
28	BIM 分析案例僅採用向下型撒水頭型式。由於樓層高度較低的住宅裝設向下型撒水頭時，易因高程需求而影響室內淨高。建議後續研擬設置基準或技術規範時，可納入側壁型撒水頭的系統型式。	謝謝委員指導，本研究於期末報告中，將增加側壁型撒水設備之設置方式及相關圖片及說明。

附件四

「住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究」

第2次專家諮詢會議紀錄

一、 時間：111 年 08 月 31 日（三）10:00

二、 地點：Google Meet 視訊會議

三、 主席：王組長順治、何教授岫璉

四、 與會人員：（如附件 1）

（一）專家學者（依姓氏筆畫排序）：

1. 王技師育相（明燮電機技師事務所）
2. 吳理事長曉峯（中華民國消防設備師(士)協會）
3. 周副教授中祺（大葉大學消防安全學士學位學程）
4. 張建築師尚文（三才和建築師事務所）
5. 黃大隊長弟勝（新北市政府消防局）
6. 黃貴麟（台灣自來水股份有限公司營業處）
7. 嚴理事長順福（中華民國消防設備師公會全國聯合會）
8. 蘇建築師鴻奇（蘇鴻奇建築師事務所）

（二）研究團隊：

1. 計畫主持人 樂主任秘書中丕（內政部建築研究所）

2. 協同主持人 何教授岫璉 (大葉大學環境工程學系)
3. 王組長順治 (內政部建築研究所)
4. 雷研究員明遠 (內政部建築研究所)
5. 陳研究員佳玲 (內政部建築研究所)
6. 沈教授子勝 (中央警察大學消防系)
7. 羅研助理怡嫻
8. 李研究助理旻容

五、計畫報告：何教授岫璉（如附件 2）

六、綜合討論：

（一）專家學者：

嚴理事長順福：

1. 水道連結型撒水設備為系統行設備，若要壓低成本主要的做法為與自來水系統連結，目前國內主要設置於長照機構，已有一定的建築規模，如何與自來水系統結合為民眾裝設意願的關鍵因素。
2. 推廣文宣中，能將設置水道連結型撒水設備及未裝設水道連結型撒水設備對於火災損失的差別，可放入文宣提供民眾參考。

吳理事長曉峯：

1. 目前國內以有償照機構的設置案例，有關設置技術方面專技人員應沒有問題。
2. 水道連結型撒水設備與消防栓之間是否能互相配合，及檢討方式應能在進行探討。
3. 水道連結型撒水設備的設置目的應為滅火或火災控制，應納入考量。

黃大隊長弟勝：

- 1.第 17 頁第二章「本研究引用 2022 版 NFPA13D Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One -and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes.」而 Manufactured Homes 有多種翻譯名詞如組合屋住宅、移動房屋、預製房屋。建議名詞說明註記
- 2.第 18-29 頁除表 2-2、2-3 NFPA 13D 供水管的壓力損失，其他表 2-1 至表 2-10 未提引用出處
- 3.第 32-35 頁表 2-15NFPA3 提供的力計算摘要表外，表 2-11 至表 2-14 未提用出處。
- 4.第 71 頁「2010 年 MGlobal 與 HSC 合作進行全面的火災測試,評估有無安裝撒水頭的住宅火災對於環境的影響研究結果顯示，安裝住宅撒水設備可使溫室氣體排放量減少 97.8%。此外，一只住宅撒水頭的平均放水量約 60 L/min(15GPM)GPM),平均使用 1.3m³ 的水來控制火災;而消防隊一支 2 瞄子平均出水量約 950L/min(250GPM)，平均需使用 11.1m³ 的水才能控制火災,若使用撒水頭其用水量可減少 50%到 91%。」，這段敘述是已有設置住宅灑水頭從探測到啟動控制限火勢至消防隊到達滅火與無設置灑水頭火勢成長至報案消防隊到達出水滅火的比較。建議補充說明,不致混淆。
- 5.第 73 頁「本研究參考了各國對於住宅裝設撒水設備之鼓勵措施美國都市計機關為建築開發建立配套的獎勵措施，以降低建築成本並提高開發商的獲利。」,這些獎勵措施除保險減免外，多增加消防救災的困難性，並未說明日後數十年如何維持保障性能堪用，請補充,以完善調查。最後提及例馬里蘭州的房地產市場正在蓬勃發展。最終可能促使開發商觀點轉變為支持住宅設置自動撒水設備的因素是法律責任,也是趨勢政府立法的選項措施。

台灣自來水股份有限公司營業處（黃貴麟組長）：

- 1.爾後有相關會議建議邀請相關設備的主管機關，例如營建署、水利署。
- 2.有關與自來水共用的方式，系統堪用、維護責任歸屬建議能夠加以釐清。
- 3.設置民生水塔及水箱時可能有一定的難度建議納入評估。
- 4.有關安裝費用也是民眾考量的主要因素之一，在推動過程中建議納入考量。
- 5.未來若有機會希望團隊能多與自來水公司討論有關內線的詳細規範內

容。

周副教授中祺：

1. 古蹟、歷史建築能否納入使用水道連結型撒水設備的考量？
2. 有關消防管路專用及民生水鄉共用的方式，在維護保養或檢修方面也能夠提供建議的做法？
3. 住宅設置自動撒水設備對於碳排放會有所助益，建議研究團隊可就此議題進行調查，並在報告書中做合適的論述。

王技師育相：

1. 消防用水要專用或者可與民生用水共用，若要專用則需長時間留有消防用水，會影響民生用水之水量，可能要與自來水公司協調「內線審查計算表」內一日設計用水量是否需調整。
2. 一棟既設建築物需設置住宅裝置水道連結撒水設備時，因下水塔和上水塔已是既設，水塔無法另行開口(避免漏水)供住宅裝置水道連結撒水設備用水時，當揚水泵之流量大於恆壓泵流量時，下水塔水量是否也可以當作住宅裝置水道連結撒水設備之消防用水，方便舊建築物改善與設置。
3. 管材規定：因住宅裝置水道連結撒水設備是與民生用自來水管共用主幹管，大多採用 PVC 管，簡報提到採用 CPVC 管，是否有 PVC 管或 CPVC 管直管、彎頭及另件相關管損資料，可供後續消防局及消防設計單位計算流量及揚程用。
4. 一般消防採用動力給水方式設計，而民生用水大都採用屋頂水箱重力給水的方式供水，若住宅裝置水道連結撒水設備採用重力給水的話，其水量及揚程有相關的計算依據嗎？
5. 住宅裝置水道連結撒水設備與民生設備若共用供水主幹管時，則每種民生設備之流量是否也需要與撒水頭共同檢討管路之流量，才能符合現況用水量，是否也需定義出各種民生設備之流量，以利設計單位計算(可參考台灣自來水股份有限公司用戶用水設備申裝作業要點附表一)。
6. 建議需規定需設置排水措施。
7. 住宅裝置水道連結撒水設備與民生共用之恆壓設備是否需規定要提供緊急電源，若無緊急電源時，如何供應不會被斷電之電源？(因一般災害發生時，一般電源會從電表箱斷電以利搶救)。
8. 期待可以整理一套住宅裝置水道連結撒水設備完整的技術資料，提供消防局及全國消防設計單位當作依據，順利推動本套設備的設置。

