

實尺寸鋼構屋火害實驗資料彙編之 研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

實尺寸鋼構屋火害實驗資料彙編之 研究

研究主持人：李其忠副研究員

研究期程：中華民國 109 年 2 月至 109 年 12 月

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH

INSTITUTE

MINISTRY OF THE INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

**The Study on the Compilation of Fire
Experiment Data of Full-Scale Steel
Building**

BY

Lee, Chi-Chung

December, 2020

目次

表次	III
圖次	VII
摘要	I
第一章 緒論	1
第一節 研究計劃背景與目的	1
第二節 研究範圍	2
第三節 研究方法及進行步驟	2
第二章 文獻回顧	3
第一節 前期研究成果	3
第二節 實尺寸構造屋火害研究	7
第三章 實尺寸鋼構屋火害實驗計畫簡介	17
第一節 實尺寸鋼構屋規畫與設計	17
第二節 火害實驗目的與規劃	20
第四章 實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介	27
第一節 第 1 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介	27
第二節 第 2 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介	48
第三節 第 3 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介	62
第四節 第 4 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介	92
第五節 第 5 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介	113
第五章 結論與建議	129
第一節 結論	129
第二節 建議	129
附錄 審查會議紀錄	131
參考書目	135

表次

表 2.1 英國 Cardington 七次火害實驗基本資料.....	9
表 2.2 英國 Cardington 七次火害實驗範圍.....	9
表 3.1 壹層樓鋼構造實驗屋之構件尺寸.....	19
表 4.1 第 1 次火害實驗區空間溫度時間表例.....	28
表 4.2 第 1 次火害實驗區小梁位移時間表例.....	32
表 4.3 第 1 次火害實驗區小梁溫度時間表例.....	35
表 4.4 第 1 次火害實驗區樓板位移時間表例.....	38
表 4.5 第 1 次火害實驗區樓板測點 C11 溫度時間表例.....	42
表 4.6 第 1 次火害實驗區樓板測點 C33 溫度時間表例.....	43
表 4.7 第 1 次火害實驗區樓板測點 C22 溫度時間表例.....	44
表 4.8 第 1 次火害實驗區樓板測點 C44 溫度時間表例.....	45
表 4.9 第 1 次火害實驗區樓板測點 C20 溫度時間表例.....	46
表 4.10 第 1 次火害實驗區樓板測點 C04 溫度時間表例.....	47
表 4.11 第 2 次火害實驗區空間溫度時間表例.....	49
表 4.12 第 2 次火害實驗區樓板位移時間表例.....	52
表 4.13 第 2 次火害實驗區樓板測點 B11 溫度時間表例.....	56
表 4.14 第 2 次火害實驗區樓板測點 B33 溫度時間表例.....	57
表 4.15 第 2 次火害實驗區樓板測點 B22 溫度時間表例.....	58

表 4.16 第 2 次火害實驗區樓板測點 B44 溫度時間表例.....	59
表 4.17 第 2 次火害實驗區樓板測點 B20 溫度時間表例.....	60
表 4.18 第 2 次火害實驗區樓板測點 B04 溫度時間表例.....	61
表 4.19 第 3 次火害實驗區空間溫度時間表例	63
表 4.20 第 3 次火害實驗區小梁位移時間表例	70
表 4.21 第 3 次火害實驗區西大梁位移時間表例	71
表 4.22 第 3 次火害實驗區北小梁溫度時間表例	77
表 4.23 第 3 次火害實驗區南小梁溫度時間表例	78
表 4.24 第 3 次火害實驗區西大梁溫度時間表例	79
表 4.25 第 3 次火害實驗區樓板位移時間表例.....	82
表 4.26 第 3 次火害實驗區樓板測點 B31 溫度時間表例.....	86
表 4.27 第 3 次火害實驗區樓板測點 B33 溫度時間表例.....	87
表 4.28 第 3 次火害實驗區樓板測點 B22 溫度時間表例.....	88
表 4.29 第 3 次火害實驗區樓板測點 B44 溫度時間表例.....	89
表 4.30 第 3 次火害實驗區樓板測點 B20 溫度時間表例.....	90
表 4.31 第 3 次火害實驗區樓板測點 B04 溫度時間表例.....	91
表 4.32 第 4 次火害實驗區空間溫度時間表例	93
表 4.33 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁位移時間表例	97
表 4.34 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁溫度時間表例	100

表 4.35 第 4 次火害實驗區樓板位移時間表例.....	103
表 4.36 第 4 次火害實驗區樓板測點 C31 溫度時間表例...	107
表 4.37 第 4 次火害實驗區樓板測點 C33 溫度時間表例...	108
表 4.38 第 4 次火害實驗區樓板測點 C22 溫度時間表例...	109
表 4.39 第 4 次火害實驗區樓板測點 C44 溫度時間表例...	110
表 4.40 第 4 次火害實驗區樓板測點 C20 溫度時間表例...	111
表 4.41 第 4 次火害實驗區樓板測點 C62 溫度時間表例...	112
表 4.42 第 5 次火害實驗區空間溫度時間表例	114
表 4.43 第 5 次火害實驗區角柱位移時間表例	122
表 4.44 第 5 次火害實驗區邊柱位移時間表例	123
表 4.45 第 5 次火害實驗區角柱溫度時間表例	127
表 4.46 第 5 次火害實驗區邊柱溫度時間表例	128

圖次

圖2.1	英國Cardington鋼構大樓之七次火害實驗範圍示意圖.....	8
圖2.2	英國Cardington第七次火害實驗照片.....	8
圖2.3	英國鋼鐵公司出版Cardington火害實驗數據資料封面.....	9
圖2.4	英國鋼鐵公司出版Cardington火害實驗數據資料內容格式	10
圖2.5	美國加州大學聖地亞哥分校(UCSD) 鋼筋混凝土實驗屋...	11
圖2.6	鋼筋混凝土實驗屋樓層及平面配置.....	11
圖2.7	美國NIST實尺寸真實火災試驗設備.....	13
圖2.8	美國NIST 鋼筋混凝土樓版複合結構實驗屋.....	13
圖2.9	美國NIST 鋼筋混凝土樓版複合結構實驗網站資料.....	14
圖2.10	3層樓鋼結構實驗屋.....	15
圖2.11	門形鋼構架真實火災實驗(1)	15
圖2.12	門形鋼構架真實火災實驗(2)	16
圖3.1	實尺寸鋼構屋.....	17
圖3.2	上部結構設施所規畫一層樓鋼構造實驗屋之立面設計圖...	18
圖3.3	上部結構設施所規畫一層樓鋼構造實驗屋之平面設計圖...	18
圖3.4	第1次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間.....	20
圖3.5	第2次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間.....	21
圖3.6	第3次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間.....	22
圖3.7	第4次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間.....	23
圖3.8	實尺寸鋼構實驗屋之RBS鋼梁.....	24
圖3.9	第5次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間.....	25
圖3.10	實尺寸鋼構實驗屋之H型鋼角、邊柱照片.....	26
圖4.1	第1次火害實驗區熱電偶樹配置圖例.....	27
圖4.2	第1次火害實驗區空間溫度歷時圖例.....	27
圖4.3	第1次火害實驗區北小梁位移計位置圖例.....	29
圖4.4	第1次火害實驗區南小梁位移計位置圖例.....	29

圖4.5	第1次火害實驗區北小梁熱電偶位置圖例.....	30
圖4.6	第1次火害實驗區南小梁熱電偶位置圖例.....	30
圖4.7	第1次火害實驗區北小梁位移歷時圖例.....	31
圖4.8	第1次火害實驗區南小梁位移歷時圖例.....	31
圖4.9	第1次火害實驗區北小梁溫度歷時圖例.....	33
圖4.10	第1次火害實驗區南小梁溫度歷時圖例.....	34
圖4.11	第1次火害實驗區樓板位移計位置圖例.....	36
圖4.12	第1次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例.....	37
圖4.13	第1次火害實驗區樓板位移歷時圖例.....	38
圖4.14	第1次火害實驗區樓板測點C11溫度歷時圖例.....	39
圖4.15	第1次火害實驗區樓板測點C33溫度歷時圖例.....	39
圖4.16	第1次火害實驗區樓板測點C22溫度歷時圖例.....	40
圖4.17	第1次火害實驗區樓板測點C44溫度歷時圖例.....	40
圖4.18	第1次火害實驗區樓板測點C20溫度歷時圖例.....	41
圖4.19	第1次火害實驗區樓板測點C04溫度歷時圖例.....	41
圖4.20	第2次火害實驗區熱電偶樹配置圖例.....	48
圖4.21	第2次火害實驗區空間溫度歷時圖例.....	49
圖4.22	第2次火害實驗區樓板位移計位置圖例.....	50
圖4.23	第2次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例.....	51
圖4.24	第2次火害實驗區樓板位移歷時圖例.....	52
圖4.25	第2次火害實驗區樓板測點B11溫度歷時圖例.....	53
圖4.26	第2次火害實驗區樓板測點B33溫度歷時圖例.....	53
圖4.27	第2次火害實驗區樓板測點B22溫度歷時圖例.....	54
圖4.28	第2次火害實驗區樓板測點B44溫度歷時圖例.....	54
圖4.29	第2次火害實驗區樓板測點B20溫度歷時圖例.....	55
圖4.30	第2次火害實驗區樓板測點B04溫度歷時圖例.....	55
圖4.31	第3次火害實驗區熱電偶樹配置圖例.....	62
圖4.32	第3次火害實驗區空間溫度歷時圖例.....	63

圖4.33	第3次火害實驗區北小梁位移計位置圖例.....	64
圖4.34	第3次火害實驗區南小梁位移計位置圖例.....	64
圖4.35	第3次火害實驗區西大梁位移計位置圖例.....	65
圖4.36	第3次火害實驗區北小梁熱電偶位置圖例.....	65
圖4.37	第3次火害實驗區南小梁熱電偶位置圖例.....	66
圖4.38	第3次火害實驗區西大梁熱電偶位置圖例.....	67
圖4.39	第3次火害實驗區北小梁位移歷時圖例.....	68
圖4.40	第3次火害實驗區南小梁位移歷時圖例.....	68
圖4.41	第3次火害實驗區西大梁位移歷時圖例.....	69
圖4.42	第3次火害實驗區北小梁溫度歷時圖例.....	72
圖4.43	第3次火害實驗區南小梁溫度歷時圖例.....	73
圖4.44	第3次火害實驗區西大梁溫度歷時圖例.....	76
圖4.45	第3次火害實驗區樓板位移計位置圖例.....	80
圖4.46	第3次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例.....	81
圖4.47	第3次火害實驗區樓板位移歷時圖例.....	82
圖4.48	第3次火害實驗區樓板測點B31溫度歷時圖例.....	83
圖4.49	第3次火害實驗區樓板測點B33溫度歷時圖例.....	83
圖4.50	第3次火害實驗區樓板測點B22溫度歷時圖例.....	84
圖4.51	第3次火害實驗區樓板測點B44溫度歷時圖例.....	84
圖4.52	第3次火害實驗區樓板測點B20溫度歷時圖例.....	85
圖4.53	第3次火害實驗區樓板測點B04溫度歷時圖例.....	85
圖4.54	第4次火害實驗區熱電偶樹配置圖例.....	92
圖4.55	第4次火害實驗區空間溫度歷時圖例.....	93
圖4.56	第4次火害實驗區RBS大梁位移計位置圖例.....	94
圖4.57	第4次火害實驗區RBS大梁熱電偶位置圖例.....	95
圖4.58	第4次火害實驗區RBS大梁位移歷時圖例.....	96
圖4.59	第4次火害實驗區RBS大梁溫度歷時圖例.....	99
圖4.60	第4次火害實驗區樓板位移計位置圖例.....	101

圖4.61	第4次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例.....	102
圖4.62	第4次火害實驗區樓板位移歷時圖例.....	103
圖4.63	第4次火害實驗區樓板測點C31溫度歷時圖例.....	104
圖4.64	第4次火害實驗區樓板測點C33溫度歷時圖例.....	104
圖4.65	第4次火害實驗區樓板測點C22溫度歷時圖例.....	105
圖4.66	第4次火害實驗區樓板測點C44溫度歷時圖例.....	105
圖4.67	第4次火害實驗區樓板測點C20溫度歷時圖例.....	106
圖4.68	第4次火害實驗區樓板測點C62溫度歷時圖例.....	106
圖4.69	第5次火害實驗區熱電偶樹配置圖例.....	113
圖4.70	第5次火害實驗區空間溫度歷時圖例.....	114
圖4.71	第5次火害實驗區角柱位移計位置圖例.....	115
圖4.72	第5次火害實驗區邊柱位移計位置圖例.....	116
圖4.73	第5次火害實驗區角柱熱電偶位置圖例.....	117
圖4.74	第5次火害實驗區邊柱熱電偶位置圖例.....	117
圖4.75	第5次火害實驗區角柱弱軸水平位移歷時圖例.....	118
圖4.76	第5次火害實驗區角柱強軸水平位移歷時圖例.....	118
圖4.77	第5次火害實驗區角柱柱頭軸向位移歷時圖例.....	119
圖4.78	第5次火害實驗區角柱柱頭南北向位移歷時圖例.....	119
圖4.79	第5次火害實驗區角柱柱頭東西向位移歷時圖例.....	120
圖4.80	第5次火害實驗區邊柱弱軸水平位移歷時圖例.....	120
圖4.81	第5次火害實驗區邊柱柱頭軸向位移歷時圖例.....	121
圖4.82	第5次火害實驗區邊柱柱頭南北向位移歷時圖例.....	121
圖4.83	第5次火害實驗區邊柱柱頭東西向位移歷時圖例.....	122
圖4.84	第5次火害實驗區角柱於0.9Hw斷面溫度歷時圖例.....	124
圖4.85	第5次火害實驗區角柱於0.6Hw斷面溫度歷時圖例.....	124
圖4.86	第5次火害實驗區角柱於0.3Hw斷面溫度歷時圖例.....	125
圖4.87	第5次火害實驗區邊柱於0.9Hw斷面溫度歷時圖例.....	125
圖4.88	第5次火害實驗區邊柱於0.6Hw斷面溫度歷時圖例.....	126

圖4.89	第5次火害實驗區邊柱於0.3Hw斷面溫度歷時圖例.....	126
-------	-------------------------------	-----

摘 要

關鍵詞：實尺寸鋼構實驗屋、真實火災、火害實驗數據

一、研究緣起

國內外有關鋼構造建築受火害在結構行為的實驗與研究，大多著重在構件層級或次構件層級，研究有關柱、梁、樓板、接頭等重要構件於火害高溫下的結構行為，而目前我國現行對於建築物之主要結構用構件的耐火能力檢驗，主要是依據國家標準CNS 12514「建築物構造構件耐火試驗法」系列標準中所規定之方法，對於未與其他構件相連接之獨立構件進行火害試驗，構件或次構件層級的火害實驗雖然可以獲得獨立的構件或次構件在火害高溫下的結構行為與強度，但這些的構件或次構件在真實的鋼構造建築中是與其他構件相連接，當建築物受到高溫火害時，構件與構件之間會相互給予束制，因而形成構件內的束制內力，此種束制內力在建築物遭受火害侵襲的升溫和降溫階段時，將對構件的結構行為造成重大影響，這種受到束制的邊界條件難以在構件層級或次構件層級的火害實驗中顯現，因此，透過實尺寸鋼構屋的真實火災實驗，曝火於真實火災其結構反應、怎樣的影響等為結構設計界所關注的重點，並可補充及比較現行試驗結果差異或不足處，且能貼近實際情形。

本所「鋼構建築複合性災害作用下耐火科技研發計畫」於104年完成建置實尺寸鋼構屋，其基地為19.35m×13.35m，尺寸為一層樓的鋼構（樓層高度4m，面積12m×12m，2跨×2跨，計9根柱），其鋼梁與鋼柱皆採用H型鋼，梁柱接頭採用梁翼板與柱銲接，梁腹板與柱栓接的彎矩接頭，小梁與大梁接頭採用小梁腹板與大梁加勁板栓接之剪力接頭，未來可擴建成5層樓，且設置隔震器(滑動支承)與激振設施，作為多重災害實驗基地。並在105~108年已陸續完成實尺寸鋼構屋彎矩連接、剪力連接鋼梁(含修復)、切削減弱式接頭鋼梁(RBS)與梁柱接頭、角柱、邊柱及樓板等火害結構行為研究。

鑑於實尺寸鋼構屋火害實驗資料數據龐大，為有效提供業界參考使用，今(109)年度彙整歷年研究成果，完成鋼構屋火害實驗資料彙編。

二、研究方法及過程

本研究彙集整理已完成的實尺寸鋼構屋火害實驗資料，不包括靜動態實驗。本研究除參考英國 Cardington 實尺寸鋼構架屋火害實驗數據資料格式，彙整歷年實驗成果，並蒐集國內外相關研究機構作法，期能提供業界對於鋼結構受火害安全評估與設計之參考運用。

三、重要發現

- (一)、由蒐集的文獻顯示，NIST 為美國政府機構其相關研究計畫報告資料於網站免費提供下載，有關 Cardington 火害實驗資料，亦可從網站獲得相關訊息及下載，如英國鋼鐵公司所出版的實驗數據集與成果報告，另加州大學聖地亞哥分校所進行 5 層樓實尺寸鋼筋混凝土實驗屋實驗的研究報告，從網站下載獲得，此外有些研究機構部分研究成果須付費購買或加入會員取得。
- (二)、本所實尺寸鋼構屋火害實驗資料彙編，考量資安與使用對象的篩選，將參考英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據集方式，以紙本方式發行。
- (三)、本研究已完成彙集整理 105 年起所進行之實尺寸鋼構屋火害實驗數據共計 5 次，其內容包含歷次實尺寸鋼構屋火害實驗目的與規劃、歷次實驗的溫度與位移量測位置圖及歷次實尺寸鋼構屋火害實驗之各構件的溫度與位移數據，以圖形及表格呈現。
- (四)、由文獻所獲得的 Cardington 實驗數據運用，大部分投稿國際期刊論文及發展數值模擬模型，並修改鋼結構設計規範，此可做為本研究未來數據公開之借鏡。

四、主要建議事項

防火實驗資料庫之功能擴充與改進研究：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：

本所防火實驗中心之防火實驗資料庫於 99 年建置，迄今已 10 年，當時完成資料庫骨幹建置；與熱釋放率實驗資料作為防火實驗資料庫之主幹，然防火實驗中心已進行相當多不同類型火害實驗，如結構防火實驗、材料性質實驗、大尺度火災及客製化實驗，獲得大量實驗數據及材料燃燒特性資料，建議後續可將防火實驗資料庫之實驗項目進行擴充及使用介面之修改，使其更加完整與便利貼近使用者操作，並提供產學界研發與規範修訂的參考。

ABSTRACT

Keywords: full-scale steel experimental building, real fire, fire experiment data

Full-scale steel experimental building completed real fire tests from 2016 to 2019, including moment connection, shear connection (including repair), reduced beam section (RBS) and beam-to-column connections, corner columns, edge columns and steel-deck concrete floor (including repair). Due to the large amount of fire experiment data, in order to effectively provide reference for the industry, this year has compiled the research results over the past years and completed the compilation of the full-scale steel experimental building fire experiment data.

This project comes to the immediate and long-term strategies.

For immediate strategies:

The study on the function expansion and improvement of fire experiment database.