張建築師尚文：

- 1.附表 1-1、表 1-2、表 1-3 降低住宅死亡人數，實為重要。肯定本案主題。
- 2.附表 1-1、表 1-2、表 1-3 住宅住宅火災案件及死亡比例高，有可能現行法規著重供公眾使用建築物之防護，忽略私人住宅之防護，現在可以彌補這一塊，法律推動政策正當性。
- 3.附表 1-1，宜再增加各類建築等數量(可由戶數或類型統計)，較好評估火災佔該類型建築等比例，以及推估未來推廣面臨之數量。
- 4.既然 NFPA 13、NFPA 13D、NFPA 13R 有規定，應可以依其規範研擬我國之規範草案。它是屬於消防設備較適合納入消防法規。
- 5.可以考慮：
 - (1) 自動撒水類型：裝管路較適合尚無裝修建築，或 10 層以下集合住宅。
 - (2) 手動消防栓類型：有水管即可，較適合已裝修建築跟滅火器搭配使用。
- 6.對於私人住宅公益性較低，法規慣例採非強制手段，故建議可以用示範案或補助案先試圖。
- 7.推動方式：本案先以方案方式(目前可推測定性成效)→補助及示範計畫、進行進一步實驗研究確認定量成效→立法。
- 8.P.80 既有建築表 4-3 有分類是好的，如要入法在「原有合法建築物防火避難設施及消防改善辦法」可以考慮於室內裝修或變更使用案件予以要求。

蘇建築師鴻奇：

- 1.依據 109 年建研所「住宅防對策之研究」報告其結論顯示,有關國內住宅形式統計顯示，至 104 年國內住宅累計數量，其中低層樓住宅包含農舍、透天厝與 6 層樓以下公寓，則合計占比約 7 成，而火災死亡案件與人數的比例佔 77%卻都高於 7 成,顯見低層樓住宅之火災風險性確實較高。肯定本案研究成果將可提供改善降低住宅之火災風險之方案。
- 2.設置水道連結型撒水設備確實具有良好之滅火成效，文中第 63 頁以四層區分所有權住宅為例所進行的火災模擬，建議可以參考比較 106 年建研所「適用於安養及長照服務機構之消防安全設備研究」報告，其中簡易式自動水滅火設備之實尺寸實驗結果，對於本案火災模擬結果分析應更有助益。
- 3.既有建築物於室內裝修時，是一個檢討與改善消防設備機會點。建議

有關法規修正部分也可以考慮配合室內裝修規定提出建議。

(二)研究團隊：

王組長順治：

1. 有關推廣策略建議盡可能以新建建築為主。
2. 有關美觀部分可與室內裝修公會進行交流與合作。
3. 建議報告可加入台灣消防法規的建置歷程與時代脈絡。

雷研究員明遠：

1. 建議可結合包租代管的政策，選擇適當的時機為其管理的住宅安裝自動撒水設備。
2. 建議在 H-1 建築類組的住宅，未達依法應設的條件時，可要求裝設水道連結型自動撒水設備。
3. 建議將本研究摘要提供給室內裝修相關單位作為教育訓練的教材。

七、 會議討論

非常感謝各位專家委員的蒞臨指導，研究團隊將會彙整各為先進專家的意見做為後續研究發展和執行的重要參考意見。

八、 散會(12:00)

附件 1、與會人員



住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究



附件 2、簡報情形

會議討論情形

第三章 設置案例分析

2017 年至 2021 年期間台灣火災死亡案件數最多的住宅類型為 5 層以下住宅，根據設置標準第 17 條，5 層以下住宅並未達到應設置自動撒水設備之規定。另 NFPA 13R 僅適用於 4 層以下且建築高度不超過 18.3 m 的住宅；NFPA 13D 則僅限應用於 1 戶或 2 戶的住宅。水道連結型自動撒水設備允許民生用水器具和自動撒水設備共用複合用途管路，換算其火災控制性能的放水密度約為 2.2 L/min-m²略高於 NFPA 13D 和 NFPA 13R 所要求的 2.04 L/min-m²放水密度。此外，計算最末端同時 4 只撒水頭的放水量與 NFPA 13R 的要求是一致的。儘管水道連結型自動撒水設備要求之放水持續時間為 20 分鐘較 NFPA 13R 要求的 30 分鐘為短，此部份對於消防分隊分佈密度較低的偏鄉地區，可考慮設計較長的放水持續時間。由於內政部已於 2018 年頒布水道連結型自動撒水設備設置基準[33]，增壓供水裝置、水源容量、配管、配件、閥類、撒水頭、末端測試裝置、標示等皆有詳盡規範。接下來，本研究將以 3 層單一所有權住宅和

上午10:31 | 建研所:『住宅裝置水道連結撒水設備之對策』研究-1

表 2-16 住宅自動撒水設備相關標準之比較				
國家	台灣	美國		日本
相關標準	水道連結型自動撒水設備設置基準	NFPA 13D	NFPA 13R	特定設施水道連結撒水設備設置基準
對象	老人福利機構、身心障礙福利機構、護理之家機構、長期照顧機構	1戶和2戶的住宅和組合屋住宅	4層以下且建築高度在18m以下的住宅	1.老人福利機構 2.救護設施 3.幼兒園
樓地板面積	未達 1,000 m ²	—		未達 1,000 m ²
撒水頭類型	水道連結撒水頭	住宅型撒水頭		水道連結撒水頭
最小放水壓力 (kgf/cm ²)	0.5	0.5		0.25

附件五

「住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究」

第3次專家諮詢會議紀錄

一、 時間：111 年 10 月 06 日（四）10:00

二、 地點：Google Meet 視訊會議

三、 主席：王組長順治、何教授岫聰

四、 與會人員：（如附件 1）

（一）專家學者（依姓氏筆畫排序）：

1. 吳佩城科長（高雄市政府消防局火災預防科）
2. 林金穗資深副總（富邦產物保險）
3. 徐炳欽秘書長（中華民國空間設計學會）
4. 高文婷組長（內政部營建署建築管理組）
5. 黃昭閔理事長（台中市不動產估價師公會）
6. 黃瑞嘉秘書長（台中市租賃住宅服務商業同業公會）
7. 劉俊良理事長（雲林縣室內設計裝修商業同業公會）

（二）研究團隊：

1. 計畫主持人 樂主任秘書中丕（內政部建築研究所）
2. 協同主持人 何教授岫聰（大葉大學環境工程學系）

- 3.王組長順治(內政部建築研究所)
- 4.雷研究員明遠(內政部建築研究所)
- 5.陳研究員佳玲(內政部建築研究所)
- 6.沈教授子勝(中央警察大學消防系)
- 7.羅研助理怡嫻
- 8.李研究助理旻容