第一章 緒論

第一節 研究計畫背景與目的

國內外有關鋼構造建築受火害在結構行為的實驗與研究，大多著重在構件層級或次構件層級，研究有關柱、梁、樓板、接頭等重要構件於火害高溫下的結構行為，而目前我國現行對於建築物之主要結構用構件的耐火能力檢驗，主要是依據國家標準CNS 12514「建築物構造構件耐火試驗法」[1-6]系列標準中所規定之方法，對於未與其他構件相連接之獨立構件進行火害試驗，構件或次構件層級的火害實驗雖然可以獲得獨立的構件或次構件在火害高溫下的結構行為與強度，但這些的構件或次構件在真實的鋼構造建築中是與其他構件相連接，當建築物受到高溫火害時，構件與構件之間會相互給予束制，因而形成構件內的束制內力，此種束制內力在建築物遭受火害侵襲的升溫和降溫階段時，將對構件的結構行為造成重大影響，這種受到束制的邊界條件難以在構件層級或次構件層級的火害實驗中顯現，因此，透過實尺寸鋼構屋的真實火災實驗，曝火於真實火災其結構反應、怎樣的影響等為結構設計界所關注的重點，並可補充及比較現行試驗結果差異或不足處，且能貼近實際情形。

本所「鋼構建築複合性災害作用下耐火科技研發計畫」於104年完成建置實尺寸鋼構屋，其基地為19.35m×13.35m，尺寸為一層樓的鋼構（樓層高度4m，面積12m×12m，2跨×2跨，計9根柱），其鋼梁與鋼柱皆採用H型鋼，梁柱接頭採用梁翼板與柱銲接，梁腹板與柱栓接的彎矩接頭，小梁與大梁接頭採用小梁腹板與大梁加勁板栓接之剪力接頭，未來可擴建成5層樓，且設置隔震器(滑動支承)與激振設施，作為多重災害實驗基地。並在105年委託研究案「實尺寸鋼構屋之剪力連接複合鋼梁火害結構行為研究」[7]，首次進行有關實尺寸鋼構屋火害實驗，探討實尺寸鋼構屋之之剪力連接合成鋼梁在真實的結構束制情況下受真實火害行為。當時與其研究團隊共同研究混凝土鋼承板在火害中的結構行為[8]。106年委託研究案「實尺寸鋼構屋彎矩連接與剪力連接鋼梁之火害結構行為研究」[9]，廣續有關實尺寸鋼構造火災實驗研究，於106年11月16日進行彎矩連接鋼梁(大梁)與受火害修復之剪力連接鋼梁(小梁)的火災模擬實驗，探討彎矩連接鋼梁於火害的真實結構行為，及剪力連接

鋼梁在有無防火被覆受到高溫侵襲之差異。並與之合作探討受火害修復之混凝土鋼承板之火害結構行為[10]。107年度委託研究案「實尺寸鋼構屋切削減弱式接頭鋼梁(RBS)與梁柱接頭之火害結構行為研究」[11]，針對實尺寸鋼構實驗屋的切削減弱式接頭鋼梁(RBS)與梁柱接頭來進行真實火害實驗。與該委託研究團隊合作，探討剪力釘與受火害修復之混凝土鋼承板之火害結構行為[12]。108年度委託研究案「實尺寸鋼構屋角柱之火害結構行為研究」[13]，針對實尺寸鋼構實驗屋的角柱來進行真實火害實驗。與該委託研究團隊合作，探討邊柱之火害結構行為[14]。

鑑於實尺寸鋼構屋火害實驗資料數據龐大，為有效提供業界參考使用，今(109)年度彙整歷年研究成果，完成鋼構屋火害實驗資料彙編。

第二節 研究範圍

本所 105~108 年已陸續完成實尺寸鋼構屋彎矩連接、剪力連接鋼梁(含修復)、切削減弱式接頭鋼梁(RBS)與梁柱接頭、角柱、邊柱及樓板等火害結構行為研究。本研究彙集整理已完成的實尺寸鋼構屋火害實驗資料，不包括靜動態實驗。

第三節 研究方法及進行步驟

本研究除參考英國 Cardington 實尺寸鋼構架屋火害實驗數據資料格式，彙整歷年實驗成果，並蒐集國內外相關研究機構作法，期能提供業界對於鋼結構受火害安全評估與設計之參考運用。

第二章 文獻回顧

第一節 前期研究成果

一、105 年「實尺寸鋼構屋之混凝土鋼承板火害下承重行為研究」[8]

本研究針對混凝土鋼承板(埋設有拉力鋼筋與雙向的溫度鋼筋)所進行的實尺寸鋼構實驗屋火害實驗可得到以下結論：

- (一)、Cardington 火害試驗發現高溫中整體結構的混凝土鋼承板具有非常明顯的薄膜效應，樓版在防止鋼結構的倒塌，扮演重要角色。由於英國或歐洲之鋼構造建築的設計有別於我國，有關混凝土鋼承板在高溫中行為，有必要進一步研究。
- (二)、完成實尺寸鋼構屋真實火害之實驗，所得實際火場溫度與 Eurocode 1 建議升溫曲線差異，其原因可能為防火隔間及木材的含水量偏高。
- (三)、本次實驗結果顯示，小梁因高溫導致鋼材強度降低，混凝土鋼承板垂直位移隨溫度增加而逐漸變大。火害初期，其撓度變化較快且呈線性遞增。火害中後期，小梁已失去大部分承載能力且喪失結構行為，改由樓板控制。
- (四)、本次現地火害實驗在火載量密度為 40kg/m^2 木材重量(即： 604 MJ/m^2)燃燒下，混凝土鋼承板最大垂直位移約為 94mm，未超過 CNS12514-1 規定的容許基準值。

二、106 年「實尺寸鋼構屋火害後修復混凝土鋼承板之耐火行為研究」[10]

本研究針對耐火鋼小梁之混凝土鋼承板(埋設有拉力鋼筋與雙向的溫度鋼筋)所進行的實尺寸鋼構實驗屋火害實驗可得到以下結論：

- (一)、普通鋼小梁之混凝土鋼承板試體明顯有較大之變形，其試體中心變形為 93.49 mm，耐火鋼小梁之混凝土鋼承板試體為 63.82 mm，耐火鋼小梁之混凝土鋼承板試體的其餘各量測點變形，皆較普通鋼小梁之混凝土鋼承板試體小。耐火鋼小梁之混凝土鋼承板試體除有效降低受高溫所產生變形外，並能以較高的回升比率，在冷卻至室溫時產生較小的殘餘變形。

- (二)、火害實驗後可發現混凝土鋼承板與小梁表面漆剝落與燻黑，有明顯挫屈與接縫處分離，小梁於靠近內牆產生明顯側向扭轉挫屈。混凝土鋼承板接縫分離過大導致混凝土與拉力鋼筋直接曝火。
- (三)、火害後混凝土表面裂縫於小梁與大梁接合處特別嚴重。而混凝土裂縫表示受拉力造成，由於小梁高溫軟化產生大變形，樓版須提供較大強度以束制小梁向下變形，因此小梁端負彎矩區上方之混凝土表面受到拉力，產生混凝土開裂現象。
- (四)、試體內的最高溫度不是發生在加熱結束時，而是在冷卻過程中出現，主要因混凝土為熱惰性材料，在火災結束時試體表面溫度開始下降，但仍高於非曝火面處之溫度，部份熱量仍會往內部傳送，致使試體內部溫度繼續上升。
- (五)、混凝土鋼承板溫度分析，發現混凝土溫度最高約為 166°C ，拉力鋼筋溫度最高為 500.6°C ，溫度鋼筋溫度最高為 224.5°C ，小梁上方樓版溫度與單純樓版之溫度變化大致相同，但較為偏低可能小梁影響熱傳遞。
- (六)、小梁因高溫導致鋼材強度降低，混凝土鋼承板垂直變形隨溫度增加而逐漸變大。樓版中央(D2)變形量最大，靠近室內開口處(D1)變形略大於內牆處(D3)。

三、107 年「剪力釘對混凝土鋼承板耐火性能影響之研究」[12]

本研究針對修復的普通鋼小梁支撐之混凝土鋼承板試體(新舊混凝土黏結界面，以水泥漿添加海菜施作)(埋設有拉力鋼筋與雙向的溫度鋼筋)所進行的實尺寸鋼構實驗屋火害實驗可得到以下結論：

- (一)、比較第 1 次與第 4 次實驗，第 1 次的殘餘變位較第 4 次大，可能是因為第 4 次的鋼承板與小梁是由雙排剪力釘連接，與小梁的合成作用較佳，冷卻到室溫，其強度有一定程度的恢復，故回升量較多，而第 1 次的鋼承板與小梁僅用單排剪力釘連接，火害後，與小梁的合成作用變差，導致樓版變位回升有限。
- (二)、4 次火害實驗的樓版中心垂直變形比較結果顯示，樓版火害中變形行為受到諸多因素影響，如大梁有無防火被覆、小梁鋼材性質、新舊混凝土接觸面處

理方式、剪力釘長度與數量等，致 4 次實驗之垂直變形曲線有所差異，需再加以進一步探討。

- (三)、4 次火害實驗的結果顯示，真實火災實驗目前仍難以控制及預測，使得每次實驗之火場溫度一致，火場的燃燒行為受到諸多因素影響，4 次實驗之溫度時間曲線在線形與火災歷程皆有所差異。
- (四)、火害實驗後可發現混凝土鋼承板與小梁些許燻黑，且鋼承板接縫處出現分離之情況，小梁於靠近內牆處產生側向扭轉挫屈。
- (五)、試體內的最高溫度不是發生在加熱結束時，而是在冷卻過程中出現，主要因混凝土為熱惰性材料，在火災結束時試體表面溫度開始下降，但仍高於非曝火面處之溫度，部份熱量仍會往內部傳送，致使試體內部溫度繼續上升。
- (六)、混凝土鋼承板溫度分析，發現混凝土溫度最高約為 190.1~210.6°C，拉力鋼筋溫度最高為 340.1~385.7°C，溫度鋼筋溫度最高為 190.1~241.5°C，大梁上剪力釘之溫度最高為 265~271.3°C。
- (七)、小梁因高溫導致鋼材強度降低，混凝土鋼承板垂直變形隨溫度增加而逐漸變大。樓版中央(D2)變形量最大。

四、108 年「實尺寸鋼構屋邊柱之火害結構行為研究」[14]

本研究針對實尺寸鋼構實驗屋 H 型鋼邊柱之火害實驗可得到以下結論：

- (一)、本研究主要探討鋼構實驗屋中之邊柱於真實火災下之結構行為，由所蒐集的溫度和位移數據，對於瞭解邊柱與其他構件之間相互束制有所幫助。例如高溫中邊柱在弱軸方向水平位移受到大梁影響，其行為相當複雜，軸向變形則為伸張收縮與高溫爐所進行鋼柱標準試驗現象一致，但標準試驗無法完整呈現真實鋼柱的受力情況與束制條件，爰有關鋼柱於真實束制及真實火害中之結構反應與行為，實有必要做進一步研究。
- (二)、本次火害實驗的火載量密度為 604 MJ/m²，邊柱位移未超過 CNS 12514-1 標準之承重能力規定值。
- (三)、經由邊柱在弱軸方向水平位移量測結果，發現邊柱將會因 P- Δ 效應而在火害中後受到二次彎矩作用。

- (四)、本次火害實驗邊柱於弱軸方向之水平位移最大值皆發生在該斷面達到最高溫之後，0.9H 處為 4.12 mm 向西(實驗區外側)，其平均斷面溫度為 520°C，0.6H 處為 3.68 mm 向西(實驗區外側)，其平均斷面溫度為 638°C，0.3H 處為 1.25 mm 向西(實驗區外側)，其平均斷面溫度為 603°C。
- (五)、本研究已初步完成彙集整理 105 年起所進行之實尺寸鋼構屋火害實驗數據資料庫，其內容包含歷次實尺寸鋼構屋火害實驗目的與規劃、歷次實驗的溫度與位移量測位置圖及歷次實尺寸鋼構屋火害實驗之各構件的溫度與位移數據，以圖形及表格呈現。
- (六)、本次(108 年)分別將實驗區開口寬度縮減至 4.70m；高度縮減至 1.0m，閃燃時間與第 2、3 次實驗發生時間相當，於 470 秒時發生，1360 秒時，室內總平均溫度達到高峰約 833.8°C，較第 1 至 3 次低約 100°C，火害初期升溫速率與第 2、3 次實驗相似，顯見真實火災實驗目前仍難以控制及預測，使得每次實驗之火場溫度一致，火場的燃燒行為受到諸多因素影響，每次實驗之溫度時間曲線在線形與火災歷程皆有所差異。
- (七)、邊柱在不同高程下之各測溫點溫度相差不大，顯示出鋼材良好的熱傳導性。其各斷面的最高溫度：0.6H 斷面最高溫 > 0.3H 斷面最高溫 > 0.9H 斷面最高溫。

第二節 實尺寸構造屋火害研究

國內外大多著重研究有關柱、梁、樓版、梁柱接頭等重要構件在火害高溫下的結構行為，由於實尺寸構造屋的火害實驗所費不貲，規模甚大，需要縝密地設計、安排與規劃，目前有關實尺寸構造屋的火災試驗研究很少，其中最著名的是英國 BRE (British Research Establishment) 在 Cardington 建造八層樓實尺寸鋼構架屋[15-19]，此鋼構大樓主要以鋼材與混凝土為建築構材，大樓中包含了電梯井，及建築物兩側之樓梯牆，而構材的複合是透過剪力釘焊接的方式來完成，混凝土使用的是輕質材料混凝土(1900 kg/m^3)。建築物長邊有 5 跨，每跨長度為 9m，總長 45m，建築物短邊有 3 跨，分別為 6m、9m、6m，總長 21 m，鋼梁使用了四種斷面尺寸，分別為 254UB、305UB、356UB、610UB，柱使用了三種斷面尺寸，分別為 305UC $\times$ 198kg/m、305UC $\times$ 118kg/m 和 254UC $\times$ 98kg/m，此外於實體結構物，提供額外之軸向載重，使樓地板載重達 2.5 kN/m^2 。此實驗計畫的主要目的在探討多層鋼構大樓建築於真實火害中之結構行為，並建立數值分析方法，來預測多層鋼結構建築於火害後結構行為。並於 1993 年至 2003 年間進行總共七次火害實驗，為目前所進行過最大型的實尺寸構架屋火害實驗，各次火害實驗範圍如圖 2.1 所示，每次實驗所採用的區劃空間面積、火載量、載重如表 2.1 所示，部分實驗佈置照片如圖 2.2 所示，7 次實驗的部分結果如表 2.2 所示。

Cardington 火害實驗發現：混凝土鋼承板的底部和鋼梁沒有防火被覆，鋼柱有全面防火被覆。試驗的最高溫度超過 1100°C ，混凝土鋼承板產生很大的垂直位移（大於跨度的 $1/20$ ），但結構並沒有出現倒塌。試驗結果發現，火災作用下，雖然沒有防火被覆的鋼梁溫度超過 1100°C ，但由於混凝土鋼承板與鋼梁相互作用，鋼梁所承擔的載重逐漸轉移至混凝土鋼承板，使構件出現較佳耐火性能。為研究火災下樓版的薄膜效應[20]，BRE 進行實尺寸的混凝土鋼承板火災試驗[21,22]，混凝土鋼承板尺寸為 $9.5\text{m}\times 6.5\text{m}$ ，鋼承板的肋高 60mm，板厚度為 150mm。俟混凝土澆置完成一段時間後，將混凝土鋼承板下面的鋼承板移除，剩下只有鋼筋網的混凝土樓版，移除的鋼承板相當於火災時板的強度和剛度損失。板垂直支承於梁和柱上，水平方向沒有束制。試驗結果顯示四邊簡支承樓版的承载力遠大於依據傳統降伏線理論計算所得的承载力。

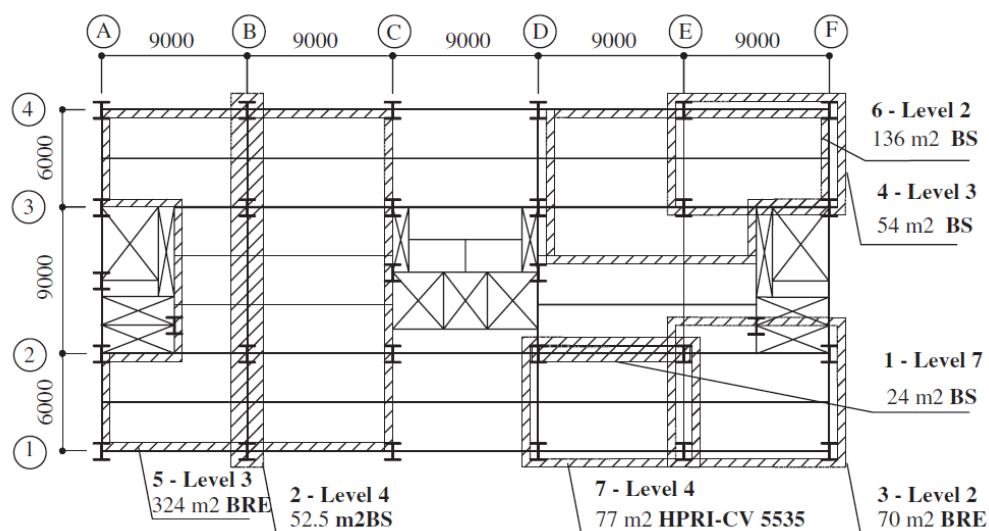


圖 2.1 英國 Cardington 鋼構大樓之七次火害實驗範圍示意圖(參考書目[18])



圖 2.2 英國 Cardington 第七次火害實驗照片(參考書目[18])

表 2.1 英國 Cardington 七次火害實驗基本資料

No.	Test	Fire compartment		Load	
		Size, (m)	Area (m ²)	Fire	Mechanical (%)
1	One beam heated by gas	8 × 3	24	Gas	30
2	One frame heated by gas	21 × 2.5	53	Gas	30
3	Corner compartment	9 × 6	54	40 kg/m ² of wood cribs	30
4	Corner compartment	10 × 7	70	45 kg/m ² of wood cribs	30
5	Large compartment	21 × 18	342	40 kg/m ² of wood cribs	30
6	Office—Demonstration	18 × 9	136	45 kg/m ² of wood cribs	30
7	Structural integrity	11 × 7	77	40 kg/m ² of wood cribs	56

(參考書目[18])

表 2.2 英國 Cardington 七次火害實驗範圍

No.	Org.	Floor	Time (min) to max. atmosphere temp.	Maximum temperature (°C)		Measured deformations (mm)	
				Gas	Steel	Maximal	Residual
1	BS ^a	7	170	913	875	232	113
2	BS	4	125	820	800	445	265
3	BS	3	114	1000	903	269	160
4	BRE ^b	2	75	1020	950	325	425
5	BRE	3	70	—	691	557	481
6	BS	2	40	1150	1060	610	—
7	CVUT ^c	4	55	1108	1088	> 1000	925

(參考書目[18])

英國鋼鐵公司曾於 1998 年出版 Cardington 火害實驗數據資料[23]，其內容包含 4 次實驗實驗目的與規劃、火載量、實驗載重、溫度與位移量測位置圖，溫度與位移數據則是存放於光碟片，如圖 2.3 與圖 2.4 所示。並且在 1999 年另外出版包含 6 次火害實驗的成果報告[24]。

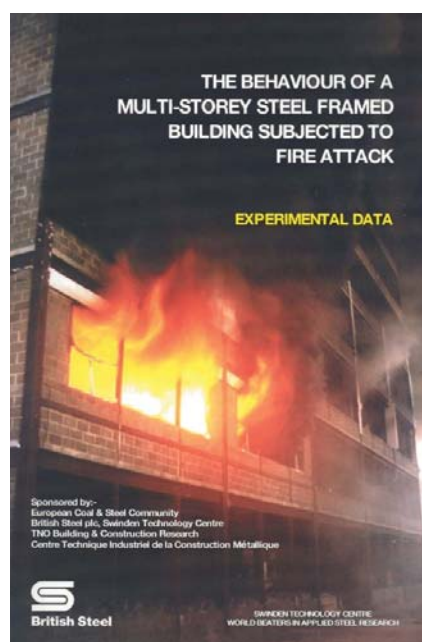


圖 2.3 英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據資料封面(參考書目[23])

imposed loads were obtained with sand bags each weighing 11 kN uniformly distributed throughout the building.

Table 1: Details of Floor Loading

Load Case	Value (kN/m ²)
Composite slab	2.06
Steel sections	0.25
Raised floor	0.4
Services	0.25
Ceiling	0.15
Partitions	1.0
Imposed	0.83 ($\frac{1}{2}$ design load)

It should be noted that although the purpose of the building was for conducting research it was designed and built under normal commercial pressures and is therefore a 'real structure.'

Fire Tests

In the programme four major fire tests were designed and carried out to investigate different aspects of structural behaviour. These increased in complexity as the programme progressed and are generically referred to as:

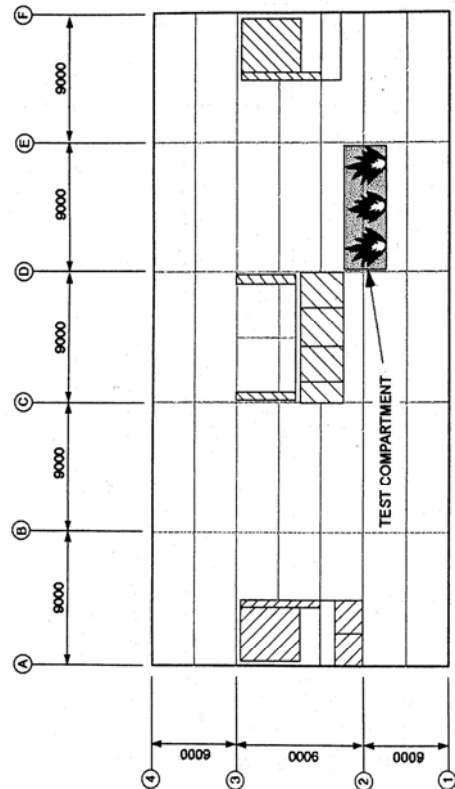
- (i) 1D - Restrained Beam
- (ii) 2D - Plane Frame
- (iii) 3D - Corner
- (iv) Office Fire (Demonstration)

(i) 1D - Restrained Beam

The objective of the first test was to understand the structural deformation mechanisms involved when a single beam is heated and restrained by a composite slab spanning in two directions with the surrounding steel frame remaining at ambient temperature.

The test was carried out on the 7th floor of the building as shown in Figure 2 around a 305 x 165mm UB spanning 9 m into the minor axes of a pair of 254 x 254 UCs. In view of the importance of achieving a uniform temperature profile along the length of the beam and maintaining the connections as near as possible at ambient temperature, a gas fired furnace 8 m long x 3 m wide was built up to the underside of the composite floor. This incorporated a flexible ceramic fibre curtain fixed between the steel decking and the top of the furnace to allow the beam and surrounding floor to vertically deflect unimpeded. Ceramic fibre collars were also fitted around the ends of the beams as they passed through the furnace walls to minimise spurious heat losses.