五、計畫報告：李研究助理旻容（如附件 2）

六、綜合討論：

(一)專家學者：

吳佩城科長：

- 1.法令修訂建議中於設置標準第 17 條增列供住宅使用場所，但第 12 條中並無規範住宅場所，建議研究團隊釐清法規的適用性。
- 2.依照消防法，只規定供公眾使用建築物(6 層以上)需進行會審會勘及委託專技人員進行設計規劃、安裝施作，以確保設備能發揮功能，五樓以下建築物裝設水道連結型撒水設備，不在此範圍內，建議研究團隊考量如何確保設備能發揮其功能。

林金穗執行副總：

- 1.與一般供水設備共用時，裝設加壓幫浦時壓力如何設計?使用用水器具時加壓幫浦是否都會啟動?建議可再增加說明
- 2.設置水道連結型撒水設備對於住宅火災保險的幫助非常有限，因保險公司難以到現場確認住宅撒水的有效性(不符合成本)，且住宅設置水道連結型撒水設備對於財產的損失幫助很有限，但對於人命安全應有相當大的幫助。

徐炳欽秘書長：

1. 有關裝設撒水設備之工法，建議可整合建築、消防、室內裝修產業納入教材中，供更多業者知曉相關設計價值及技術。

高文婷組長：

1. 在住宅撒水設備尚未普及的階段，需有主動補助的措施，補助金額依不同地區情況可能為 50%~80%，補助時機可參考老屋室裝、都市更新整建維護基金、私有住宅耐震評估補強、無障礙改善等辦法。
2. 一般買房屋都需貸款，需有火災保險，若能因裝置水道連結型撒水設備有相關保險折扣優惠，對民眾可能是極大誘因。
3. 建議製作網站，以 10 張以內的圖表說向民眾介紹水道連結型撒水設備的原理、優點，並且針對台灣最大宗的住宅(5 層以下、30~40 坪)的房屋，有裝設方式標準圖樣供民眾了解水管走向、對室內空間美觀的影響，至少 3 種配置方式供民眾任選。
4. 目前五層以下私有住宅裝修時，未列入申請變更使用執照，可考量若住宅需裝設水道連結型撒水設備，是否有行政程序上可減免的事項。
5. 城中城火災後成立了危險老舊建築物輔導專案，並修正法令強制危險老舊建築物成立管理組織，地方消防單位也成立輔導團隊，建議可同時提供老屋室裝、都市更新整建維護基金、私有住宅耐震評估補強、無障礙改善等辦法，建議管委會進行評估時，考量裝設撒水設備。
6. 可建議房屋仲介將水道連結型撒水設備的裝置價值，寫進房屋介紹及宣傳，並於售屋時告知民眾，以提升民眾對於水道連結型撒水設備資訊的了解。

黃昭閔理事長：

1. 近期住宅火災提升民眾對於住宅消防安全的重視，若住宅裝設水道連結型撒水設備，因消防安全提升民眾租屋意願提高，對於租金有拉抬的效果。
2. 從房屋購買的觀點來看，當民眾都重視住宅消防安全時，有裝置撒水設備的房子價值可能提升，但對於房價的影響仍要視住宅裝設撒水設備的普及性及推廣成效對於消費市場的影響。

黃瑞嘉秘書長：

1. 裝設水道連結型撒水設備後租金可以上揚，對於裝設水道連結型撒水設備的場所投資報酬率更高，可透過包租代管業著對房屋所有權人做宣導，扮演資訊傳達的角色。
2. 當業者願意在房屋設置撒水設備，建議可有相關標示，讓房客在租屋時能藉由標章，有較安全的租屋選擇。

劉俊良理事長：

1. 許多老舊透天住宅中，因老人不方便爬樓迫不得已，只能睡在客廳。且許多新建集合住宅，為了規避消防設備的設置會增加造價，建造樓層多為9層以下，可見建商在消防設備的設置還是存在一定的抗性。期待透過本研究案推廣使民眾更加重視住宅安全。
2. 有關水道連結型撒水設備的建置，PPR管可耐高壓也是值得考量的材料之一。

研究團隊：

雷研究員明遠：

1. 針對老舊的公寓，可提出進行危老建築的重建計畫、都更整建時裝設撒水設備時相關鼓勵措施或辦法修正建議。
2. 如何透過室內裝修業者、不動產專業服務的業者告知民眾裝設撒水設備的價值，可於研究中有具體的論述。

七、 會議討論

非常感謝各位專家委員的蒞臨指導，研究團隊將會彙整各為先進專家的意見做為後續研究發展和執行的重要參考意見。

八、 散會(12:00)

附件 1、與會人員



附件 2、簡報情形

會議討論情形

你安裝的擴充功能可能會影響通訊品質

瞭解詳情 關閉

繼續 羅怡嫻正在分享螢幕畫面

出席專家

高雄市政府消防局火災預防科	吳佩城科長
富邦產物保險	林金穗執行副總
中華民國空間設計學會	徐炳欽秘書長
內政部營建署	高文婷組長
台中市不動產估價師公會	黃昭閔理事長
台中市租賃住宅服務商業同業公會	黃瑞嘉秘書長
雲林縣室內設計裝修商業同業公會	劉俊良理事長