2



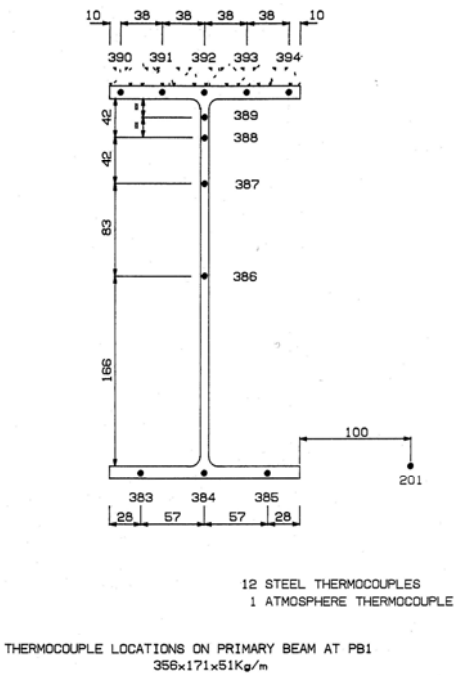
Summary of Fire Loading : Wood Equivalent

Table 2

Location	Wood kg	Plastic kg	Paper kg	Others kg	Total kg
Work Station 1	459.7	74.4	42.8	2.3	579.2
Work Station 2	419.0	83.2	42.8	2.2	547.2
Work Station 3	543.6	76.8	26.8	2.8	650.0
Work Station 4	642.7	64.7	42.8	1.3	751.5
Manager	191.0	47.5	90.5	1.4	330.4
Secretary	158.9	46.5	110.2	4.7	320.3
Seating/Rest Area Reception	195.7	45.6	2.7	6.7	250.7
Storage: Bookshelves, Files	185.6	36.0	384.5	-	606.1
Carpet	-	501.6	-	-	501.6
Cribs	1310.0	278.0	-	-	1588.0
Miscellaneous	-	-	-	38.4	38.4
Totals	4106.2	1254.3	743.1	59.9	6163.4
% of Total	66.6	20.4	12.1	1	100

Floor Area = 135.12 m²
Fire Loading = 6163.4 kg of wood
Fire Load Density = 45.6 kg of wood/m² of Floor Area

FIGURE 2
TEST 1: RESTRAINED BEAM



Data File: PB1 , Figure 2/1

圖 2.4 英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據資料內容格式(參考書目[23])

2012年美國加州大學聖地亞哥分校(UCSD)利用其全球獨特之戶外振動台[25]，進行5層樓實尺寸鋼筋混凝土實驗屋受地震作用後遭遇火災的實驗，如圖 2.5 所示。每層樓高 4.27m，總高度 21.35m，實驗屋樓層及平面配置，如圖 2.6 所示，可產生最大樓板加速度(maximum peak floor acceleration) 0.7g 至 0.8g，評估非結構構件、維生管線及防火設備在地震破壞後之防火能力與火害行為[26]。



圖 2.5 美國加州大學聖地亞哥分校(UCSD) 鋼筋混凝土實驗屋(參考書目[25])

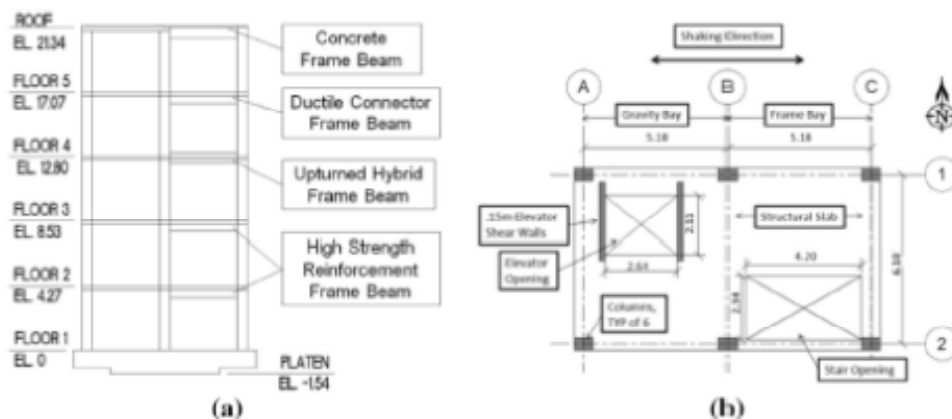


圖 2.6 鋼筋混凝土實驗屋樓層及平面配置(參考書目[26])

美國國家標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 從 911 事件後，致力於建築結構火害中及火害後行為研究，於 2015 年擴建國家火災研究實驗室 (National Fire Research Laboratory, NFRL) 的實驗場地並建置實尺寸真實火災試驗設備，如圖 2.7 所示，包含熱釋放速率 20MW、強力地板(18.3m×27.4m，厚 1.2m)、反力牆(18.3m×9.1m，厚 1.2m)及萬能試驗機 (UTM) (產生 4.5 MN 水平力與 53 MN 垂直力)，同時進行地震與火災試驗，結合耐震與防火提高建築安全，可更精確了解火災與結構之交互作用。該設備為將結構體構築於強力地板上，加載系統安裝於強力地板及反力牆上，另於結構體內進行實際燃燒行為，可在加載下，同時觀察量測燃燒從起火、成長、旺盛期直至衰退期之結構行為。目前研究課題為結構防火性能式設計研究、實驗室火場標準化量測與技術開發及含樓版系統等複合結構耐火性能研究。有關真實火災對結構之影響，NIST 已經進行鋼筋混凝土樓版複合結構耐火實驗，如圖 2.8 所示，該結構為 2 層樓，樓層高度 3.3 m。火害區（位於試體中心）的尺寸為 6.1 m x 9.1 m，並藉由液壓方式施加载重。火載量為 16MW，透過瓦斯燃燒器產生，並利用防火牆將其限制在火害區內。第 1 次實驗以標準耐火升溫測試，為基本數據。後續的實驗，採用 NIST 的 FDS 所得之設計火災來模擬閃燃後的實際火災情境(包含冷卻階段)。現已完成第 1 階段實驗並在 NIST 網站提供相關實驗數據與成果報告書下載，如圖 2.9 所示。



(a)NFRL 新建實驗室



(b)20 MW 量熱裝置（安裝於反力牆前，可量測實尺寸建築火災時之熱釋放）



(c) 試體準備區



(d) 強力地板地下室的油壓致動器

圖 2.7 美國 NIST 實尺寸真實火災試驗設備(參考書目[27])

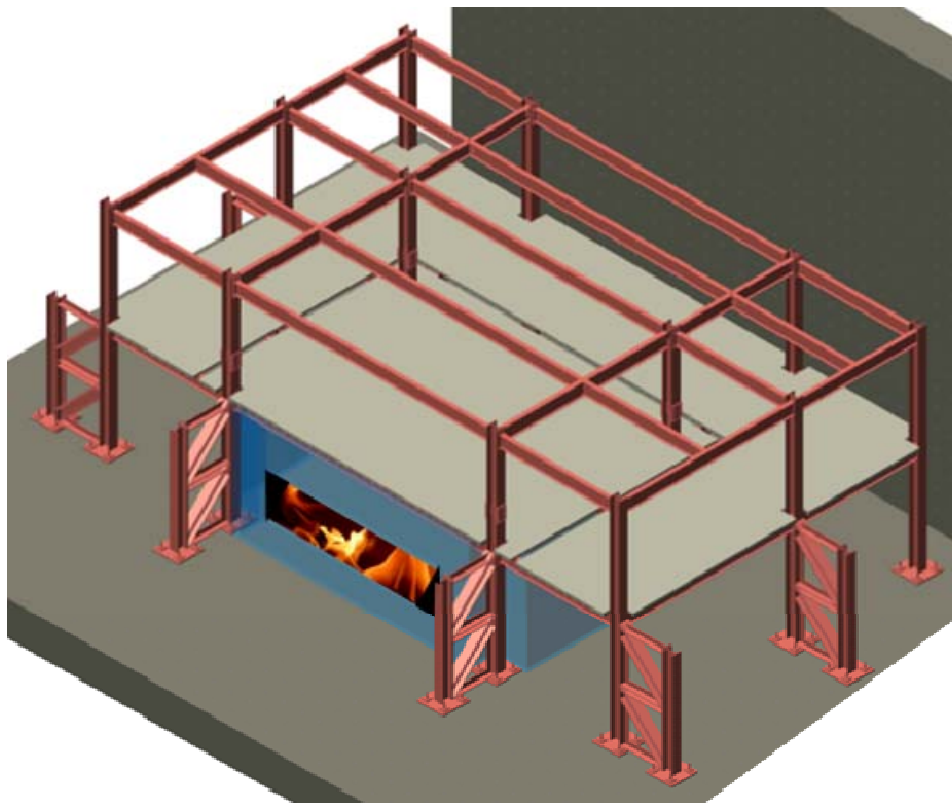


圖 2.8 美國 NIST 鋼筋混凝土樓版複合結構實驗屋(參考書目[28])



Search NIST
 
 Menu

Engineering Laboratory / Fire Research Division

NATIONAL FIRE RESEARCH LABORATORY

Facility & Equipment
 Projects
 Videos
 Staff Directory
 Employment

Steel-Concrete Composite Floor Systems Subject to Fire – Phase 1

This study deals with compartment fire experiments on 12.8 m long composite floor beams with various end support conditions. Each specimen was constructed as a partially-composite beam, consisting of a lightweight concrete slab cast on 76 mm (3 in.) deep ribbed steel decking and a W18x35 steel beam acting compositely via 19 mm (3/4 in.) diameter steel headed stud anchors welded on the top flange. Test variables included two types of simple shear connections (shear tab and welded-bolted double-angle connections) and the presence or absence of slab continuity over girders. Hydraulic actuators were used to apply gravity loads to the specimen under fire conditions. The natural gas-fueled burners were used to create a compartment fire with the maximum heat release rate of 4000 kW. This study evaluated the characteristics of the fire loading and thermal and structural responses of the specimens. The test results indicated that the thermal restraint conditions significantly affected the behavior and failure modes of the specimens with simple shear connections. The specimens resisted gravity loads at large vertical displacements near midspan (approximately a ratio of the span length over 20) without collapse under fire loading. Various limit states and vulnerabilities to fires were observed, including local buckling of the steel beams near supports, flexural failure (yielding of steel beams and concrete fracture near restrained end supports), and connection failure (weld shear or bolt shear) during heating and cooling which could lead to partial or total collapse of the floor system.

DATA

Spreadsheets containing the data from the experiments can be downloaded from the links provided here. Additional information about the instrumentation layout including sensor types and uncertainties can be found in the test reports.

- [Instrumentation Layout](#)
- [Test 1: CB-DA-AMB](#)
- [Test 2: CB-DA](#)
- [Test 3: CB-DA-SC](#)
- [Test 4: CB-SP](#)
- [Test 5: CB-SP-SC](#)




Test No.	Specimen name	Shear connections	Slab end continuity	M/M _{uo}	Fire Load, kW
1	CB-DA-AMB	Double-angles	-	1	-
2	CB-DA	Double-angles	-	0.45	4000
3	CB-DA-SC	Double-angles	Included	0.45	4000
4	CB-SP	Shear tab	-	0.45	4000
5	CB-SP-SC	Shear tab	Included	0.45	4000

Test matrix for Steel-Concrete Composite Floor Systems Subject to Fire – Phase 1

圖 2.9 美國 NIST 鋼筋混凝土樓版複合結構實驗網站資料(參考書目[28])

Dong 等人[29-33]曾藉由 3 層樓之鋼結構實驗屋(由鋼筋混凝土樓版、鋼樑、鋼柱和磚牆構成，一樓高度 3.5m，二至三樓高 3m，每層為 3×3 跨，每跨 4.5m)，依據 ISO834 進行一系列火害實驗，分別探討鋼筋混凝土雙向板、鋼樑、鋼柱、梁柱接合等耐火性能，如圖 2.10 所示。Lou 等人[34,35]研究門形鋼構架在真實火災下連續性倒塌問題，分別建造 36 m×12 m 及 12 m×6 m 門形鋼構架，進行真實火害實驗與數值模擬，探討火害下門形鋼構架之局部破壞，進而引起連續性倒塌，實驗結果顯示大約火害時間 15~20 分鐘門形鋼構架，分別出現向內及向外倒塌，經由適當設計，可阻止火災範圍的蔓延、減少消防隊員傷亡和結構破壞程度，如圖 2.11 及圖 2.12 所示。



圖 2.10 3 層樓鋼結構實驗屋(參考書目[32])



圖 2.11 門形鋼構架真實火災實驗(1)(參考書目[33])

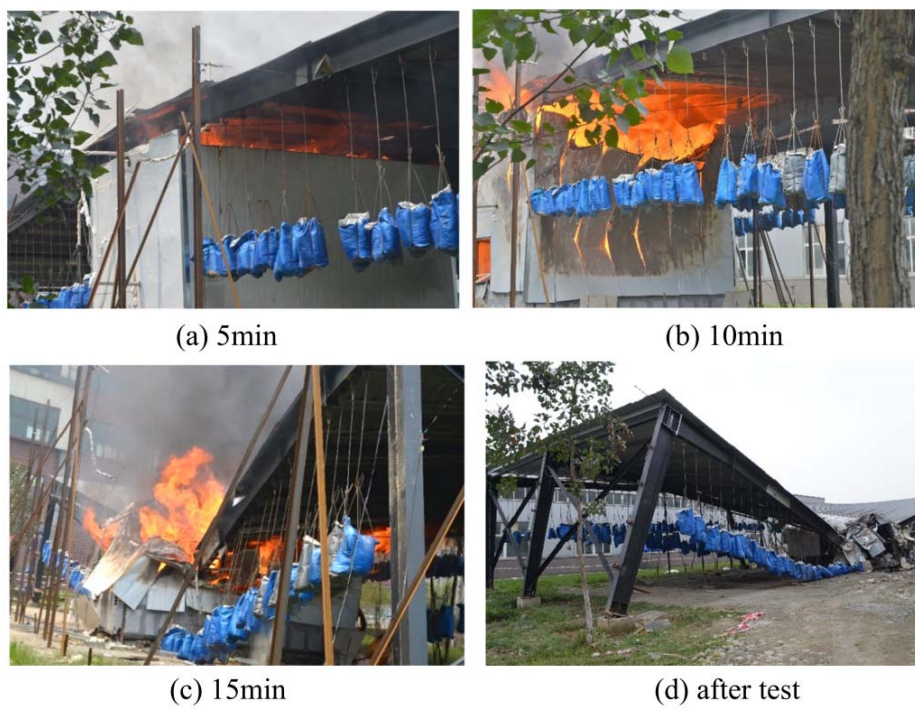


圖 2.12 門形鋼構架真實火災實驗(2)(參考書目[34])

第三章 實尺寸鋼構屋火害實驗計畫簡介

第一節 實尺寸鋼構屋規畫與設計

本計畫實尺寸鋼構造屋基地為 $19.35\text{m} \times 13.35\text{m}$ ，實驗屋尺寸為一層樓的鋼構（樓層高度 4m ，面積 $12\text{m} \times 12\text{m}$ ，2 跨 $\times$ 2 跨，計 9 根柱）。依照國內建築法規、鋼結構規範、耐震規範以及常用之鋼構建築型式所設計，其鋼梁與鋼柱皆採用 H 型鋼，梁柱接頭採用梁翼板與柱銲接，梁腹板與柱栓接的彎矩接頭，小梁與大梁接頭採用小梁腹板與大梁加勁板栓接之剪力接頭，未來可擴建成 5 層樓，並設置隔震器（滑動支承）與激振設施，如圖 3.1 所示。鋼構造屋的立面圖與平面圖如圖 3.2 與圖 3.3 所示，所有鋼柱下端底板以高強度錨定螺栓固定於上半結構 RC 底座，鋼柱上端延伸至一樓頂版上方 1.1m 處，以利後續增建與加載之用。鋼構造屋之梁、柱、樓版構件尺寸如表 3.1 所示。本案鋼構屋係由本所、成功大學研究團隊，及中鋼（提供鋼材）、中鋼構（製作組裝）、荔承精密（提供隔震器）、柏林公司（防火被覆）、佳德公司（鋼承板）等公司共同捐助建造而成。



圖 3.1 實尺寸鋼構屋(本研究整理)

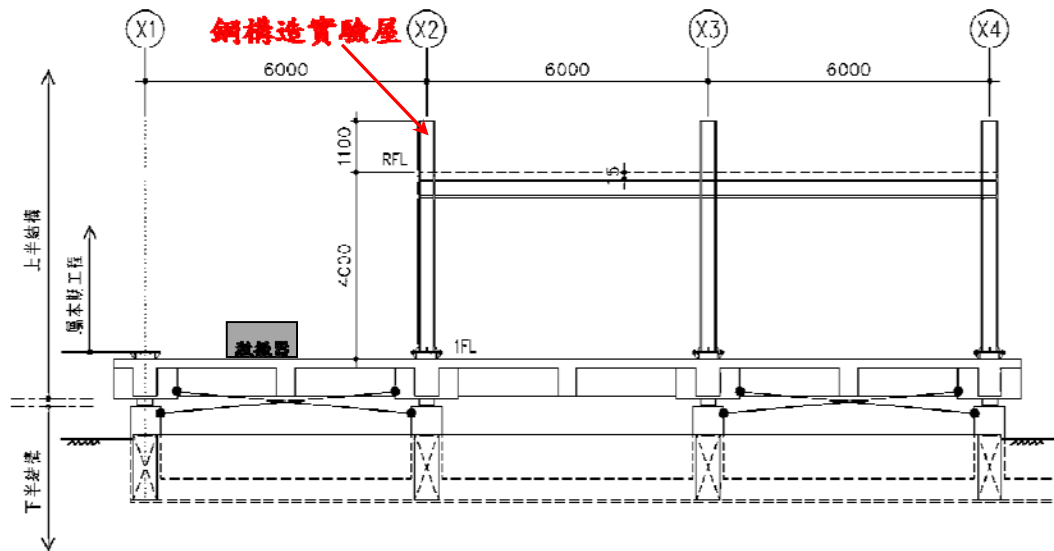


圖 3.2 上部結構設施所規畫一層樓鋼構造實驗屋之立面設計圖(參考書目[36])

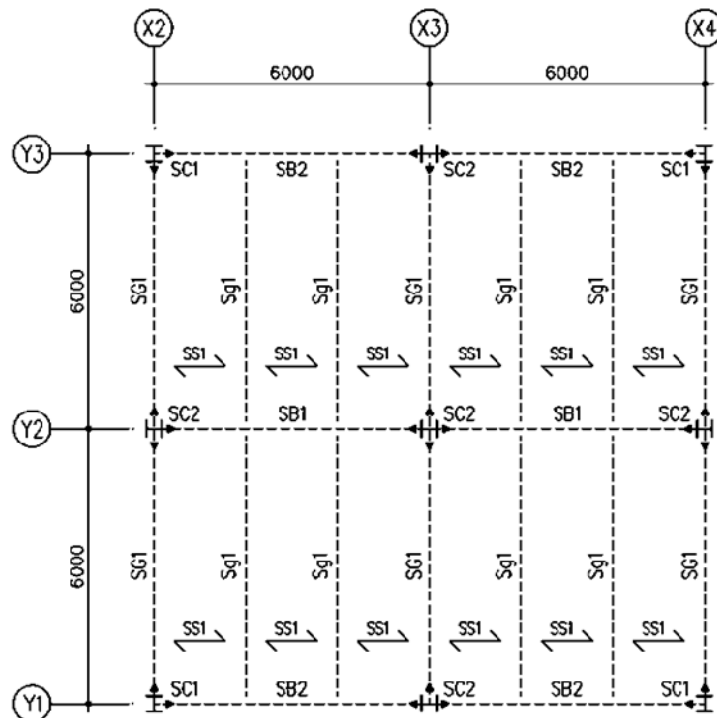


圖 3.3 上部結構設施所規畫一層樓鋼構造實驗屋之平面設計圖(參考書目[36])

表 3.1 壹層樓鋼構造實驗屋之構件尺寸

構件	編號	構件尺寸(mm)	材質
柱	SC1	RH-300×300×10×15	CNS SN490B
	SC2		或同等級鋼材
梁	SB1	RH-390×300×10×16	CNS SN490B 或同等級鋼材
	SB2	RH-400×200×8×13	CNS SN490B 或同等級鋼材
	SG1	RH-294×200×8×12	CNS SN490B 或同等級鋼材
	Sg1	RH-300×150×6.5×9	CNS SN490B 或 A572 或同等級鋼材
版	SS1	t = 150	
備註	上半實驗屋係以 2F 建物分析所得斷面， 本階段僅取地上一層樓梁柱結構。		

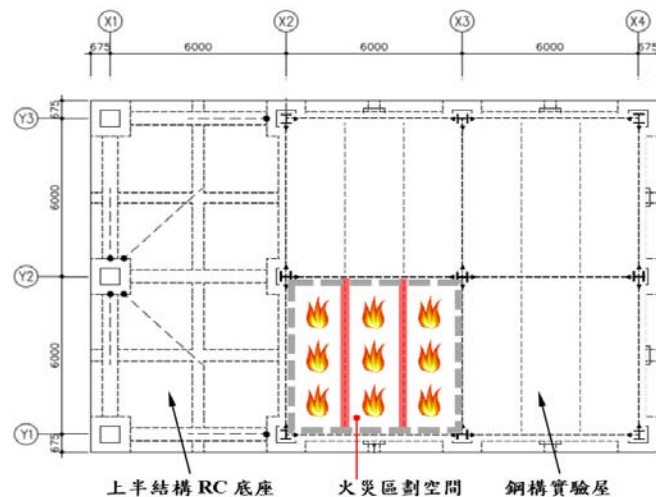
(參考書目[36])

第二節 火害實驗目的與規劃

本計畫已完成實尺寸鋼構屋彎矩連接、剪力連接鋼梁(含修復)、切削減弱式接頭鋼梁(RBS)與梁柱接頭、角柱、邊柱及樓板等火害結構行為研究，現分別將其實驗目的與規畫簡述如後。

3.2.1 第 1 次實尺寸鋼構屋火害實驗

本次實驗探討實尺寸鋼構實驗屋內部分剪力連接之複合鋼梁(即:小梁)及鋼筋混凝土樓板在火害中的結構行為，如圖 3.4 所示，在實尺寸鋼構實驗屋內的部分區劃空間，進行真實火災實驗，藉以研究此區劃空間內以剪力連接之複合鋼梁及鋼筋混凝土樓板於真實的結構束制情況下的火害行為。



(a)平面圖與兩支目標小梁與混凝土鋼承板

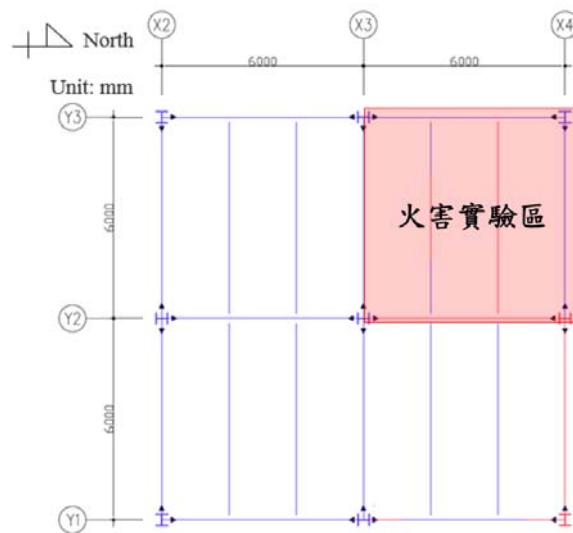


(b)實驗區之剪力連接式複合鋼梁(小梁)與鋼筋混凝土樓板

圖 3.4 第 1 次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間(參考書目 [7,8])

3.2.2 第 2 次實尺寸鋼構屋火害實驗

本次實驗配合委託研究團隊進行耐火鋼小梁火害實驗，共同針對實尺寸鋼構實驗屋的耐火鋼小梁支撐之鋼筋混凝土樓板進行研究，如圖 3.5 所示，以比較與普通鋼小梁支撐之鋼筋混凝土樓板的火害行為差異。



(a) 實尺寸鋼構實驗屋平面圖

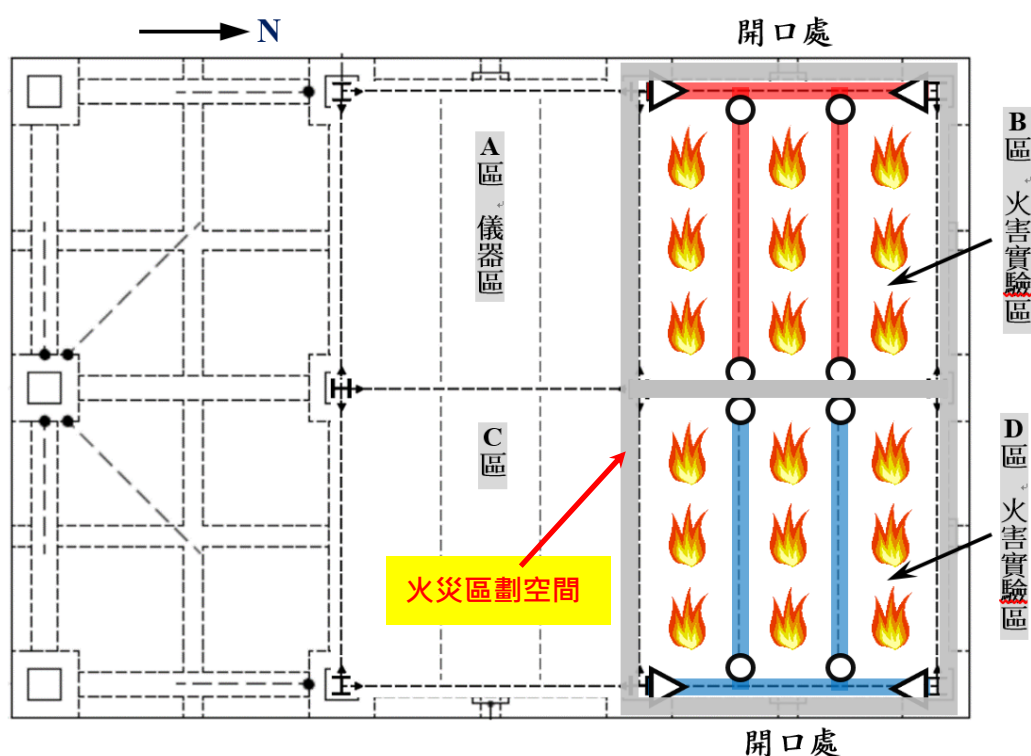


(b) 耐火鋼小梁之混凝土鋼承板

圖 3.5 第 2 次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間(本研究整理)

3.2.3 第3次實尺寸鋼構屋火害實驗

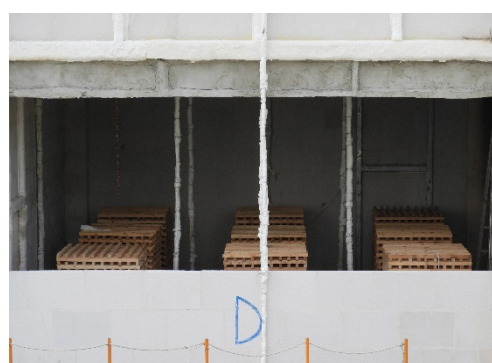
本次研究針對實尺寸鋼構實驗屋之「彎矩連接鋼梁(大梁)」和「受火害修復之剪力連接鋼梁(小梁)」進行火害相關研究，將先修復105年鋼構實驗屋內火害實驗區的小梁，再將其納入106年火害實驗範圍內，進行真實火災實驗，藉以同時探討該區劃空間內的大梁與修復後小梁(有無防火被覆)及鋼筋混凝土樓板在真實結構束制情況下受真實火害之行為，如圖3.6所示。



(a)火害實驗區之區劃空間示意圖



(b)火害實驗 B 區



(c)火害實驗 D 區

圖 3.6 第3次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間(參考書目[9])

3.2.4 第 4 次實尺寸鋼構屋火害實驗

本研究今年針對國內業界廣為採用切削減弱式梁柱接頭(Reduced Beam Section, 簡稱 RBS 接頭) 進行火害實驗, 此種接頭主要針對大梁於梁柱接頭處之梁翼板進行圓弧形或梯形切削, 使得地震發生時, 其大梁在兩端之切削減弱處先形成塑性鉸, 吸收能量, 讓塑性鉸移離柱面, 進而達到保護大梁與鋼柱接合之銲道, 避免產生 1994 年美國北嶺地震, 造成梁柱接頭銲道斷裂之破壞。火害時, 因鋼柱與大梁相連接, 將提供大梁束制, 火害初期, 大梁因熱膨脹而承受軸壓力與負彎矩, 火害後期, 大梁則受到懸垂拉力與收縮拉力, 由於減弱式梁柱接頭主要在梁翼板進行切削處理, 造成大梁在切削減弱處之側向(弱軸)勁度減弱與大梁斷面縮減, 是否會影響大梁的耐火性能, 值得注意與研究, 目前國內外研究多為無束制 RBS 鋼梁在火害下的行為, 針對 RBS 鋼梁在有束制下的火害高溫實驗極少, 將可透過實尺寸鋼構屋的火害實驗, 探討切削減弱式大梁、剪力釘與受火害修復之鋼筋混凝土樓板, 在實際束制情形下於火害下真實的結構行為與破壞模式, 如圖 3.7 及圖 3.8 所示。

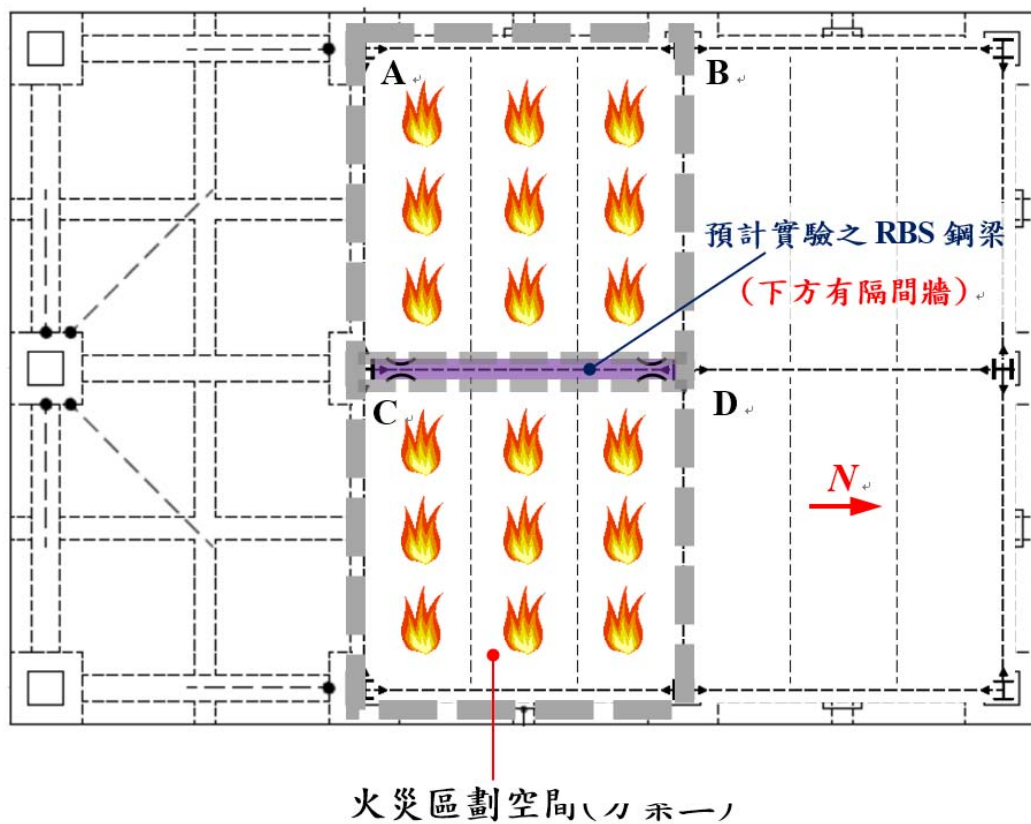


圖 3.7 第 4 次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間(參考書目[11])



(a) 圓弧切削減弱式內大梁



(b) 南側接頭



(c) 北側接頭

圖 3.8 實尺寸鋼構實驗屋之 RBS 鋼梁 (參考書目[11])

3.2.5 第 5 次實尺寸鋼構屋火害實驗

建築物的柱構件受火害影響可分為內柱（四面受火）、邊柱（三面受火）及角柱（二面受火），由於角柱與邊柱，其鋼梁連接方式較內柱不對稱，造成角柱與邊柱受到較大的彎矩，加以角柱與邊柱在火場中曝火面之故，使得溫度分佈不對稱，火害下的結構行為複雜，以往研究大多針對內柱火害行為，鮮少對於角柱與邊柱的火害行為進行研究，由於鋼柱屬於鋼構建築的重要構件，若受到火害高溫侵襲，嚴重情況將造成鋼柱挫屈破壞，進而造成鋼構建築之嚴重倒塌。目前我國現行對於建築物之鋼柱構件的耐火能力檢驗，主要依據 CNS 12514-1「建築物構造構件耐火試驗法—第 1 部：一般要求事項」[1]及 CNS 12514-7「建築物構造構件耐火試驗法—第 7 部：柱特定要求」[5]，以單一構件的鋼柱進行耐火試驗，然而，此種方法未考慮真實鋼構造建築受到火害時，其鋼柱受到其他構件之束制影響。此外，角、邊柱在火害中受到鋼梁膨脹外推變形之效應，所衍生的二次彎矩之影響，亦無法在標準試驗中呈現，因此透過實尺寸鋼構屋的火害實驗，始能夠探討角、邊柱於火害下的真實行為，本次實驗範圍如圖 3.9 及圖 3.8 所示。

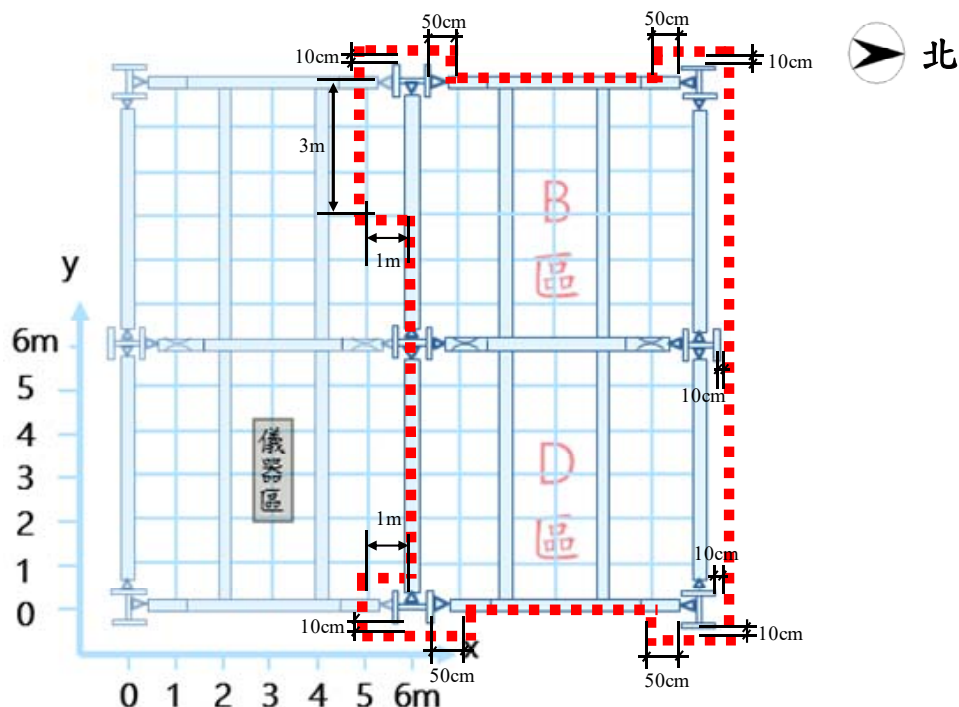


圖 3.9 第 5 次鋼構實驗屋火害實驗區之區劃空間(本研究整理)



圖 3.10 實尺寸鋼構實驗屋之 H 型鋼角、邊柱照片(參考書目[13])

第四章 實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介

本研究之實驗數據資料彙編格式，包含歷次實驗的溫度與位移量測規劃與位置圖；及歷次實尺寸鋼構屋火害實驗之各構件的溫度與位移數據，以圖形及表格呈現，數據檔案格式採用 excel。現將已完成整理實驗的溫度與位移數據資料，摘述如下，其餘資料。

第一節 第 1 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介

4.1.1 火害實驗空間溫度

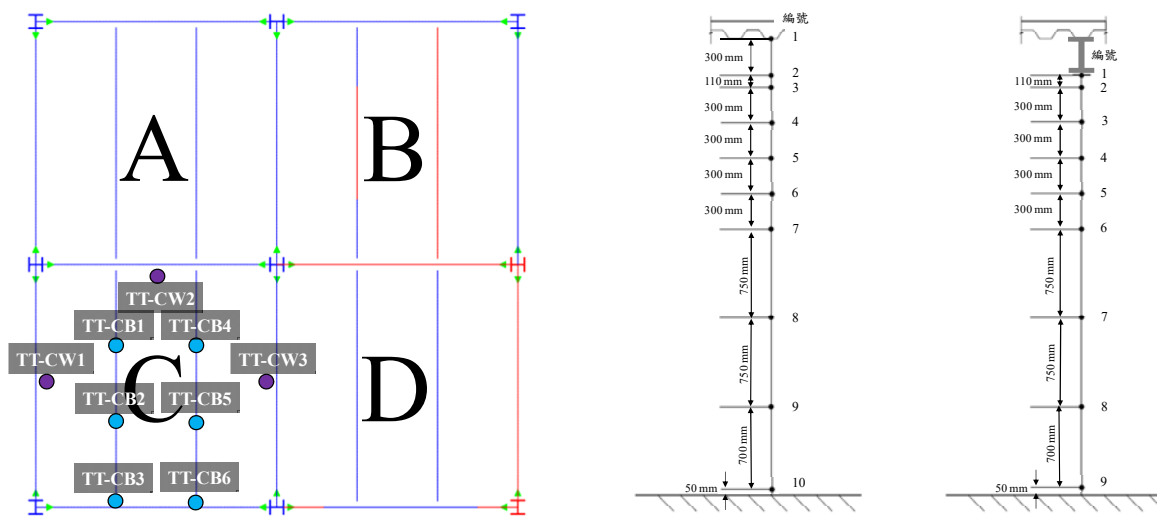


圖 4.1 第 1 次火害實驗區熱電偶樹配置圖例(本研究整理)

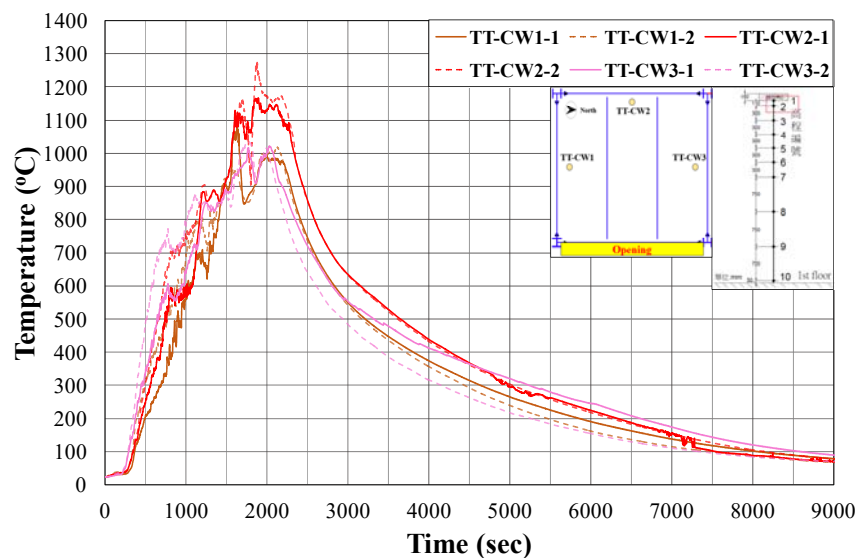


圖 4.2 第 1 次火害實驗區空間溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.1 第 1 次火害實驗區空間溫度時間表例

Time(s)	TT-CW1-1	TT-CW1-2	TT-CW2-1	TT-CW2-2	TT-CW3-1	TT-CW3-2
0	24.6	24.9	23.7	24.6	22.9	24.3
1	24.3	24.9	23.6	24.6	22.9	24.3
2	24.5	24.9	23.6	24.6	22.8	24.1
3	24.5	24.9	23.6	24.6	22.9	24.3
4	24.4	24.9	23.6	24.6	22.9	24.3
5	24.5	24.9	23.6	24.6	22.9	24.2
6	24.6	25	23.7	24.7	22.9	24.3
7	24.6	24.9	23.6	24.6	23	24.3
8	24.5	24.9	23.6	24.6	22.9	24.1
9	24.4	24.9	23.6	24.7	23	24.4
10	24.5	24.9	23.6	24.6	22.9	24.3
11	24.5	24.9	23.6	24.6	23	24.3
12	24.4	24.9	23.6	24.6	23	24.3
13	24.3	24.9	23.6	24.6	22.9	24.3
14	24.4	24.9	23.7	24.6	23	24.3
15	24.4	24.9	23.9	24.7	23	24.3
16	24.4	24.9	24.1	24.7	22.9	24.2
17	24.5	25	24.3	24.9	23	24.3
18	24.4	25	24.3	24.9	22.9	24.2
19	24.5	25.1	24.4	25	23	24.3
20	24.5	25.2	24.4	25	23	24.3
21	24.5	25.3	24.4	25.2	23	24.4
22	24.6	25.3	24.4	25.1	22.9	24.2
23	24.6	25.6	24.6	25.3	23	24.3
24	24.5	25.5	24.6	25.3	22.9	24.2
25	24.6	25.7	24.8	25.3	23	24.3
26	24.6	25.9	24.9	25.5	23	24.2
27	24.6	26	25	25.6	23	24.3
28	24.7	26.3	25.3	25.7	23	24.3
29	24.9	26.4	25.2	25.6	23	24.4
30	25	26.9	25.2	25.7	22.9	24.2

(本研究整理)

4.1.2 構件位移與溫度

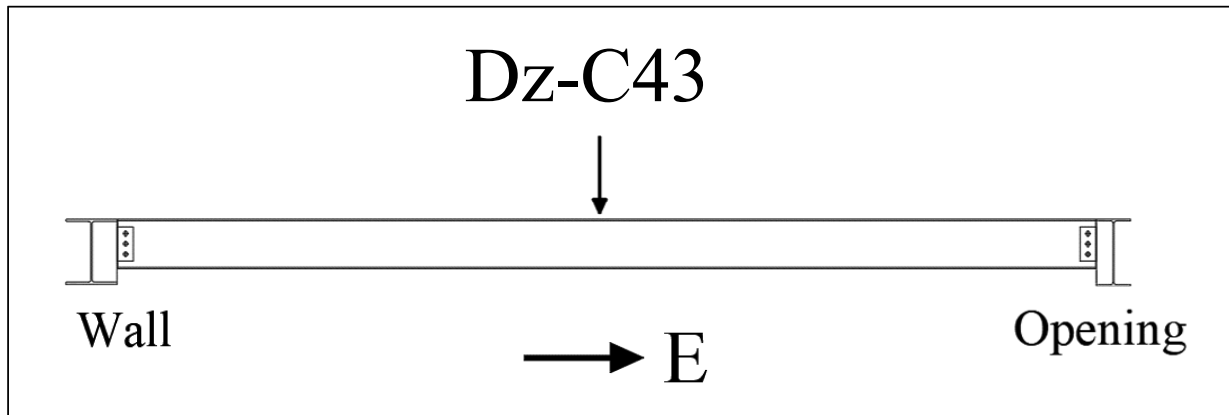


圖 4.3 第 1 次火害實驗區北小梁位移計位置圖例(本研究整理)