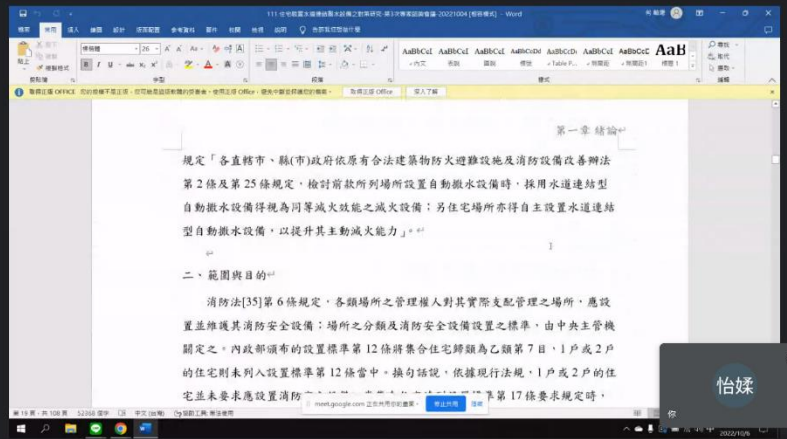


上午10:02 | wrn-nust-tfr





Ming Zong Lee正在分享螢幕畫面



參與者

搜尋使用者

邀請中

- 羅怡嫻 (你) 會議主持人
- 何曉瑛
- 吳佩城
- 沈
- 林金穗
- 徐炳欽
- 高文婷
- 陳佳琦
- 黃昭閔

上午10:17 | 建研所：專家諮詢會議





附件六

內政部建築研究所 111 年度

「住宅裝設水道連結撒水設備之對策研究」委託研究計畫案

期末簡報審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1 (徐一量)	期末報告收集各國做法，並能提出解決方案及價格估算，內容詳盡，符合計畫要求。	謝謝委員指導。
2	依據期末報告之文獻收集及各國比較，水道式撒水系統應能有效降低火災風險，爭取更多的人員避難時間，建議持續推廣。	住宅自動撒水設備之設置目標係阻止或延緩閃燃現象，以提供避難逃生者爭取火災初期的避難時間。本研究將彙整專家諮詢會議及國內外推動方案及對策供主管機關參考。
3	由住警器的推廣經驗推估，水道式撒水系統推行亦會遇到阻力，但因確實具有降低火災風險，提升住宅安全的可能，建議逐項由風險高之處所進行法規修訂與推廣。	本研究將於既有住宅推廣水道連結型自動撒水設備中，參考過去政府推廣住宅用火災警報器的經驗，並整理至研究報告中。
4	經查水道式撒水系統使用之 PVC 管軟化溫度並不高，請於報告中補充 PVC 的受熱及燃燒特性，考量在火場中 PVC 管是否會因火場溫度失效，導致水源無法送水至撒水頭之情況發生。	撒水頭標示溫度一般採用 68°C~98°C，此溫度是低於 PVC 管的軟化溫度。因此水道連結型撒水設備裝設 PVC 管並不影響功能的正常發揮。水道連結型自動撒水設備設置目的是火災發生時預濕潤居室四周牆壁以延緩閃燃時間，進而提高人員避難的成功率及存活率。當水源容量用盡時，PVC 配管確實有可能軟化，甚至熱分解產生有毒氣體，然而，人體可承受之環境最高溫度約為 55~60°C，該溫度遠低於 PVC 管之軟化溫度。這也是日本

項次	審查委員意見	廠商回應
		及台灣水道連結型自動撒水設備設置基準可採用 PVC 管之意旨。
5 (曾偉文)	整理資料豐富很好，建議增加一些類似產品差異分析。	本研究將於成本分析部分，就設置型式、共用屋外配管、加壓幫浦及樓地板面積進行成本差異分析。
6	國外類似設備建議要描述建築物的特性，例如：我國分戶區劃 VS. 美國非防火構造無分戶區劃、日本用於避難者場所 VS. 美國單、雙戶組合戶等...等等。	本研究將於研究範圍補充描述，儘管有分戶區劃、非防火構造無分戶區劃、日本用於避難者場所美國單、雙戶組合戶...等不同建築物型態，然而本研究旨於探討住宅設置水道連結型自動撒水設備之對策，因此僅針對住宅設置水道連結型撒水設備之進行實務設計案例的探討及成本分析。
7	NFPA 是選擇性使用，對照我國設置標準強制要求，研究結論將所有新建住宅納入法定設備，在執行管理之可行性困難度高，建議考慮具高度火災風險老舊建物優先輔導為主要對象，保險獎勵新建場所為輔之分期分階段漸進方式，作為主要推動策略。	本研究參考專家諮詢會議中專家委員的意見，考量新建住宅設置水道連結型撒水設備對於民眾的生活影響較小，且若於新建住宅設置水道連結型自動撒水設備時，可事先考量景觀、室內裝修等條件，對於民眾裝設意願較高。因此本研究建議新建住宅為優先推動對象。而對於既有住宅而言，本研究建議參照「住宅性能評估實施辦法」每年進行火災風險評估，防火安全評估未達二級時，主管機關可依結果判定納入消防設備應改善之列管場所。
8	期末報告內容符合預期成果。	謝謝委員指導。
9 (邱晨瑋)	住宅設置水道連結型自動撒水設備確實能降低火災危害，爭取人員避難逃生時間，推動設置利益良善。	謝謝委員對於研究結果的肯定。
10	住宅設置水道連結型主要在解決設置水源困難問題，所以設置在	本研究於期中報告階段針對設有室內消防栓設備之場所共用配管

項次	審查委員意見	廠商回應
	1-5 層集合住宅及連結式透天厝或其他住宿類需設置水道連結型，請仍考量現有民生用水可以供應水源足以因應為原則，否則似有違反當初設置水道連結型美意。5 樓以下應無這方面的問題，6 樓至 10 樓以下建築物可結合室內消防栓。	之方案已有提出討論，然而考量此作法恐造成水道連結型自動撒水設備之定義不清、及主管機關管理不便且權責單位有待釐清，故本研究暫不考量與室內消防栓結合配管之方案。
11	另老舊建築物火災風險高，其中又以早期五樓以下公寓類型住宅所造成的火災傷亡最大，惟居住其中之民眾經濟能力普遍較弱，較難負荷設置水道撒水與後續保養維護所需費用。而既有建築物在設置時，常遇到各區分所有權人意見不同難以執行的情形，費用分攤亦是一大難題，且設置完成後如何確保系統運作正常也是需考量的問題。但觀察國內過往推動住警器安裝經驗，民眾對於花錢改善住宅消防安全意願不高，反而過度依賴政府補助，造成多數住宅戶內只安裝一個政府補助的住警器，住警器使用多年沒電不會主動更換，反而希望政府再協助更換電池等現象。	謝謝委員提供寶貴的意見，如同專家詢會議當中莫組長所提，在推動進程上建議以新建住宅為優先，法令尚未訂(修)之前，優先著重在民眾的教育宣導工作，其中也包括讓民眾知道加裝水道連結型自動撒水設備可能產生的費用與影響概況。
13	十樓以下住宅需達每層 1000 m ² 以上才需設，大多未設撒水設備，連棟式透天厝以及其他場所用途如住商及住辦以及未設置撒水但火災風險偏高場所，可考量修訂規範設水道連結型系統。	謝謝委員指導，本研究建議所有住宅皆須設置自動撒水設備，考量水道連結型撒水設備之特性及適用性，在國外相關研究中認為水道連結型撒水設備不適合設置於四層以上建築物，且參考美國 NFPA13D 及 13R 之適用範圍為一戶或二戶住宅、4 層建築物或 18m 以下住宅。本研究會同相關專家學者討論後，考量國內建築物現

項次	審查委員意見	廠商回應
		況，建議五層以下住宅得設置水道連結型自動撒水設備。
14	建議由新建物及變更用途優先推動，而既有建築物則視火災風險、樓層高度、有無管委會、使用情形（出租/自住）等條件，分類分期推動。	謝謝委員寶貴的意見，本研究於推廣對策中建議新建住宅為優先推動對象，既有建築物則建議定期就住商混合老舊建築、一定規模的隔間套房(雅房)、老人住宅或老人安養機構進行「防火安全性能評估」作業，當防火等級未達二級時，則應進行相對應的改善對策。
15	後續維護部分，可結合長照資源或弱勢訪視時機，一併辦理。	謝謝委員寶貴的意見，本研究將後續維護部分，可結合長照資源或弱勢訪視時機納入推動對策之建議。
16 (李明智)	肯定研究團隊對於滅火對策、工程技術、成本計算及法規研擬等方面皆有顯著成效，成果符合預期目標。	謝謝委員指導。
17	建議對於不同之室內裝修等級、撒水頭 K 值及加壓馬達等參數變化，撒水裝置裝設的密度其滅火效能作出分類建議，以提供設計者參考。	住宅撒水頭的運行速度比商用撒水頭快得多，將快速反應與獨特的噴撒模式相結合，可在小火時控制住宅火災，因此與商用撒水頭相比，所需的水量少了許多。此外，住宅型撒水頭和標準型撒水頭的放射分佈模式不同。由於住宅中的可燃物通常位於牆壁附近，因此住宅型撒水頭的放水分佈必須具有潤濕牆壁的要求。住宅自動撒水設備之設置目標係阻止或延緩閃燃現象，以提供避難逃生者爭取火災初期的避難時間。有關室內裝修等級本研究可考量參考日本之要求，建議室內裝修等級在耐燃二級以上時，可放寬撒水頭之放水壓力及放水

項次	審查委員意見	廠商回應
		量。
18 (莫懷祖)	有關預期成果均已提出。	謝謝委員指導。
19	既有住宅部分其裝置費用可能是最大考量，也是政府無力進行補助的最大因素，短期所能採用的手段侷限於宣導作為，以喚起民眾防火防災意識，建請就可節約經費之工法再行研究提參。	本研究後續於報告書中將就是否增設水箱、加壓幫浦及共用配管等情境進行設置成本的比較，供民眾及主管機關參考。
20	新建部分，採用立法程序即能達要求設置目的，但是大部分住宅可能非屬供公眾使用建築物範圍，於推動上有相當困難，需視客觀環境因應，建請先行擬定修法草案備用。	本研究將提出各類場所消防安全設備設置標準之修正建議，並彙整歷次專家諮詢會議及國外相關推動方案提出建議推動對策，供相關單位參酌。
21	具體推動作法建議可詢洽有意願、有財力民眾，輔導進行示範性的設置，以做為示範場點推動。	本研究可於期末報告後，會同相關單位詢洽有意願、有財力民眾，輔導進行示範性的設置，以做為示範場點推動。
22 (呂佳憲)	目前外勤搶救一般住宅場所，原則以 1 吋半瞄子射水，建議報告書第 86 頁可以評估修正或補充說明。	本研究根據美國 FM 調查結果，於報告書中補充說明台灣使用 1½ 吋瞄子所需之水量。
23	建議可由新建物開始推動，較易推行，且可降低設置成本。	謝謝委員指導，本研究於推動方案建議由新建住宅為優先推動對象，並針對是否增設水箱、加壓幫浦及是否共用配管等情境進行成本分析，供民眾及主管機關參考。
24	雖然目前的評估設置費用比美國高，但整體的設置費用還是遠低於一般撒水系統，建議可列入比較，以做為日後宣導推廣之參考。	本研究將於成本分析部分，增加自動撒水設備及水道連結型自動撒水設備之設置成本分析，供相關單位做後續推廣之參考。
25 (陳崇岳)	本研究參考資料豐富，更透過實務設置案例進行設置費用分析，	謝謝委員對於研究結果之肯定。

項次	審查委員意見	廠商回應
	可作為未來行政、技術與財務可行性分析之重要參考，其中更精準分析單位面積成本約為 1,340 元/m ² ，可作為後續相關推廣、建商或住宅所有權人評估是否增設撒水設備之財務參考。	
26	民間團體協助公眾教育宣導應屬可行： 文本中提及美國推廣經驗，係透過美國住宅撒水設備聯盟進行推廣宣導與法規遊說，過程中雖有不同利益團體(美國住宅開發商協會)反對與質疑，但過程中亦透過更完整的分析，反而促成相關法案通過、更多大眾願意增設撒水設備。在之前的專家諮詢會議中亦有專家建議可類似團體協助推廣與宣導，另考量國內相關民間組織/協會/公會亦運行有成，故建議可採民間團體聯盟機制來協助推廣、遊說法案。	謝謝委員提供寶貴的意見，本研究將於推廣對策中，彙整專家諮詢會議及國外推廣政策，將成立類似美國住宅撒水設備聯盟團體協助推廣與宣導納入建議推廣對策，供相關單位參考。
27	建議水道連結型自動撒水設備設置基準可列中長期建議修正，惟針對各類場所消防安全設備設置標準之建議增列條文部分，因尚未行政可行性評估，故宜謹慎評估： (1) 報告中提及我國現行設置基準，其對象主要是針對老福機構等弱勢避難者場所，故其供水時間、最小水源容量相較 NFPA 13D、日本、澳洲等規範來得更高，又實務上 5 層以下住宅多使用 2 m³ 以下規格水箱、老舊住宅空間有限，故若	謝謝委員對於研界結果的肯定。 本研究針對新建住宅之推動對策，建議住宅場所皆應設置自動撒水設備，惟五層以下住宅得設置水道連結型自動撒水設備或與現行法令同等以上效能之滅火設備或採用中央主管機關公告之措施，有關後續設備檢修及保養，可考慮參考國外之作法，由民眾自行檢查。另既有住宅雖無須建築物公共安全檢查簽證與申報，本研究建議可參照內政部營建署頒布之「住宅性能評估實施辦法」，定期就住商混合老舊建築、

項次	審查委員意見	廠商回應
	未修正現行基準，未來不易推廣設置，另外，其基準之修正，預期亦能降低成本，進而促進增設意願，故十分認同研究成果建議該基準可進行後續修正。 (2) 研究成果建議「各類場所消防安全設備設置標準」修增「非集合式住宅」，惟考量「非集合式住宅」多屬「非供公眾使用建築物」，其尚未要求定期辦理消防安全設備檢修申報、亦無要求建築物公共安全檢查簽證與申報，另外，後續維護與管理問題亦尚須研商(如是否每年申報、停水期間如何強化等)、地方政府行政能量與專技人員作業能量是否可以涵蓋所有「非集合式住宅」等行政議題，建議尚須謹慎評估，避免修法後地方政府無法實行、專技人員能量亦無法落實。	一定規模的隔間套房(雅房)、老人住宅或老人安養機構進行「防火安全性能評估」作業，當防火安全評估未達二級時，主管機關可依結果判定納入消防設備應改善之列管場所。以老屋室內裝修、都市更新整建維護基金、私有住宅耐震評估補強、無障礙改善等辦法中，提供適當之補助措施以提升住民安全。有關維護及管理權責單位，於後續法令修正時，可會同消防署、營建署、水利署、自來水公司及民間相關專技人員共同協商及評估適當之方案。
28	報告書第 101-102 頁文字內容為「圖 4-10、圖 4-11」，但實際應為「圖 4-8、圖 4-9」，建議文字校正。	謝謝委員指導，遵照辦理。
29 (郭貞君)	報告書第 41 頁引述日本消防法施行令，對於老人福利機構等收容無法自行避難人員之建築物歸類為特定設施，並規定 275 m² 以上的特定設施需設置自動撒水設備，但其規定已於平成 25 年修訂，對於此類場所無論面積大小都需設置自動撒水設備，請研究	謝謝委員指導，本研究將補充說明日本於平成 25 年修訂所有特定設施皆應設置自動撒水設備，以符合現況之規定。