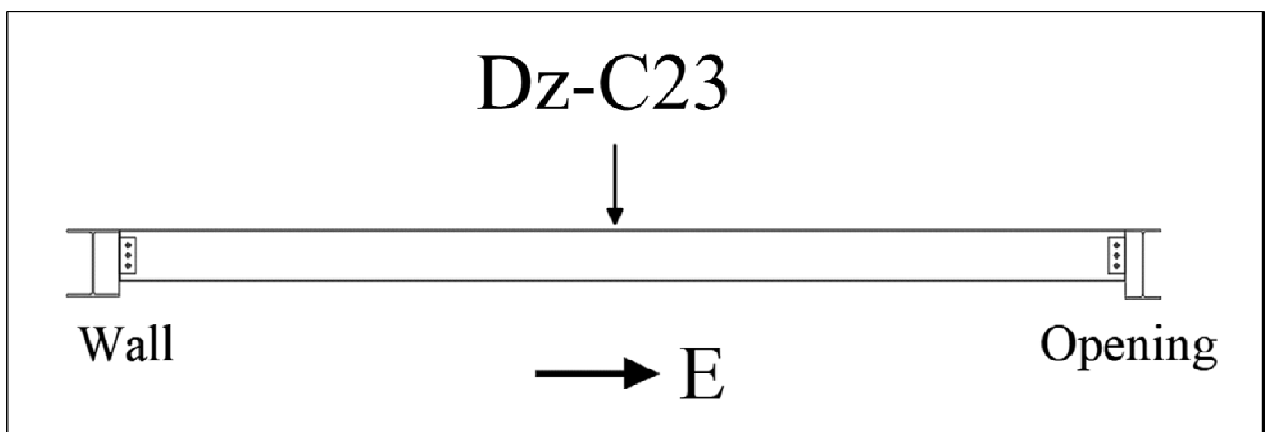


圖 4.4 第 1 次火害實驗區南小梁位移計位置圖例(本研究整理)

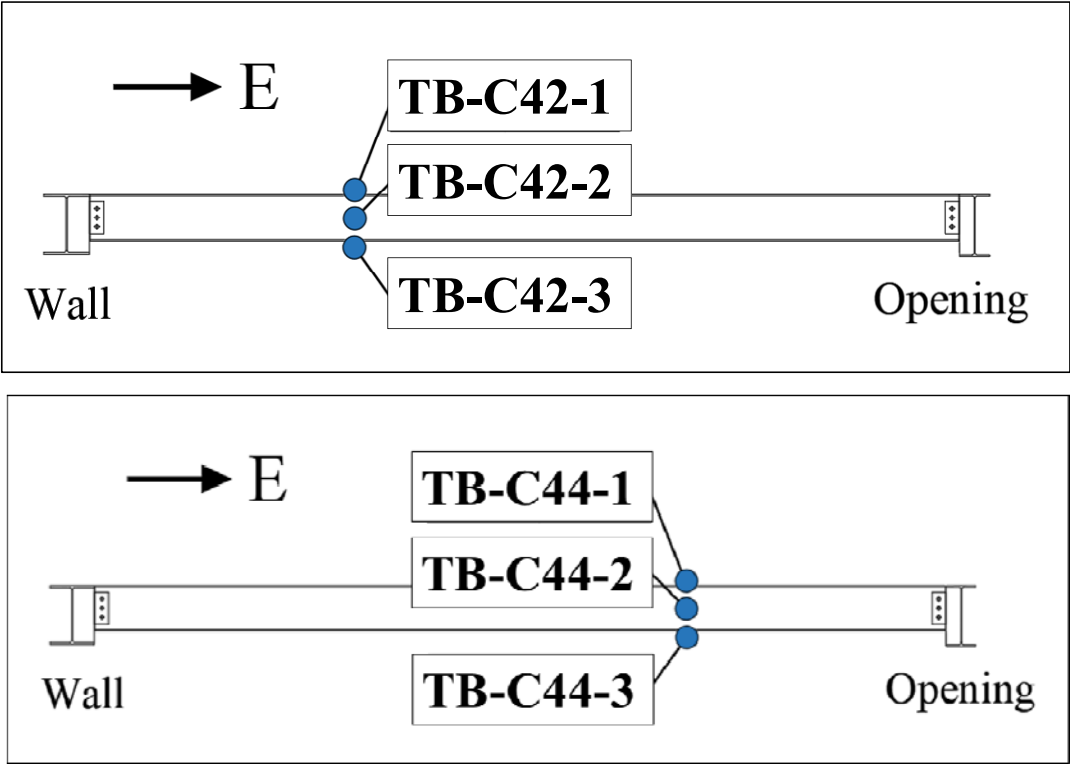


圖 4.5 第 1 次火害實驗區北小梁熱電偶位置圖例(本研究整理)

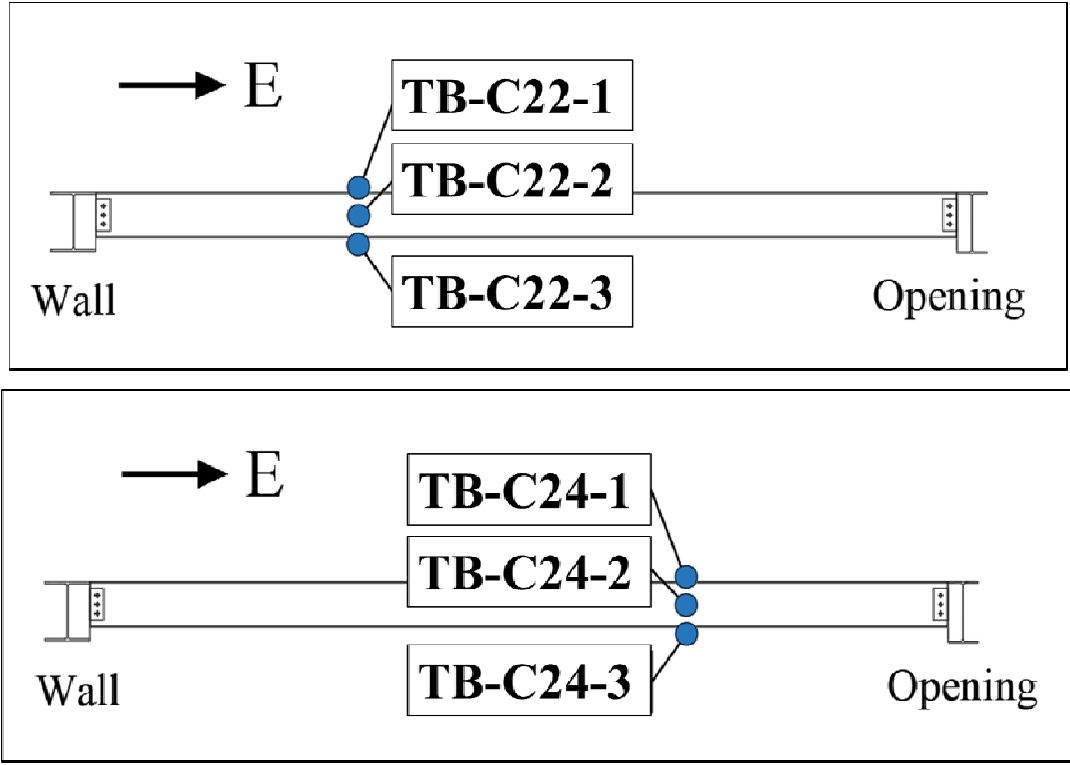


圖 4.6 第 1 次火害實驗區南小梁熱電偶位置圖例(本研究整理)

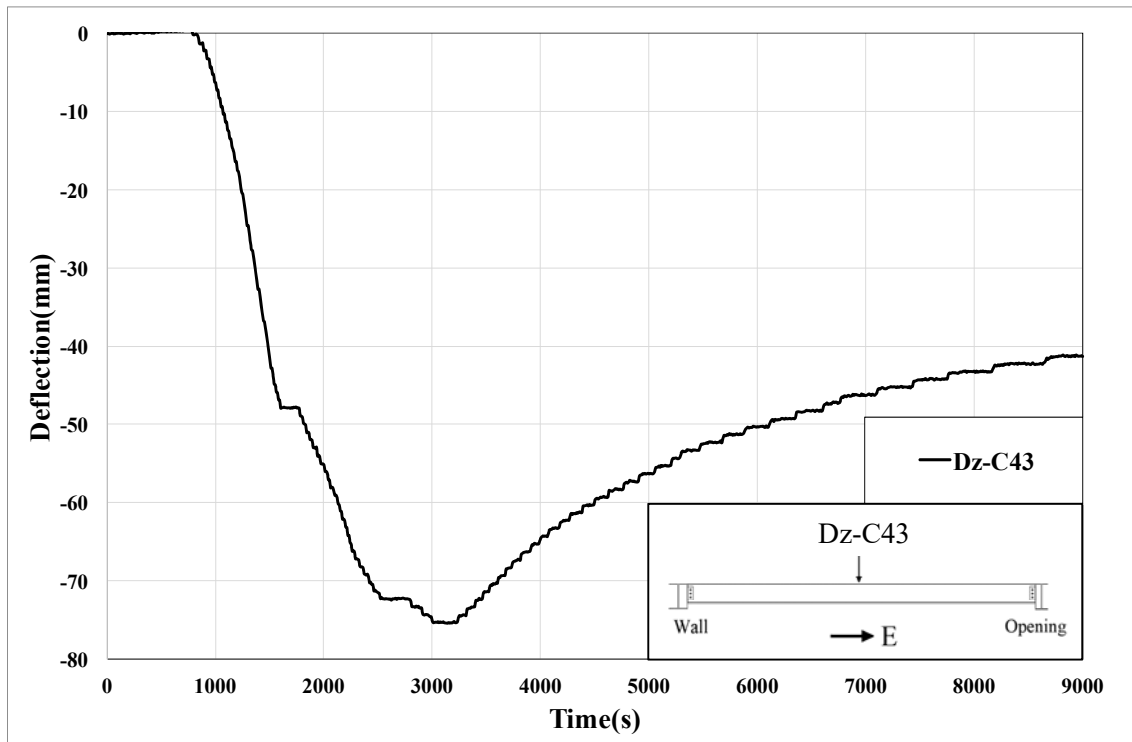


圖 4.7 第 1 次火害實驗區北小梁位移歷時圖例(本研究整理)

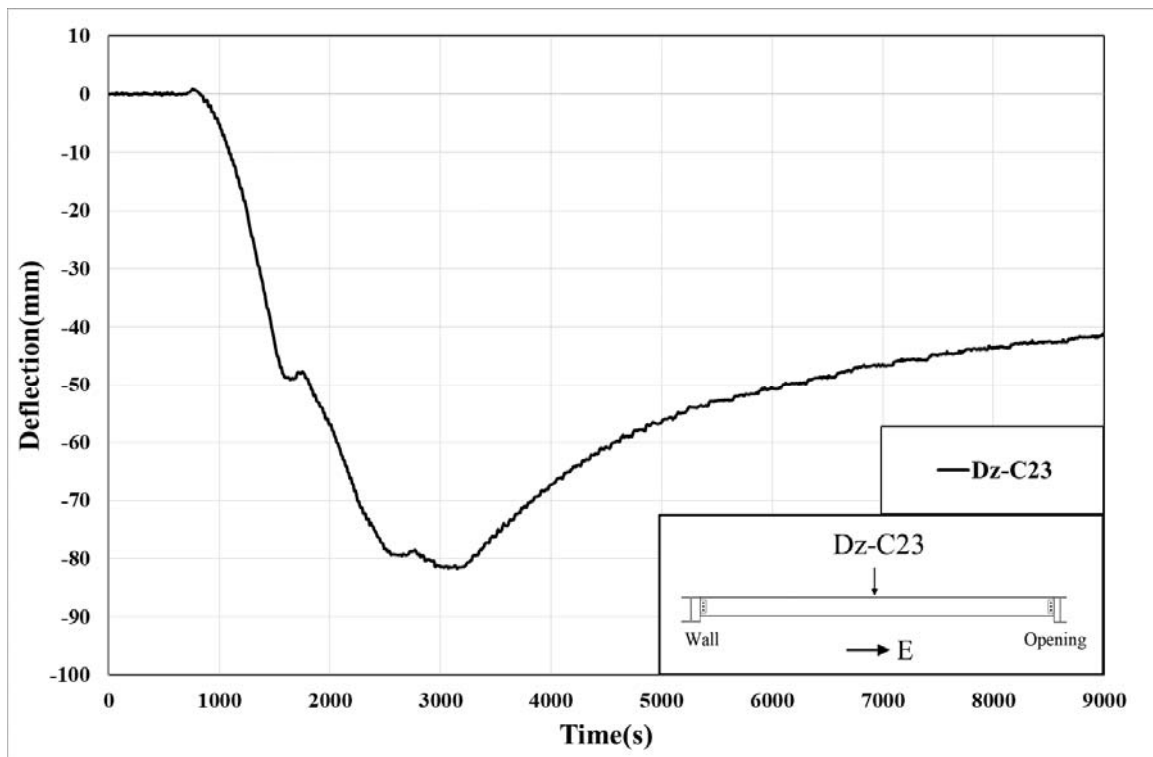


圖 4.8 第 1 次火害實驗區南小梁位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.2 第 1 次火害實驗區小梁位移時間表例

Time(s)	Dz-C43	Dz-C23
0	0	0
1	-0.05474	0.020585
2	-0.09579	0.054894
3	-0.11632	-0.0892
4	-0.21211	-0.13724
5	-0.13685	0.102927
6	-0.08211	0.322504
7	-0.15737	0.07548
8	-0.07527	-0.16468
9	-0.12316	-0.0892
10	0.020527	-0.00686
11	-0.13	0.041171
12	-0.08895	-0.01372
13	-0.15737	0.027447
14	-0.16421	-0.01372
15	-0.10263	-0.04117
16	-0.09579	0.082342
17	-0.11632	0.041171
18	-0.02737	0.027447
19	-0.06842	0.102927
20	-0.06158	0.068618
21	-0.06842	-0.11665
22	-0.10263	-0.01372
23	-0.01368	0.089203
24	-0.18474	0.089203
25	-0.0479	-0.08234
26	-0.13	0.164683
27	-0.07527	-0.05489
28	-0.11632	-0.03431
29	-0.14369	-0.19899
30	-0.02053	0.109789

(本研究整理)

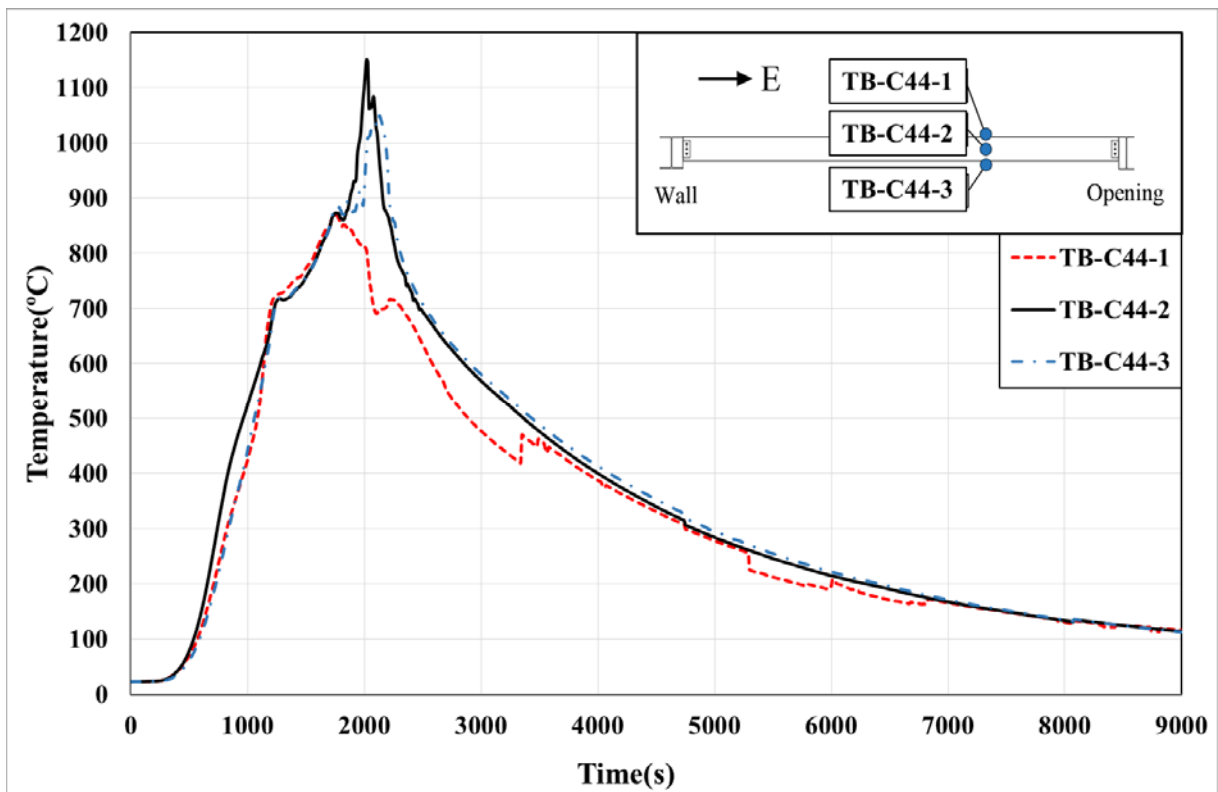
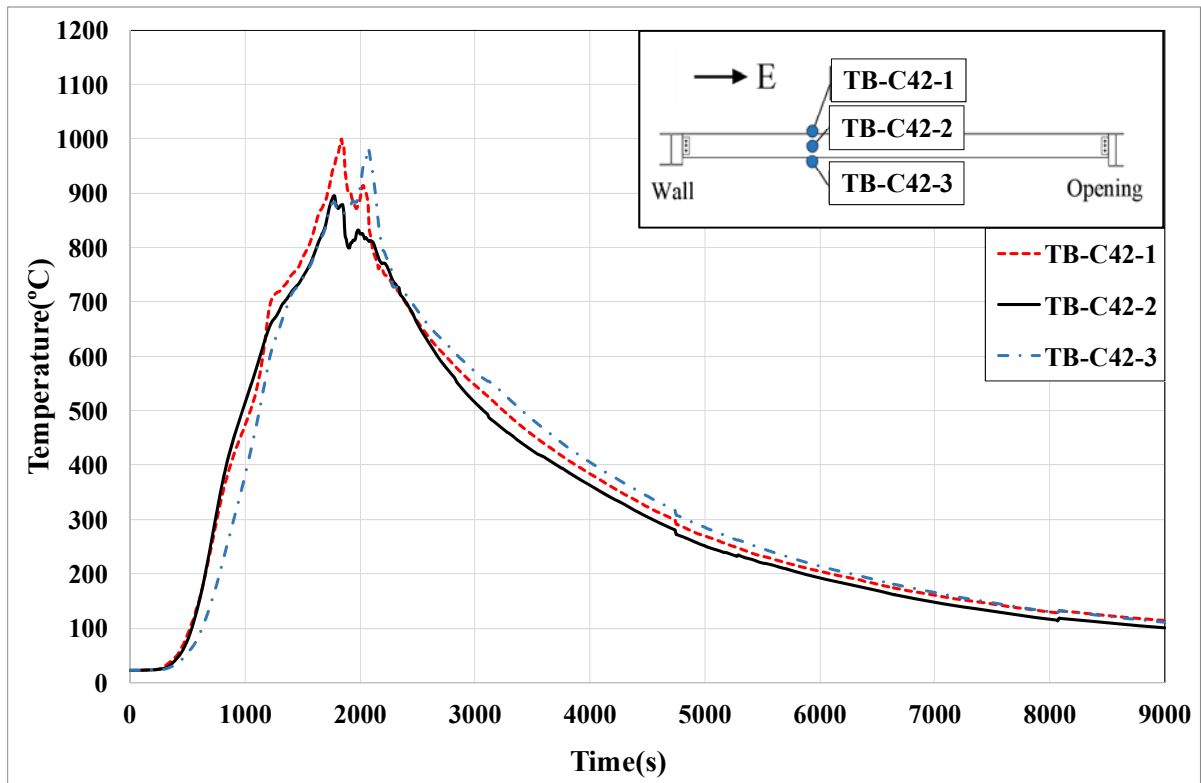


圖 4.9 第 1 次火害實驗區北小梁溫度歷時圖例(本研究整理)

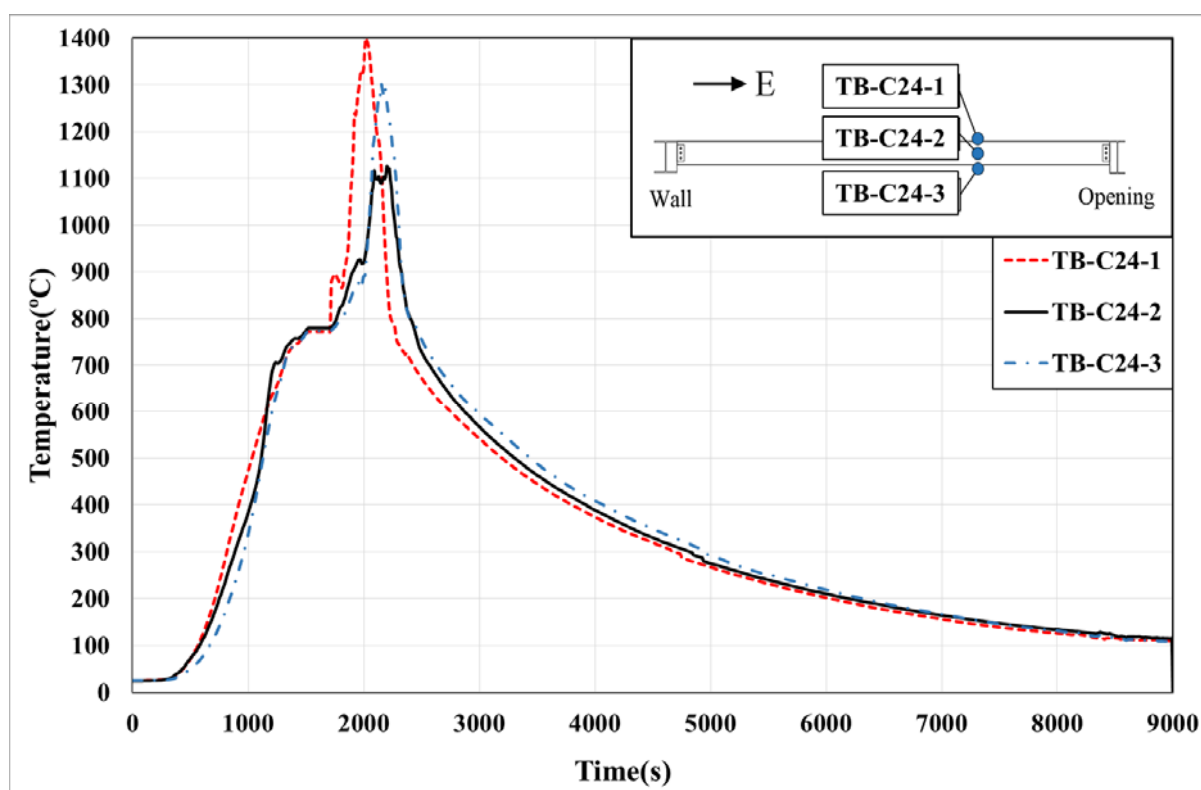
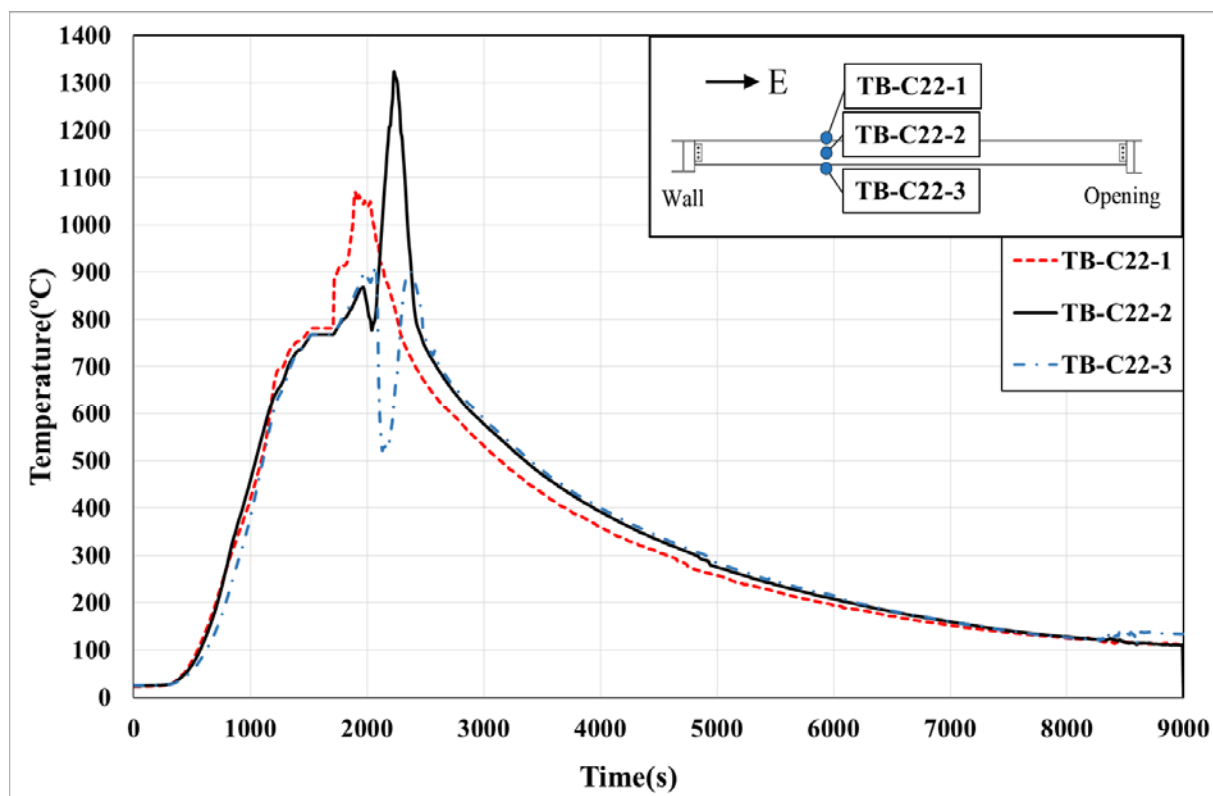


圖 4.10 第 1 次火害實驗區南小梁溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.3 第 1 次火害實驗區小梁溫度時間表例

Time(s)	TB-C42-1	TB-C42-2	TB-C42-3	TB-C44-1	TB-C44-2	TB-C44-3
0	21.765952	22.40613	22.572441	22.173326	22.756914	22.923547
1	21.79571	22.428316	22.556733	22.157604	22.718466	22.922992
2	21.824913	22.381721	22.532898	22.156492	22.740091	22.906725
3	21.79849	22.461416	22.536789	22.122475	22.728824	22.925769
4	21.803291	22.420737	22.564309	22.150023	22.695731	22.930569
5	21.821784	22.408908	22.575218	22.107866	22.759694	22.918748
6	21.805514	22.430541	22.551384	22.129501	22.766159	22.910056
7	21.811981	22.406687	22.580571	22.13597	22.734735	22.886213
8	21.82067	22.377475	22.536233	22.152246	22.720689	22.879745
9	21.821782	22.424071	22.537344	22.138196	22.759693	22.94906
10	21.820672	22.430541	22.589257	22.152247	22.720688	22.894901
11	21.781667	22.376362	22.565422	22.143554	22.772627	22.916525
12	21.834717	22.421848	22.527546	22.158717	22.734734	22.886212
13	21.77353	22.421293	22.564863	22.173326	22.719023	22.961436
14	21.821229	22.362868	22.521638	22.190713	22.736401	22.92577
15	21.81365	22.400773	22.559513	22.122474	22.774294	22.887877
16	21.762266	22.455504	22.553606	22.124142	22.745646	22.881965
17	21.783334	22.438676	22.559513	22.114892	22.736401	22.895455
18	21.800716	22.46364	22.554162	22.139862	22.761357	22.927989
19	21.819559	22.414267	22.542696	22.143553	22.734735	22.93168
20	21.844519	22.424071	22.567644	22.183686	22.767272	22.911168
21	21.820672	22.453281	22.543808	22.144662	22.735847	22.90248
22	21.828251	22.43054	22.558957	22.1295	22.735847	22.917635
23	21.797936	22.415377	22.543807	22.114337	22.720688	22.887323
24	21.797935	22.407798	22.536232	22.152247	22.766158	22.917636
25	21.857451	22.406688	22.55027	22.151135	22.757471	22.893791
26	21.851542	22.438675	22.574663	22.10731	22.721243	22.92577
27	21.852096	22.454393	22.552495	22.153359	22.774849	22.926325
28	21.808295	22.425736	22.607185	22.155028	22.723467	22.920412
29	21.800717	22.478802	22.561737	22.132281	22.746202	22.905257
30	21.842294	22.406686	22.618444	22.143555	22.749893	22.908946

(本研究整理)

4.1.3 樓板位移與溫度

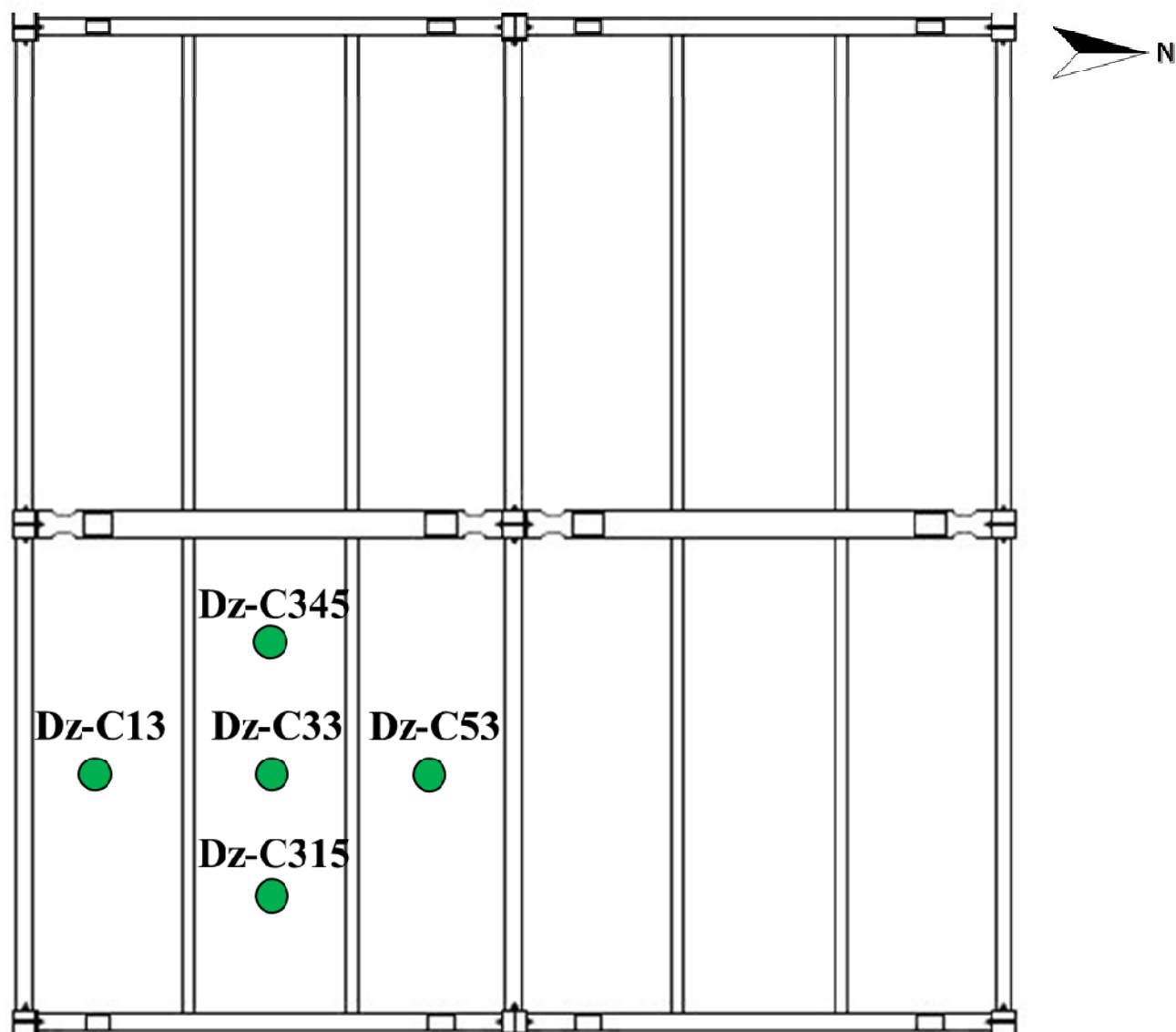


圖 4.11 第 1 次火害實驗區樓板位移計位置圖例(本研究整理)

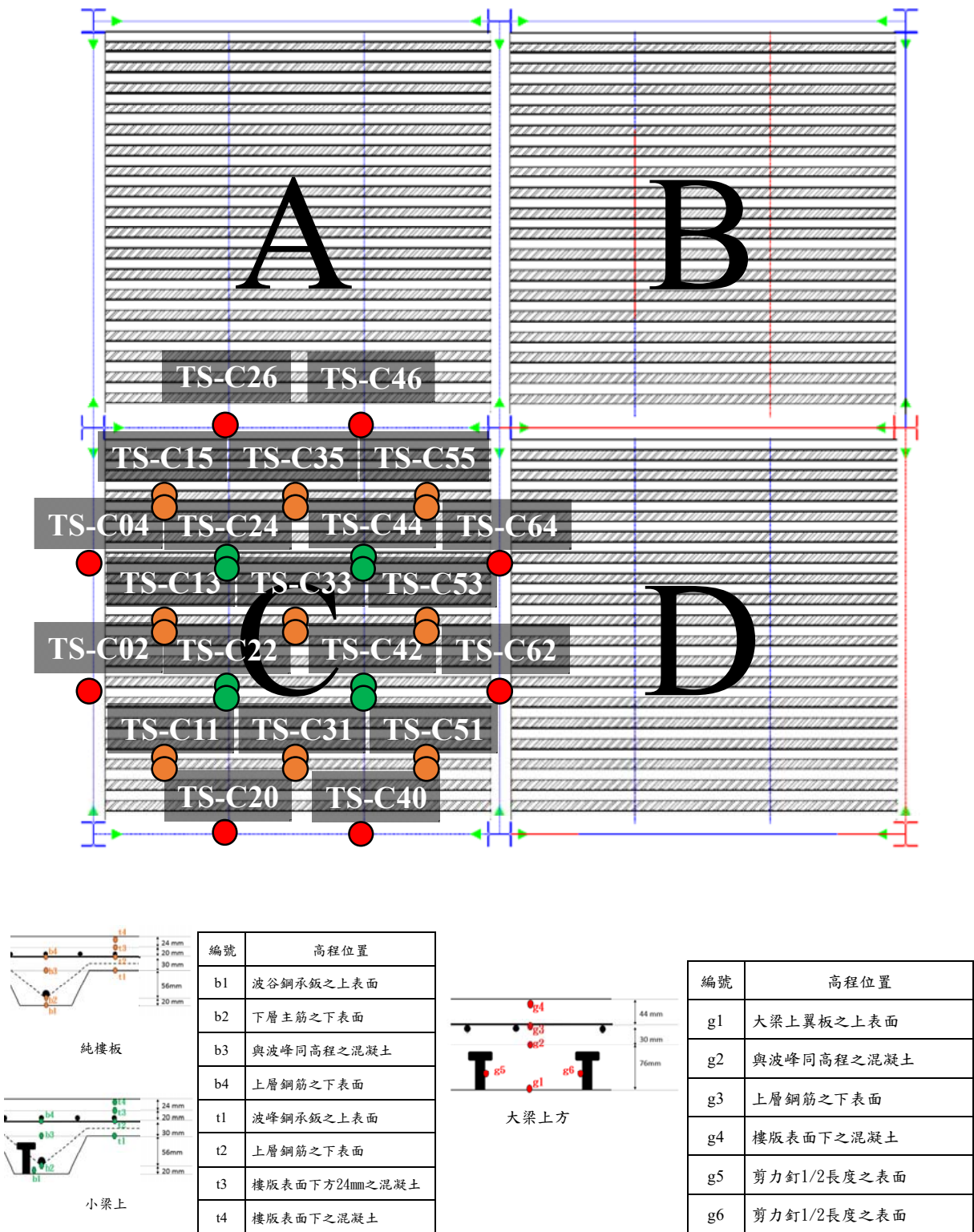


圖 4.12 第 1 次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例(本研究整理)

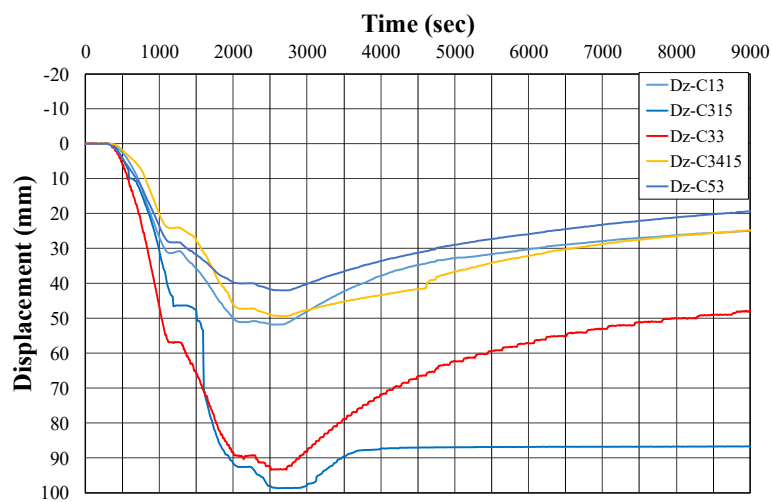


圖 4.13 第 1 次火害實驗區樓板位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.4 第 1 次火害實驗區樓板位移時間表例

Time(s)	Dz-C13	Dz-C315	Dz-C33	Dz-C345	Dz-C53
0	0	0	0	0	0
1	0.013094	-0.03681	-0.07545	-0.03432	-0.03266
2	0.006547	-0.02945	-0.06859	-0.00686	0.019598
3	0.016367	-0.02945	-0.02744	-0.03775	-0.0196
4	0.019641	0.003681	-0.02058	-0.02403	-0.00327
5	0.029461	0.011042	-0.05487	-0.01716	0.003267
6	0.006547	-0.02208	-0.13032	-0.02746	0.006533
7	0.036008	-0.02577	-0.01372	0.006864	0.003267
8	0.003273	-0.01472	-0.08231	-0.02403	0
9	0.016367	-0.02577	-0.07545	-0.02403	-0.00327
10	0.013094	0.011042	-0.16461	0.006864	0
11	0.042555	0.018403	-0.1166	0.013729	0.006533
12	0.022914	-0.00368	-0.19205	-0.01716	0.006533
13	0.016367	0.029446	-0.1166	-0.01373	0.006533
14	0.029461	0.003681	-0.21949	-0.01373	0.019598
15	0.003273	-0.00368	-0.13032	-0.02403	-0.0196
16	0.029461	0.007361	0.020577	-0.00343	0.022864
17	0.019641	-0.04785	0.12346	-0.00343	-0.0098
18	0.003273	-0.01104	-0.08917	-0.0103	0.013065
19	0.016367	-0.0184	-0.04115	-0.00686	-0.00327
20	0.039282	-0.01472	-0.13718	0.006864	-0.01307
21	0.016367	0	0.013718	-0.00686	-0.00327
22	0.026188	0.003681	-0.08917	-0.02059	-0.02613
23	0.026188	0.007361	-0.10288	0.003432	0.029396
24	0.006547	-0.02208	-0.08917	-0.00686	0
25	0.049102	0	-0.05487	-0.00343	-0.00327
26	0.003273	-0.01104	0.006859	-0.01716	-0.0098
27	0.039282	-0.01104	-0.07545	-0.02059	-0.00653
28	0.019641	-0.00368	-0.1509	-0.00686	-0.02286
29	0	0.003681	-0.05487	-0.00686	-0.01307
30	-0.00655	0.011042	-0.09603	-0.00686	0.003267

(本研究整理)

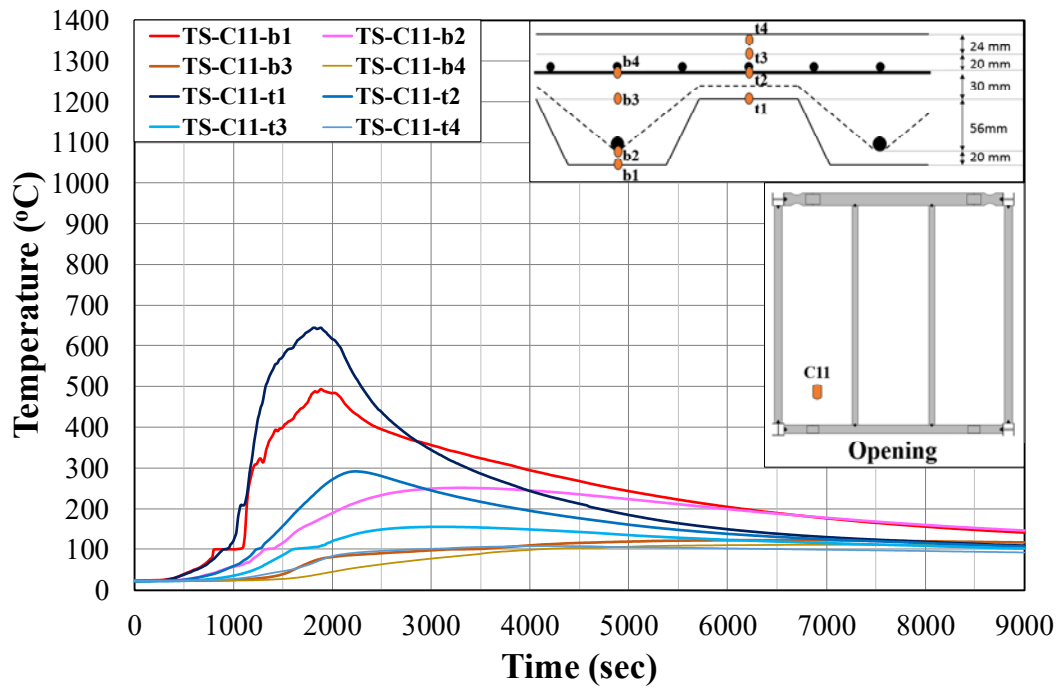


圖 4.14 第 1 次火害實驗區樓板測點 C11 溫度歷時圖例(本研究整理)