項次	審查委員意見	廠商回應
	團隊再行確認。	
30	報告書第 106 及 107 頁之基準修訂建議，提及日本特定設施水道連結撒水設備設置基準之放水性能要求，1 只撒水頭放水時，放水壓力應達 0.5 kg/cm^2 以上，放水量應達 30 L/min 以上，4 只撒水頭同時放水時，壓力應達 0.25 kg/cm^2 以上，放水量應達 15 L/min 以上。但在日本消防法施行規則第 13 條之 6 第二項第二款規定，當室內裝修採用耐燃二級以上之室裝材料時，其放水壓力採用 0.2 kg/cm^2 ，放水量為 15 L/min，若裝修材料非耐燃二級以上時，其放水壓力則需採用 0.5 kg/cm^2 以上，放水量應達 30 L/min 以上，研究團隊請確認調整。	謝謝委員指導，本研究將彙整日本特定設施水道連結撒水設備設置基準之放水性能相關要求，與日文相關翻譯人員確認相關規範內容後，針對報告書之內容進行調整。
31 (林主航)	建議報告書第 109-115 頁的各類場所消防安全設備設置標準及水道連結型自動撒水設備設置基準條文修訂建議(表 5-1、2)增加 1 欄位「修正說明」，具體說明所參考國外推動歷程或規範內容及相關數據、論據，以利研究結論建議條文後續推動及宣導事宜。	謝謝委員指導，本研究和相關單位共同討論後，已將原報告書第 109-115 頁的各類場所消防安全設備設置標準及水道連結型自動撒水設備設置基準條文修訂建議調整為附件七，並增加說明欄位，供主管機關參考。
32	經與研究團隊確認，引用日本水道連結式自動撒水設備之放水壓力在應達 0.25 kg/cm^2 以上部分，應修正為 0.2 kg/cm^2 以上（報告書第 XII、42、107、115、117 頁亦同）。	謝謝委員指導，遵照辦理。
33	第 3 章設置案例分析中提出 2 種住宅大情境，3 層單一所有權住宅、4 層區分所有權集合住宅，又依使用獨立水箱式或民生共用式水箱	本研究後續於報告書中將就不同設置情境，例如：是否增設水箱、加壓幫浦及是否共用配管等，進行設置成本的比較，供民

項次	審查委員意見	廠商回應
	各分 2 種住宅小情境，報告書第 73 頁，在設置費用分析部分僅呈現 3 層單一所有權住宅的獨立水箱部分(總價 26 萬 8,456 元)，目前僅與美國比較而民生水箱共用式理論上應較獨立水箱式多了防止水滯留接頭、少了水箱，所以費用上應有差異，建議將所有設置案例均能有成本分析並增加與日本情形比較。	眾及主管機關參考。另，由於日本目前尚未推動住宅設置水道連結型自動撒水設備，本研究盡可能搜尋日本相關設置成本納入研究考量。
34	報告書第 15 頁提及本研究將參酌國外經驗後所提出的設置獎勵參考措施，但似於後續內容中沒有看見；另 NFPA 13D(2022)新增附錄 B-使用住宅自動撒水設備之激勵措施-對建築商、開發商、社區的好處，報告書第 31 頁提及僅參考用，不知道是否有台灣可借鏡的部分，也可回應到報告書第 15 頁所提的研究目標。	本研究將參考國外之推動對策及專家諮詢會議之討論結果，彙整推動方案建議內容及權責單位如表 4-5。
35	報告書第 41 頁提及日本亦將水道連結型自動撒水設備推廣設置於住宅場所，並提及撒水頭防護半徑、間距等規範，但就日本在推動住宅設置撒水設備部分，是否有相關推動歷程及現況的說明？建議能補充。	謝謝委員指導，日本水道連結型撒水設備相關法令及推動歷程之相關資料，目前日本僅推動於長照機構，尚無住宅裝設撒水設備之推動歷程，有關報告書所提及部分已修正說明。
36	報告書第 51 頁內容配管摩擦損失計算結果($3.4 \times 1.1 = 3.7\text{m}$)中，請問 3.4m 的數據如何得出？經算表 3-2 各管段摩擦損失總和為 3.017m，似有不同，報告書第 57 頁的部分(內文及表 3-6)亦有相同情形。	謝謝委員指導，遵照辦理。
37	文字建議修正： (1)括弧文字請刪除：報告書第 6	謝謝委員指導，遵照辦理。

項次	審查委員意見	廠商回應
	頁，「婦女」防火宣導隊，因現行防火宣導組織已不限縮為女性。 (2)圖表請於內文引述：報告書第21頁表2-3；報告書第52頁表3-4；報告書第58頁表3-8；報告書第64頁表3-14；報告書第68頁表3-17、18；報告書第78頁圖3-16；報告書第85頁圖4-5；報告書第87頁圖4-7；報告書第97頁表4-4；報告書第105頁表4-5。 (3)內文中之括弧文字似有誤植，請修正：報告書第44頁「圖2-4」→圖2-3；報告書第49頁「表3-3」→表3-2；報告書第67頁「表3-17」→表3-16；報告書第69頁「圖3-11」→圖3-12；報告書第82頁「圖4-7」→圖4-2；報告書第84頁「圖4-9」→圖4-4；報告書第101頁「圖4-10」→圖4-8；報告書第49頁→零件；報告書第51頁「表3-3中噴頭k值lpm/bar0.5」；報告書第53頁→一台加壓幫浦；報告書第67頁末端「4」只→末端3只(依表3-17)；報告書第94頁→火勢控制。 (4)相同引用敘述有非一致數據，請修正：報告書第32頁，18m以下住宅；報告書第39、47頁，18.3以下住宅。參考所引用之NFPA 13R，表示應為60ft(18m)。	

項次	審查委員意見	廠商回應
38 (嚴順福)	以建置成本而言，水源及加壓泵浦機組佔相當比例，且設置的空間需求就住宅建物的設計上會相對困難。建議仍應尋求以自來水源作為水道連結撒水設備之水源，如何以合法便利的方式作為設置依據。	謝謝委員提供寶貴的意見，本研究彙整專家諮詢會議時，自來水公司所提出法令修正之建議，後續可持續會同相關單位與自來水公司及主管機關共同討論相關措施。
39 (李惠閔)	是否可和自來水公司討論於缺水期間之因應措施及其相關法令如何修正。	本研究將彙整專家諮詢會議時，自來水公司所提出法令修正之建議，後續可持續會同相關單位與自來水公司及主管機關共同討論相關措施。
40 (雷明遠)	報告建議事項有關主、協辦機關單位，請斟酌修正。	謝謝委員指導，本研究將與相關單位討論建議事項之主、協辦機關及單位之合適性，斟酌修正。
41	對推動住宅提高安裝自動撒水設備建議事項，如結合都更整建維護基金、住宅耐震評估補強、加強對室內裝修業及專技人員、公寓大廈管理業及人員之教育宣導等，併請補充。	本研究將於研究建議事項中，補充說明，結合都更整建維護基金、住宅耐震評估補強、加強對室內裝修業及專技人員、公寓大廈管理業及人員之教育宣導等補助方案，提高民眾自行安裝之意願。
42 (王順治)	方案要能落實必需經由中央及地方主管機關推動，推動方法可藉由法令強制或非法令強制二層面著手，法令強制在中央如為修改法律則困難度高，可改採法規命令會較易執行；在地方則可透過發布自治規則來推動也較為快速。非法令強制方面則以誘導或鼓勵為主，如報告書所提教育訓練、推廣或補助等等，建議其作法再詳加說明清楚。	謝謝委員指導，本研究將與相關單位討論建議事項之主、協辦機關及單位之合適性，斟酌修正，並就做法再詳細具體說明之。
43	建築物若為區分所有權建築物，應有公寓大廈管理委員會或管理負責人的角色進行管理，則可結	謝謝委員指導，本研究將彙整於堆動對策中，建議將水道連結型撒水設備納入防火管理人之訓練

項次	審查委員意見	廠商回應
	合消防防護計畫書，由管委會人員或管理負責人以預防、自救的角度對民眾進行宣導。	教材，並結合消防防護計劃，透過防火管理人預防、自救的角度對民眾進行宣導，以提升民眾認識住宅設置撒水設備的價值。
44	研究開發之估算平台未來是否開放供民眾或特定人員使用，未來會如何推廣及應用，建議可再說明清楚。	研究開發之估算平台，可考量開放供民眾及特定人員使用，未來可和主管機關。

附件七

各類場所消防安全設備設置標準條文修訂建議

建議修正條文	現行條文	說明
第 12 條 各類場所按用途分類如下： 一、甲類場所： (一) 電影片映演場所（戲院、電影院）、歌廳、舞廳、夜總會、俱樂部、理容院（觀光理髮、視聽理容等）、指壓按摩場所、錄影節目帶播映場所（MTV 等）、視聽歌唱場所（KTV 等）、酒家、酒吧、酒店（廊）。 (二) 保齡球館、撞球場、集會堂、健身休閒中心（含提供指壓、三溫暖等設施之美容瘦身場所）、室內螢幕式高爾夫練習場、遊藝場所、電子遊戲場、資訊休閒場所。 (三) 觀光旅館、飯店、旅館、招待所（限有寢室客房者）。 (四) 商場、市場、百貨商場、超級市場、零售市場、展覽場。 (五) 餐廳、飲食店、咖啡廳、茶藝館。 (六) 醫院、療養院、榮譽國民之家、長期照顧服務機構（限機構住宿式、社區式之建築物使用類組非屬 H-2 之日間照顧、團體家屋及小規模多機能）、老人福利機構（限長期照護型、養	第 12 條 各類場所按用途分類如下： 一、甲類場所： (一) 電影片映演場所（戲院、電影院）、歌廳、舞廳、夜總會、俱樂部、理容院（觀光理髮、視聽理容等）、指壓按摩場所、錄影節目帶播映場所（MTV 等）、視聽歌唱場所（KTV 等）、酒家、酒吧、酒店（廊）。 (二) 保齡球館、撞球場、集會堂、健身休閒中心（含提供指壓、三溫暖等設施之美容瘦身場所）、室內螢幕式高爾夫練習場、遊藝場所、電子遊戲場、資訊休閒場所。 (三) 觀光旅館、飯店、旅館、招待所（限有寢室客房者）。 (四) 商場、市場、百貨商場、超級市場、零售市場、展覽場。 (五) 餐廳、飲食店、咖啡廳、茶藝館。 (六) 醫院、療養院、榮譽國民之家、長期照顧服務機構（限機構住宿式、社區式之建築物使用類組非屬 H-2 之日間照顧、團體家屋及小規模多機能）、老人福利機構（限長期照護型、養	近十年來住宅火災之發生率及死亡率皆高於其他建築類型，隨著建築物之複雜化，考量非集合式住宅之消防安全增列第 2 款第 13 目。

建議修正條文	現行條文	說明
護型、失智照顧型之長期照顧機構、安養機構)、兒童及少年福利機構(限托嬰中心、早期療育機構、有收容未滿二歲兒童之安置及教養機構)、護理機構(限一般護理之家、精神護理之家、產後護理機構)、身心障礙福利機構(限供住宿養護、日間服務、臨時及短期照顧者)、身心障礙者職業訓練機構(限提供住宿或使用特殊機具者)、啟明、啟智、啟聰等特殊學校。 (七) 三溫暖、公共浴室。 二、乙類場所： (一) 車站、飛機場大廈、候船室。 (二) 期貨經紀業、證券交易所、金融機構。 (三) 學校教室、兒童課後照顧服務中心、補習班、訓練班、K 書中心、前款第六目以外之兒童及少年福利機構(限安置及教養機構)及身心障礙者職業訓練機構。 (四) 圖書館、博物館、美術館、陳列館、史蹟資料館、紀念館及其他類似場所。 (五) 寺廟、宗祠、教堂、供存放骨灰(骸)之納骨堂(塔)及其他類似場所。 (六) 辦公室、靶場、診所、長期照顧服務機構(限社區式之建築物使用類組屬 H-2 之日間照顧、團體家屋	護型、失智照顧型之長期照顧機構、安養機構)、兒童及少年福利機構(限托嬰中心、早期療育機構、有收容未滿二歲兒童之安置及教養機構)、護理機構(限一般護理之家、精神護理之家、產後護理機構)、身心障礙福利機構(限供住宿養護、日間服務、臨時及短期照顧者)、身心障礙者職業訓練機構(限提供住宿或使用特殊機具者)、啟明、啟智、啟聰等特殊學校。 (七) 三溫暖、公共浴室。 二、乙類場所： (一) 車站、飛機場大廈、候船室。 (二) 期貨經紀業、證券交易所、金融機構。 (三) 學校教室、兒童課後照顧服務中心、補習班、訓練班、K 書中心、前款第六目以外之兒童及少年福利機構(限安置及教養機構)及身心障礙者職業訓練機構。 (四) 圖書館、博物館、美術館、陳列館、史蹟資料館、紀念館及其他類似場所。 (五) 寺廟、宗祠、教堂、供存放骨灰(骸)之納骨堂(塔)及其他類似場所。 (六) 辦公室、靶場、診所、長期照顧服務機構(限社區式之建築物使用類組屬 H-2 之日間照顧、團體家屋	