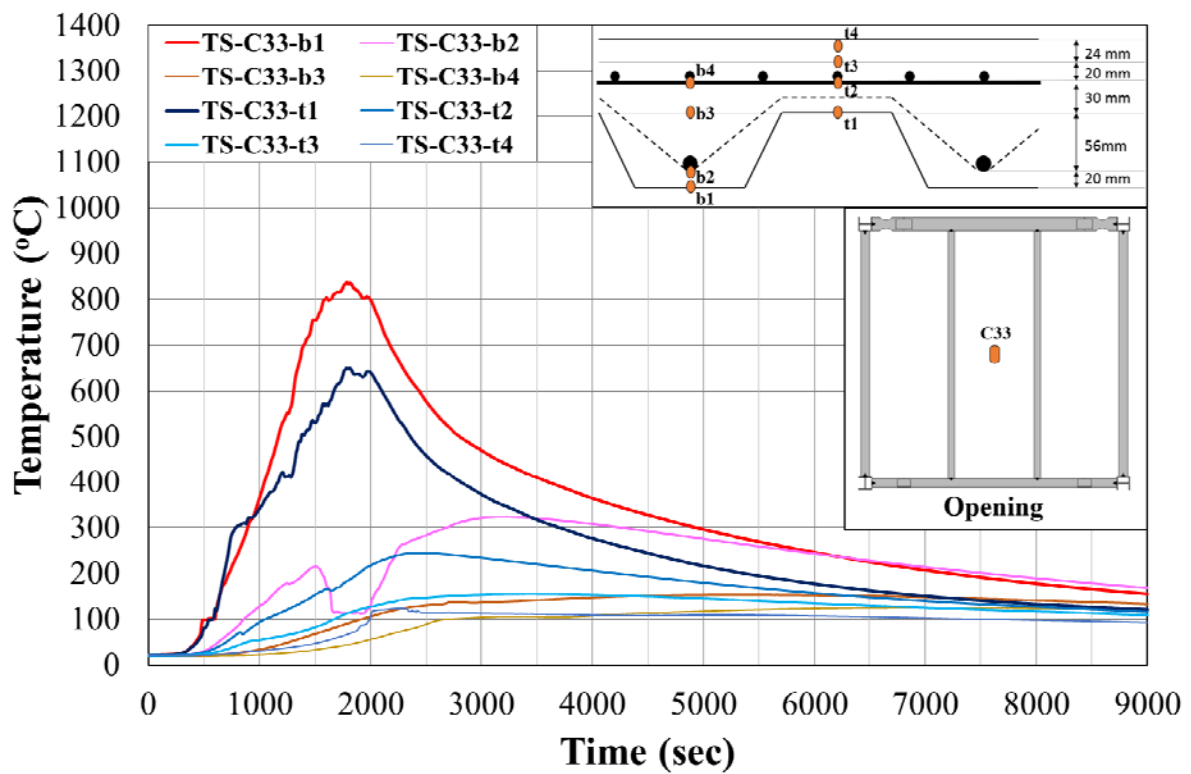


圖 4.15 第 1 次火害實驗區樓板測點 C33 溫度歷時圖例(本研究整理)

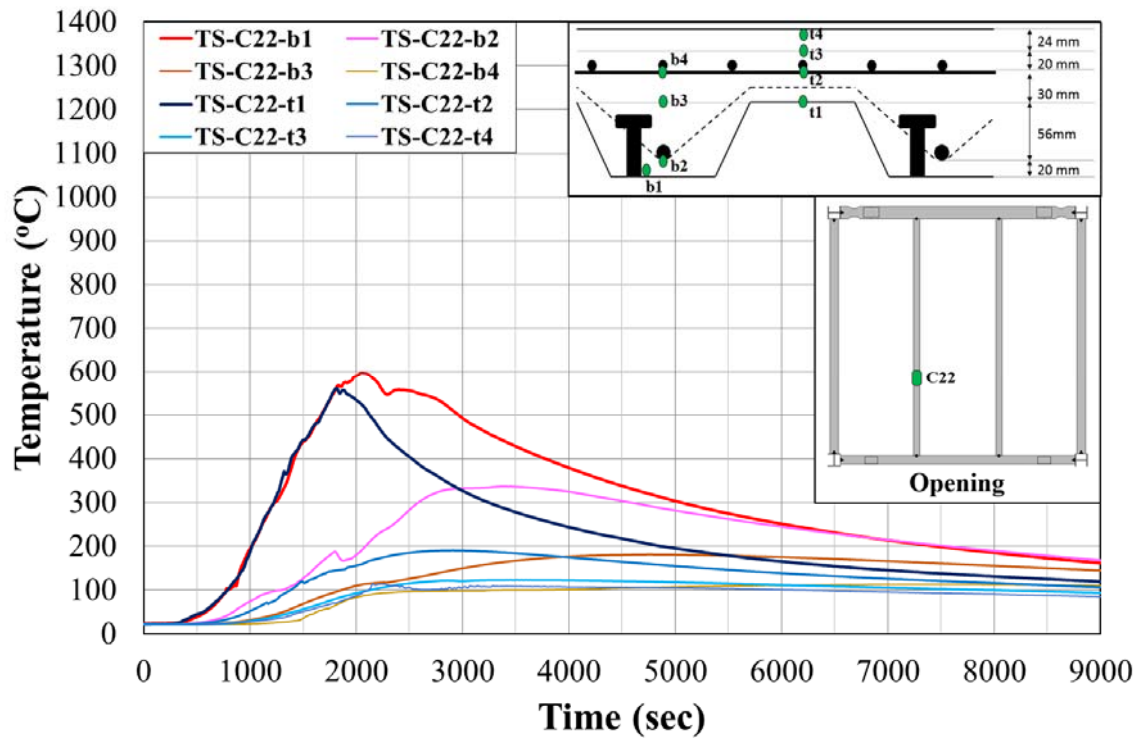


圖 4.16 第 1 次火害實驗區樓板測點 C22 溫度歷時圖例(本研究整理)

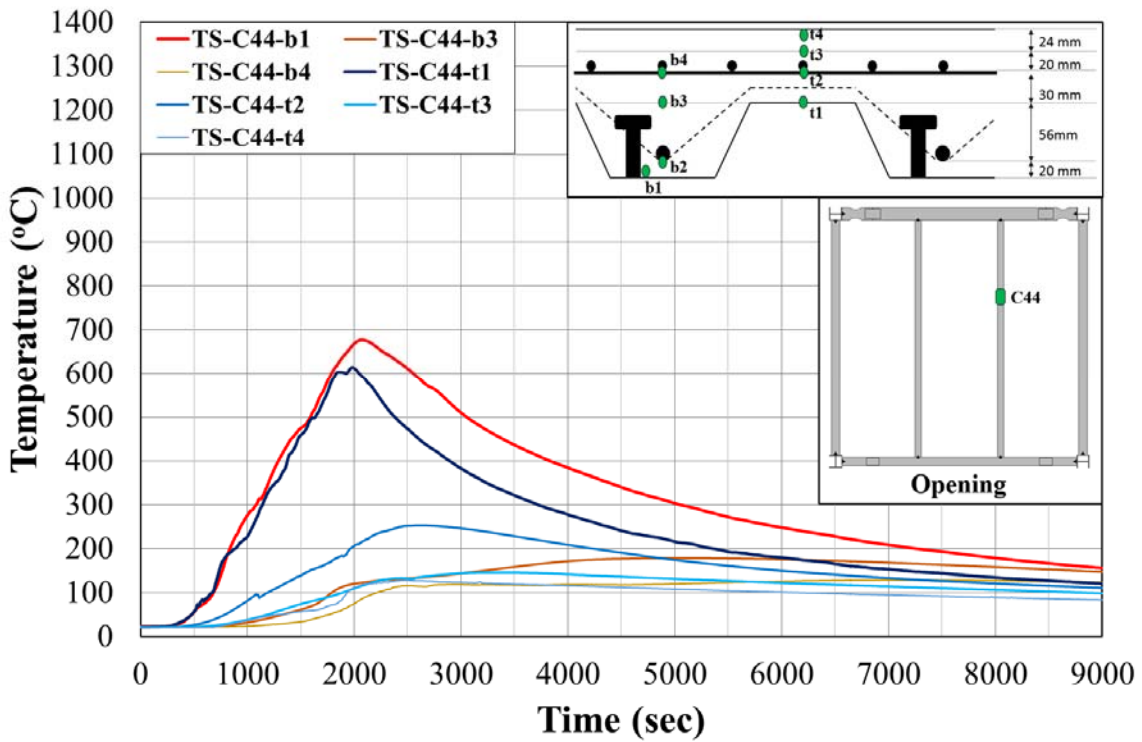


圖 4.17 第 1 次火害實驗區樓板測點 C44 溫度歷時圖例(本研究整理)

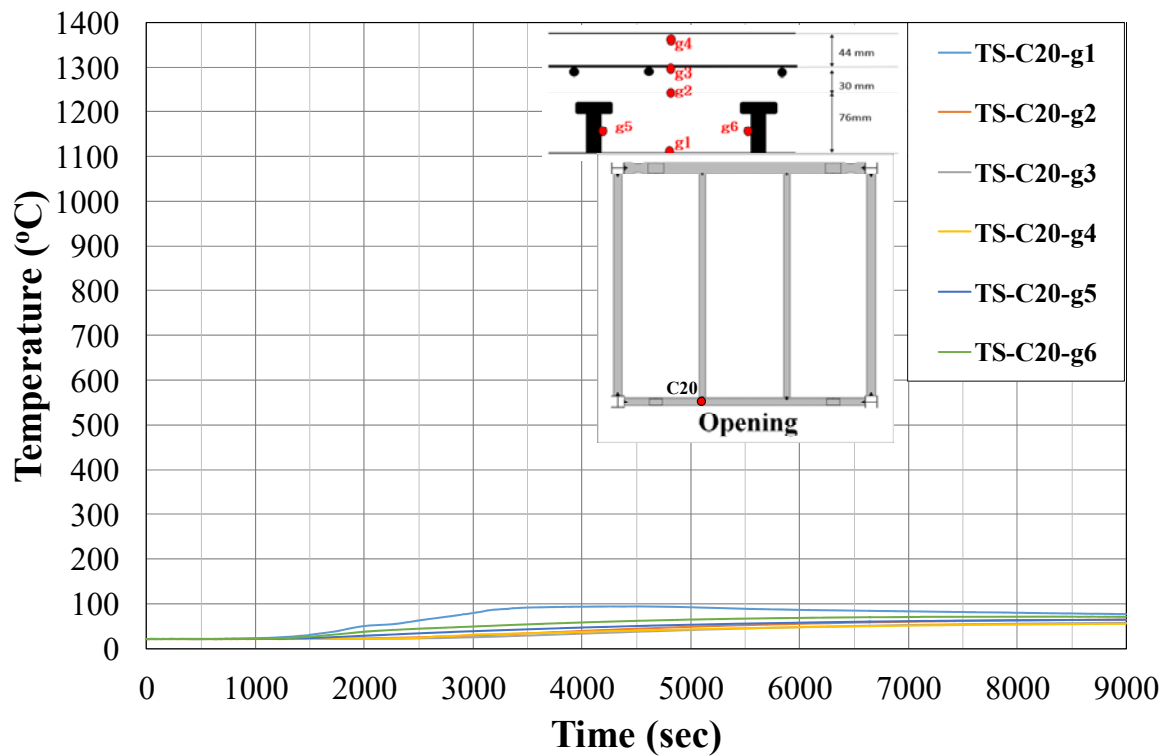


圖 4.18 第 1 次火害實驗區樓板測點 C20 溫度歷時圖例(本研究整理)

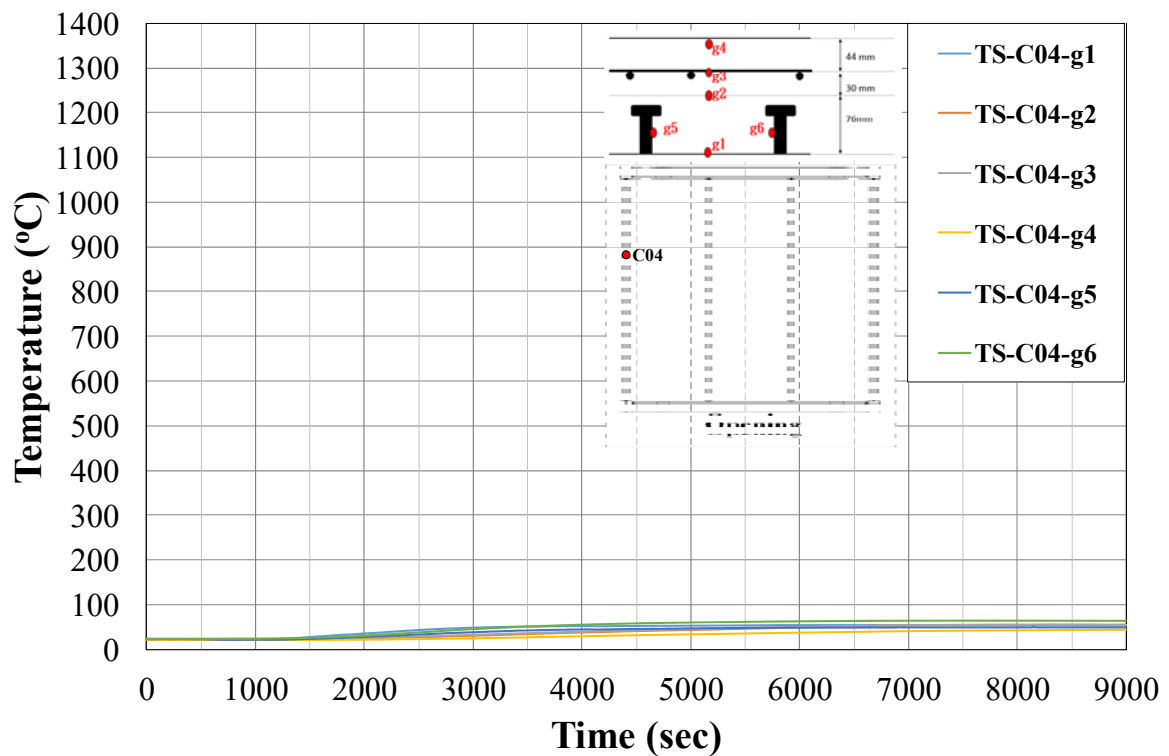


圖 4.19 第 1 次火害實驗區樓板測點 C04 溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.5 第 1 次火害實驗區樓板測點 C11 溫度時間表例

Time(s)	TS-C11-b1	TS-C11-b2	TS-C11-b3	TS-C11-b4	TS-C11-t1	TS-C11-t2	TS-C11-t3	TS-C11-t4
0	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
1	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.2
2	23.6	23.3	22.9	22.7	21.9	21.9	21.9	23.2
3	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.2
4	23.5	23.2	22.8	22.6	21.9	21.8	21.9	23.2
5	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
6	23.5	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.2
7	23.6	23.3	22.9	22.7	21.9	21.9	21.9	23.1
8	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.1
9	23.5	23.2	22.7	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
10	23.6	23.3	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.1
11	23.5	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
12	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.2
13	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
14	23.6	23.3	22.9	22.7	22.0	22.0	22.0	23.2
15	23.6	23.2	22.9	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
16	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.1
17	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.1
18	23.5	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.0
19	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.1
20	23.6	23.3	22.9	22.7	22.0	21.9	22.0	23.1
21	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
22	23.6	23.3	22.9	22.7	22.0	21.9	22.0	23.2
23	23.6	23.3	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.1
24	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.8	21.9	23.1
25	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.1
26	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.2
27	23.6	23.2	22.8	22.6	22.1	22.0	22.0	23.1
28	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.1
29	23.6	23.2	22.8	22.6	21.9	21.9	21.9	23.1
30	23.6	23.2	22.8	22.6	22.0	21.9	22.0	23.0

(本研究整理)

表 4.6 第 1 次火害實驗區樓板測點 C33 溫度時間表例

Time(s)	TS-C33-b1	TS-C33-b2	TS-C33-b3	TS-C33-b4	TS-C33-t1	TS-C33-t2	TS-C33-t3	TS-C33-t4
0	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
1	21.8	21.5	21.1	21.0	21.3	22.0	21.7	21.5
2	21.8	21.5	21.2	21.1	21.3	22.0	21.7	21.6
3	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	22.0	21.7	21.5
4	21.8	21.5	21.1	21.1	21.3	22.0	21.8	21.6
5	21.9	21.6	21.2	21.1	21.4	22.0	21.7	21.5
6	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	21.9	21.8	21.5
7	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	22.0	21.7	21.5
8	21.9	21.5	21.1	21.0	21.3	22.0	21.7	21.5
9	21.8	21.6	21.2	21.0	21.3	21.9	21.8	21.5
10	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	22.0	21.7	21.5
11	21.9	21.6	21.3	21.2	21.5	21.9	21.7	21.5
12	21.9	21.6	21.3	21.2	21.5	22.0	21.7	21.5
13	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	21.9	21.6	21.4
14	21.8	21.5	21.1	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
15	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
16	21.8	21.6	21.2	21.0	21.3	22.0	21.7	21.5
17	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	21.9	21.7	21.5
18	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	21.9	21.7	21.5
19	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	21.9	21.7	21.5
20	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	21.9	21.7	21.5
21	21.8	21.5	21.1	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
22	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	21.9	21.7	21.5
23	21.9	21.6	21.3	21.1	21.4	21.9	21.6	21.5
24	21.9	21.6	21.2	21.1	21.4	21.9	21.7	21.5
25	21.8	21.5	21.1	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
26	21.9	21.5	21.1	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
27	21.8	21.5	21.2	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
28	21.9	21.6	21.2	21.1	21.4	22.0	21.7	21.5
29	21.9	21.6	21.2	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5
30	21.8	21.5	21.1	21.0	21.3	21.9	21.7	21.5

(本研究整理)

表 4.7 第 1 次火害實驗區樓板測點 C22 溫度時間表例

Time(s)	TS-C22-b1	TS-C22-b2	TS-C22-b3	TS-C22-b4	TS-C22-t1	TS-C22-t2	TS-C22-t3	TS-C22-t4
0	24	23.3	22.7	22.4	22.5	22.4	22	22.1
1	23.9	23.2	22.7	22.4	22.5	22.4	21.9	22
2	24	23.3	22.7	22.5	22.6	22.5	22.1	22.2
3	24	23.3	22.8	22.5	22.6	22.5	22.1	22.2
4	24	23.3	22.7	22.4	22.5	22.4	22	22.1
5	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	22	22
6	24	23.2	22.7	22.4	22.5	22.3	22	22
7	23.9	23.3	22.7	22.5	22.5	22.4	22	22.2
8	23.9	23	22.6	22.3	22.3	22.3	21.9	21.9
9	24	23.2	22.7	22.3	22.5	22.4	22	22
10	23.9	23	22.6	22.3	22.4	22.3	22	22.2
11	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	21.9	22.1
12	24	23.2	22.7	22.4	22.4	22.4	22	22
13	24	23.2	22.7	22.4	22.5	22.4	22	22.1
14	23.9	23.1	22.6	22.3	22.3	22.3	21.9	22
15	23.9	23.1	22.6	22.3	22.3	22.3	21.9	21.9
16	24	23.1	22.7	22.4	22.5	22.4	22.1	22.2
17	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	22	22
18	23.8	23	22.6	22.3	22.3	22.3	21.9	22
19	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	21.9	22.1
20	24	23.1	22.6	22.3	22.3	22.3	22	22
21	24	23.1	22.7	22.3	22.4	22.3	21.9	22
22	24	23.1	22.6	22.3	22.3	22.3	22	22.1
23	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	21.9	22
24	24	23.2	22.7	22.5	22.6	22.5	22.2	22.3
25	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	22	22.1
26	23.9	23	22.6	22.3	22.3	22.3	21.9	22
27	24	23.1	22.6	22.3	22.5	22.3	22.1	22.2
28	24	23.1	22.6	22.3	22.4	22.3	22	22.1
29	24	23.3	22.7	22.4	22.6	22.5	22.1	22.2
30	23.9	23.2	22.7	22.4	22.6	22.4	22.1	22.2

(本研究整理)