建議修正條文	現行條文	說明
及小規模多機能)、日間型精神復健機構、兒童及少年心理輔導或家庭諮詢機構、身心障礙者就業服務機構、老人文康機構、前款第六目以外之老人福利機構及身心障礙福利機構。 (七) 集合住宅、寄宿舍、住宿型精神復健機構。 (八) 體育館、活動中心。 (九) 室內溜冰場、室內游泳池。 (十) 電影攝影場、電視播送場。 (十一) 倉庫、傢俱展示販售場。 (十二) 幼兒園。 <u>(十三) 非集合式之住宅。</u> 三、丙類場所： (一) 電信機器室。 (二) 汽車修護廠、飛機修理廠、飛機庫。 (三) 室內停車場、建築物依法附設之室內停車空間。 四、丁類場所： (一) 高度危險工作場所。 (二) 中度危險工作場所。 (三) 低度危險工作場所。 五、戊類場所： (一) 複合用途建築物中，有供第一款用途者。 (二) 前目以外供第二款至前款用途之複合用途建築物。 (三) 地下建築物。 六、其他經中央主管機關公告之場所。	及小規模多機能)、日間型精神復健機構、兒童及少年心理輔導或家庭諮詢機構、身心障礙者就業服務機構、老人文康機構、前款第六目以外之老人福利機構及身心障礙福利機構。 (七) 集合住宅、寄宿舍、住宿型精神復健機構。 (八) 體育館、活動中心。 (九) 室內溜冰場、室內游泳池。 (十) 電影攝影場、電視播送場。 (十一) 倉庫、傢俱展示販售場。 (十二) 幼兒園。 三、丙類場所： (一) 電信機器室。 (二) 汽車修護廠、飛機修理廠、飛機庫。 (三) 室內停車場、建築物依法附設之室內停車空間。 四、丁類場所： (一) 高度危險工作場所。 (二) 中度危險工作場所。 (三) 低度危險工作場所。 五、戊類場所： (一) 複合用途建築物中，有供第一款用途者。 (二) 前目以外供第二款至前款用途之複合用途建築物。 (三) 地下建築物。 六、其他經中央主管機關公告之場所。	

建議修正條文	現行條文	說明
第 17 條 下列場所或樓層應設置自動撒水設備： 一、十層以下建築物之樓層，供第十二條第一款第一目所列場所使用，樓地板面積合計在三百平方公尺以上者；供同款其他各目及第二款第一目所列場所使用，樓地板面積在一千五百平方公尺以上者。 二、建築物在十一層以上之樓層，樓地板面積在一百平方公尺以上者。 三、地下層或無開口樓層，供第十二條第一款所列場所使用，樓地板面積在一千平方公尺以上者。 四、十一層以上建築物供第十二條第一款所列場所或第五款第一目使用者。 五、供第十二條第五款第一目使用之建築物中，甲類場所樓地板面積合計達三千平方公尺以上時，供甲類場所使用之樓層。 六、供第十二條第二款第十一目使用之場所，樓層高度超過十公尺且樓地板面積在七百平方公尺以上之高架儲存倉庫。 七、總樓地板面積在一千平方公尺以上之地下建築物。	第 17 條 下列場所或樓層應設置自動撒水設備： 一、十層以下建築物之樓層，供第十二條第一款第一目所列場所使用，樓地板面積合計在三百平方公尺以上者；供同款其他各目及第二款第一目所列場所使用，樓地板面積在一千五百平方公尺以上者。 二、建築物在十一層以上之樓層，樓地板面積在一百平方公尺以上者。 三、地下層或無開口樓層，供第十二條第一款所列場所使用，樓地板面積在一千平方公尺以上者。 四、十一層以上建築物供第十二條第一款所列場所或第五款第一目使用者。 五、供第十二條第五款第一目使用之建築物中，甲類場所樓地板面積合計達三千平方公尺以上時，供甲類場所使用之樓層。 六、供第十二條第二款第十一目使用之場所，樓層高度超過十公尺且樓地板面積在七百平方公尺以上之高架儲存倉庫。 七、總樓地板面積在一千平方公尺以上之地下建築物。	一、低樓層住宅及非集合式住宅為火災死亡案件的主要建築類型，且多數住宅僅有單一直通樓梯，為提升人員避難逃生時間，增列第 10 款供第 12 條第 2 款第 7 目、第 13 目之住宅應設置自動撒水設備，以增加人員避難逃生時間。 二、考量住宅設置消防水箱與緊急發電機時，建築結構及空間之限制。參酌美國國家防火協會(National Fire Protection Association, NFPA)所定 NFPA13D 及 NFPA13R 住宅撒水設備得適用於醫護或二戶住宅及 4 層以上或高度在 18 公尺以下之住宅。且內政部消防署於於 2018 年頒布「水道連結型自動撒水設備設置基準」水道連結型自動撒水設備亦可適用 NFPA 13R 和 NFPA 13D 之住宅類型。故於第二項增列第一項第十款所定場所之 5 層以下建築物，得設置水道連結型自動撒水設備或與現行法令同等以上效能之滅火設備或採用中央主管機關公告之措施。

建議修正條文	現行條文	說明
八、高層建築物。 九、供第十二條第一款第六目所定榮譽國民之家、長期照顧服務機構（限機構住宿式、社區式之建築物使用類組非屬 H-2 之日間照顧、團體家屋及小規模多機能）、老人福利機構（限長期照護型、養護型、失智照顧型之長期照顧機構、安養機構）、護理機構（限一般護理之家、精神護理之家）、身心障礙福利機構（限照顧植物人、失智症、重癱、長期臥床或身心功能退化者）使用之場所。 <u>十、供第十二條第二款第七目、第十三目之住宅。</u> 前項應設自動撒水設備之場所，依本標準設有水霧、泡沫、二氧化碳、乾粉等滅火設備者，在該有效範圍內，得免設自動撒水設備。第一項第九款所定場所，其樓地板面積合計未達一千平方公尺者，得設置水道連結型自動撒水設備或與現行法令同等以上效能之滅火設備或採用中央主管機關公告之措施；水道連結型自動撒水設備設置基準，由中央消防機關定之。<u>第一項第十款所定場所之五層以下建築物，得設置水道連結型自動撒水設備或與現行法令同等以上效能之滅火設備或採用中央主管機關公告之措施。</u>	八、高層建築物。 九、供第十二條第一款第六目所定榮譽國民之家、長期照顧服務機構（限機構住宿式、社區式之建築物使用類組非屬 H-2 之日間照顧、團體家屋及小規模多機能）、老人福利機構（限長期照護型、養護型、失智照顧型之長期照顧機構、安養機構）、護理機構（限一般護理之家、精神護理之家）、身心障礙福利機構（限照顧植物人、失智症、重癱、長期臥床或身心功能退化者）使用之場所。 前項應設自動撒水設備之場所，依本標準設有水霧、泡沫、二氧化碳、乾粉等滅火設備者，在該有效範圍內，得免設自動撒水設備。第一項第九款所定場所，其樓地板面積合計未達一千平方公尺者，得設置水道連結型自動撒水設備或與現行法令同等以上效能之滅火設備或採用中央主管機關公告之措施；水道連結型自動撒水設備設置基準，由中央消防機關定之。	

住宅裝置水道連結撒水設備之對策研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：樂中丕、何岫璉、沈子勝、陳佳玲、王天志、雷明遠、羅怡嫻、李旻容

出版年月：111年12月

版次：第1版

ISBN：978-626-7138-60-1 (平裝)