表 4.8 第 1 次火害實驗區樓板測點 C44 溫度時間表例

Time(s)	TS-C44-b1	TS-C44-b2	TS-C44-b3	TS-C44-b4	TS-C44-t1	TS-C44-t2	TS-C44-t3	TS-C44-t4
0	23	22.7	22.3	22.1	21.9	21.7	21.6	21.4
1	23	22.8	22.3	22.2	22	21.8	21.6	21.4
2	23	22.9	22.3	22.2	22	21.8	21.6	21.5
3	22.9	22.6	22.2	22	21.9	21.6	21.5	21.3
4	23	22.8	22.3	22.2	22	21.7	21.6	21.4
5	22.9	22.6	22.2	22	21.9	21.6	21.5	21.4
6	23	22.8	22.3	22.2	22	21.8	21.6	21.5
7	23	22.9	22.4	22.2	22.1	21.9	21.7	21.5
8	22.9	22.6	22.2	21.9	21.9	21.6	21.5	21.5
9	22.9	22.6	22.2	22	21.9	21.6	21.5	21.3
10	23	22.7	22.3	22.2	22	21.8	21.7	21.6
11	23	22.7	22.3	22.1	21.9	21.7	21.6	21.6
12	23	22.8	22.3	22.2	22	21.8	21.7	21.6
13	23	22.8	22.3	22.1	22	21.7	21.6	21.4
14	22.9	22.6	22.2	21.9	21.9	21.6	21.5	21.4
15	22.9	22.6	22.2	22	21.9	21.6	21.5	21.3
16	23	22.7	22.3	22.1	22	21.8	21.7	21.6
17	23	22.7	22.3	22.1	21.9	21.7	21.6	21.5
18	23	22.6	22.2	22.1	21.9	21.8	21.6	21.5
19	23	22.6	22.3	22.1	22	21.8	21.7	21.6
20	23	22.8	22.3	22.1	22	21.9	21.7	21.6
21	23	22.7	22.2	21.9	21.9	21.6	21.5	21.4
22	23	22.7	22.3	22.2	22.1	21.9	21.8	21.6
23	22.9	22.6	22.2	22	21.9	21.6	21.5	21.4
24	23	22.7	22.3	22.2	22.1	21.9	21.7	21.6
25	23	22.8	22.3	22.2	22.1	21.9	21.8	21.7
26	23	22.7	22.3	22.1	22	21.8	21.7	21.6
27	23	22.8	22.4	22.3	22.2	21.9	21.8	21.6
28	22.9	22.7	22.3	22.1	22	21.8	21.7	21.6
29	23	22.8	22.3	22.2	22	21.8	21.6	21.4
30	23	22.8	22.3	22.2	22	21.9	21.7	21.6

(本研究整理)

表 4.9 第 1 次火害實驗區樓板測點 C20 溫度時間表例

Time(s)	TS-C20-g1	TS-C20-g2	TS-C20-g3	TS-C20-g4	TS-C20-g5	TS-C20-g6
0	21.4	22.1	21.6	21.3	21.1	21
1	21.4	22.3	21.7	21.5	21.3	21.3
2	21.4	22.2	21.7	21.6	21.3	21.3
3	21.3	22.1	21.6	21.4	21.2	21.1
4	21.4	22.2	21.7	21.5	21.3	21.2
5	21.3	22.2	21.6	21.4	21.2	21.1
6	21.5	22.1	21.6	21.4	21.1	21
7	21.5	22.3	21.7	21.5	21.3	21.2
8	21.3	22.1	21.6	21.4	21.2	21.1
9	21.3	22.3	21.7	21.5	21.2	21.1
10	21.5	22.1	21.5	21.3	21.1	21.1
11	21.5	22.2	21.6	21.4	21.1	21.1
12	21.6	22.3	21.7	21.4	21.2	21.1
13	21.4	22.2	21.6	21.4	21.2	21.1
14	21.3	22.1	21.6	21.4	21.2	21.1
15	21.3	22.2	21.6	21.3	21.1	21
16	21.5	22.2	21.6	21.5	21.2	21.2
17	21.4	22.2	21.6	21.4	21.1	21.1
18	21.5	22.2	21.6	21.4	21.2	21.2
19	21.5	22.1	21.5	21.3	21.1	21.1
20	21.6	22.2	21.6	21.4	21.1	21.1
21	21.3	22.1	21.6	21.3	21.1	21
22	21.6	22.1	21.5	21.3	21.1	21.1
23	21.4	22.2	21.6	21.4	21.2	21.1
24	21.6	22.2	21.7	21.5	21.3	21.3
25	21.6	22.1	21.6	21.5	21.3	21.2
26	21.6	22.2	21.6	21.4	21.1	21.2
27	21.6	22.2	21.6	21.5	21.3	21.3
28	21.5	22.1	21.6	21.4	21.2	21.2
29	21.4	22.1	21.6	21.4	21.2	21.2
30	21.4	22.1	21.7	21.6	21.3	21.3

(本研究整理)

表 4.10 第 1 次火害實驗區樓板測點 C04 溫度時間表例

Time(s)	TS-C04-g1	TS-C04-g2	TS-C04-g3	TS-C04-g4	TS-C04-g5	TS-C04-g6
0	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.5
1	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
2	22.6	22.5	22.2	21.9	22.2	22.4
3	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
4	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
5	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
6	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
7	22.6	22.4	22.2	21.9	22.1	22.4
8	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
9	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
10	22.6	22.5	22.1	21.9	22.1	22.4
11	22.6	22.5	22.1	21.9	22.2	22.4
12	22.6	22.5	22.1	21.9	22.1	22.5
13	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
14	22.6	22.5	22.2	21.9	22.2	22.4
15	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
16	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
17	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
18	22.6	22.4	22.1	21.9	22.1	22.4
19	22.6	22.5	22.1	21.9	22.1	22.4
20	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
21	22.6	22.5	22.1	21.9	22.1	22.4
22	22.6	22.5	22.1	21.9	22.2	22.4
23	22.6	22.5	22.1	21.9	22.1	22.4
24	22.6	22.5	22.1	21.9	22.1	22.4
25	22.6	22.4	22.2	21.9	22.1	22.5
26	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
27	22.7	22.6	22.3	22	22.2	22.5
28	22.6	22.6	22.3	22	22.3	22.5
29	22.6	22.5	22.2	21.9	22.1	22.4
30	22.6	22.5	22.2	21.9	22.2	22.4

(本研究整理)

第二節 第 2 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介

4.2.1 火害實驗空間溫度

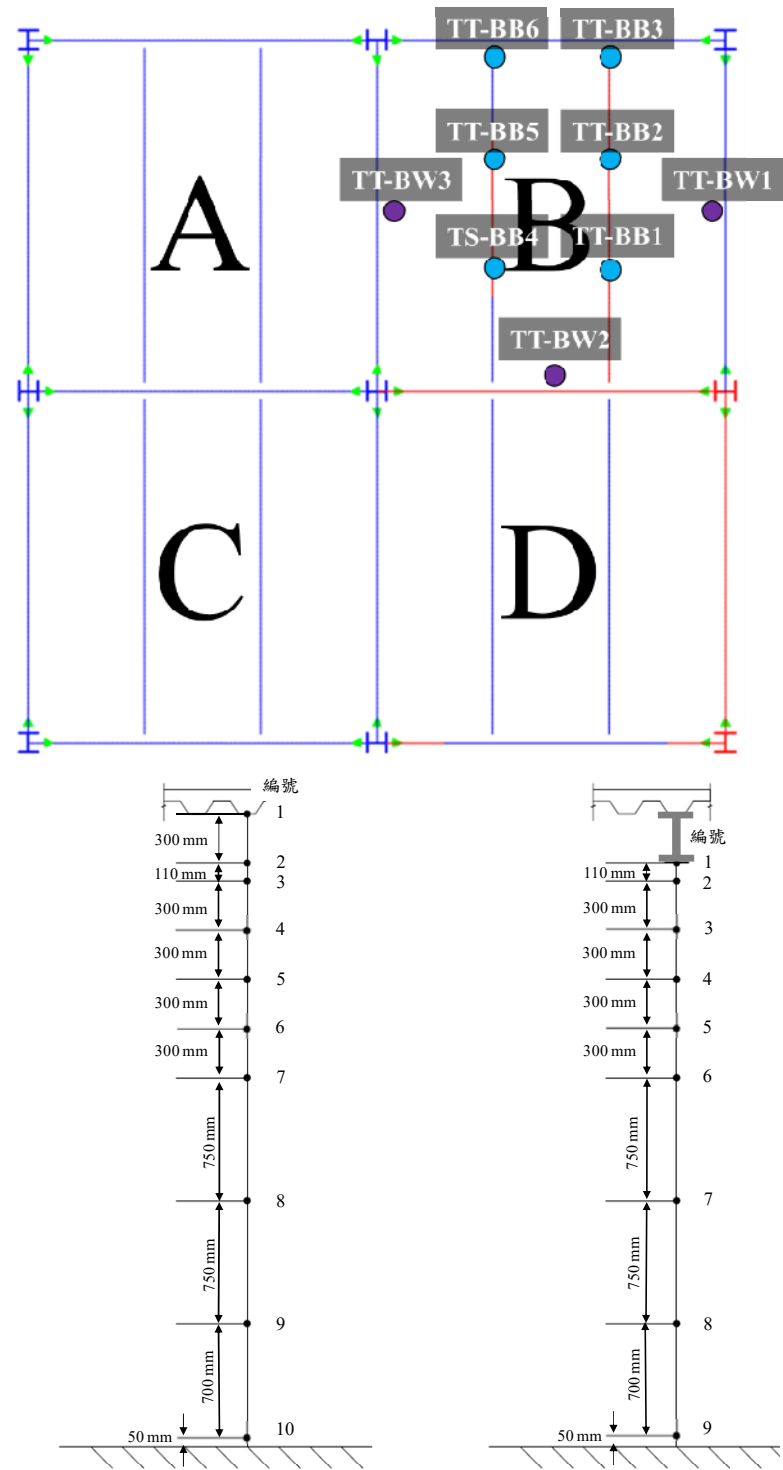


圖 4.20 第 2 次火害實驗區熱電偶樹配置圖例(本研究整理)

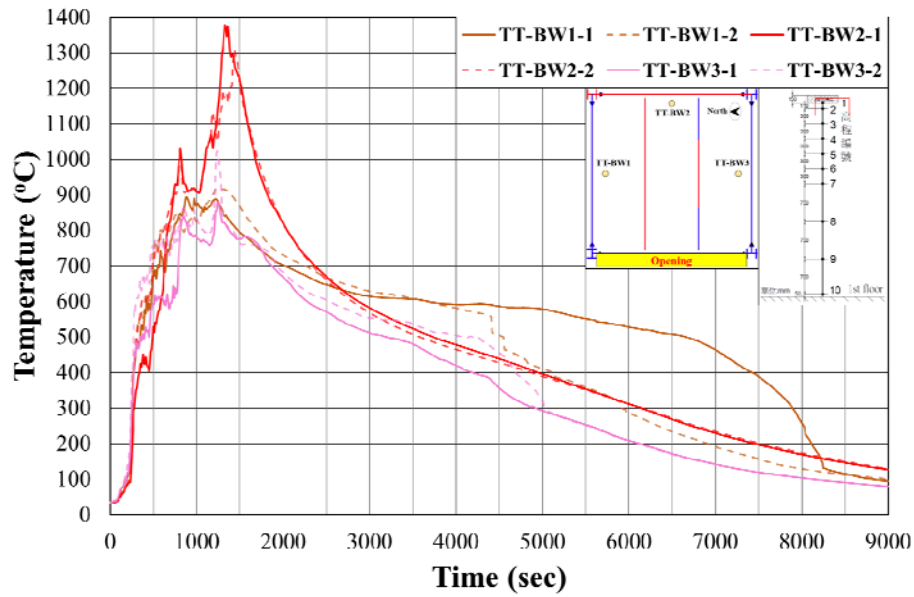


圖 4.21 第 2 次火害實驗區空間溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.11 第 2 次火害實驗區空間溫度時間表例

Time(s)	TT-BW1-1	TT-BW1-2	TT-BW2-1	TT-BW2-2	TT-BW3-1	TT-BW3-2
0	34.6	34.2	34.1	34.5	34.6	35.0
1	34.4	34.1	34.1	34.4	34.7	35.0
2	34.5	34.1	34.1	34.7	34.7	35.0
3	34.7	34.3	34.1	34.6	34.7	35.0
4	34.6	34.3	34.1	34.6	34.9	35.1
5	34.6	34.4	34.1	34.6	34.8	35.0
6	34.7	34.4	34.2	34.7	34.9	35.2
7	34.8	34.4	34.2	34.7	35.0	35.3
8	34.8	34.4	34.4	34.8	35.0	35.3
9	35.0	34.4	34.5	35.0	35.2	35.4
10	35.2	34.6	34.6	34.8	35.2	35.7
11	35.4	34.7	34.8	34.9	35.3	35.7
12	35.5	34.7	34.9	34.9	35.3	35.8
13	35.6	34.8	34.9	35.0	35.3	36.0
14	35.7	34.8	34.9	35.0	35.5	36.3
15	35.8	35.0	35.0	35.1	35.7	36.4
16	35.8	34.9	34.9	35.0	35.9	36.6
17	36.0	35.0	35.0	35.1	36.0	36.8
18	36.2	35.1	35.0	35.1	36.1	37.0
19	36.3	35.1	35.2	35.2	36.1	37.3
20	36.4	35.1	35.2	35.3	36.1	37.3
21	36.4	35.2	35.1	35.2	36.1	37.5
22	36.4	35.2	35.2	35.3	36.3	37.5
23	36.4	35.3	35.2	35.3	36.3	37.6
24	36.6	35.3	35.2	35.4	36.3	37.8
25	36.6	35.3	35.3	35.4	36.5	37.9
26	36.8	35.4	35.3	35.6	36.5	37.9
27	36.9	35.5	35.3	35.7	36.6	38.1
28	36.7	35.6	35.3	35.7	36.6	38.2
29	36.5	35.5	35.3	35.7	36.6	38.2
30	36.4	35.5	35.4	35.8	36.8	38.3

(本研究整理)

4.2.2 樓板位移與溫度

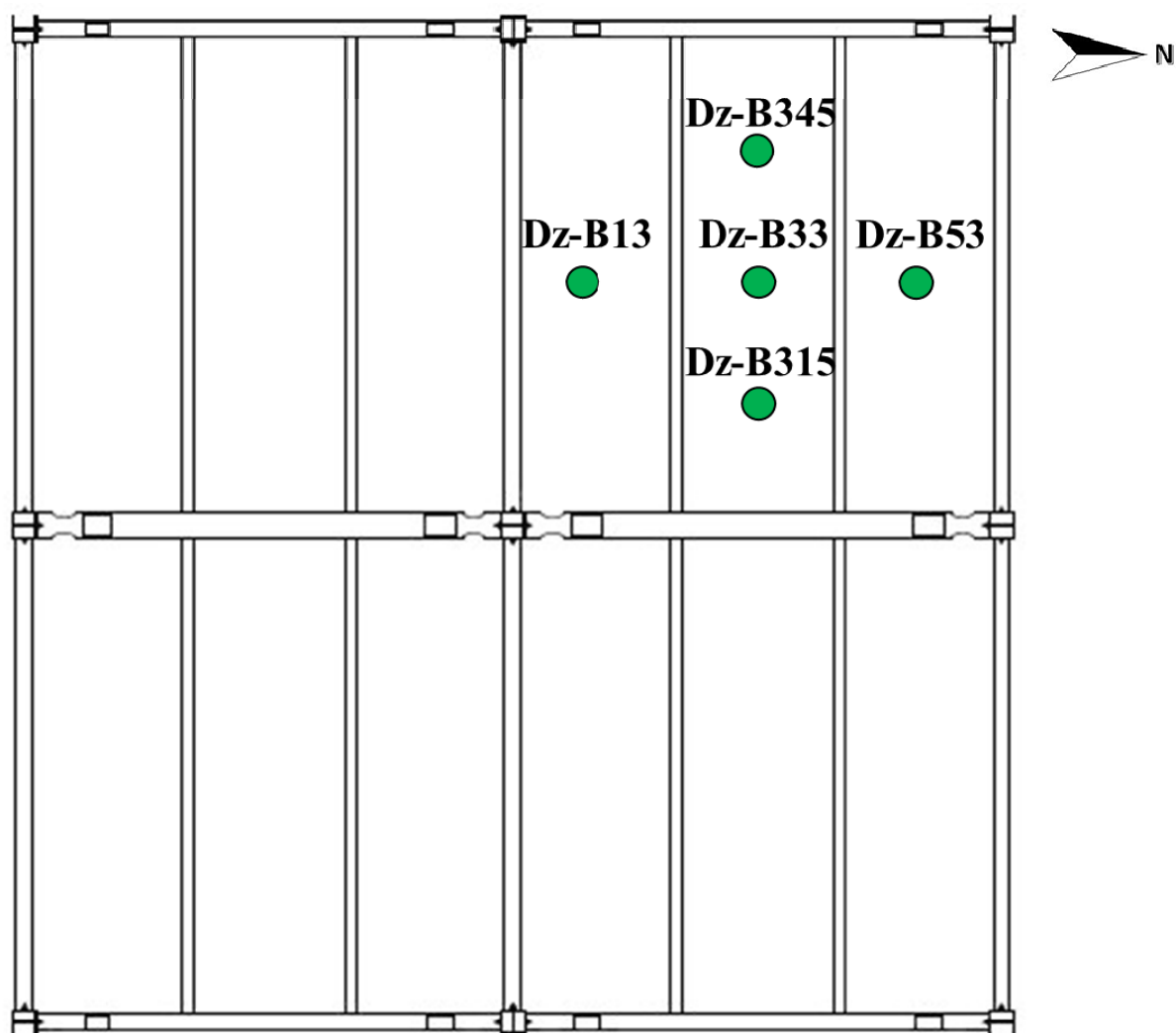


圖 4.22 第 2 次火害實驗區樓板位移計位置圖例(本研究整理)

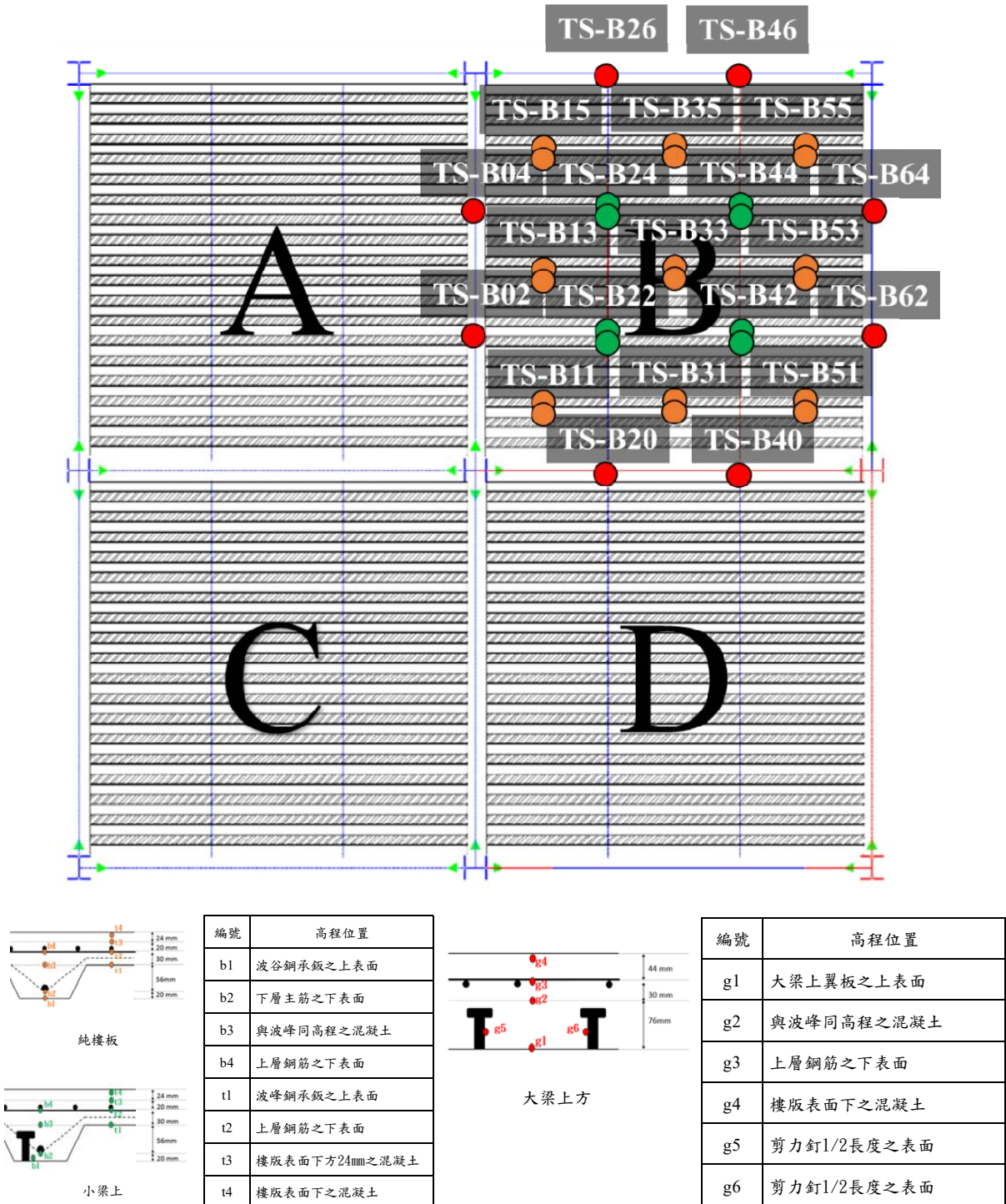


圖 4.23 第 2 次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例(本研究整理)

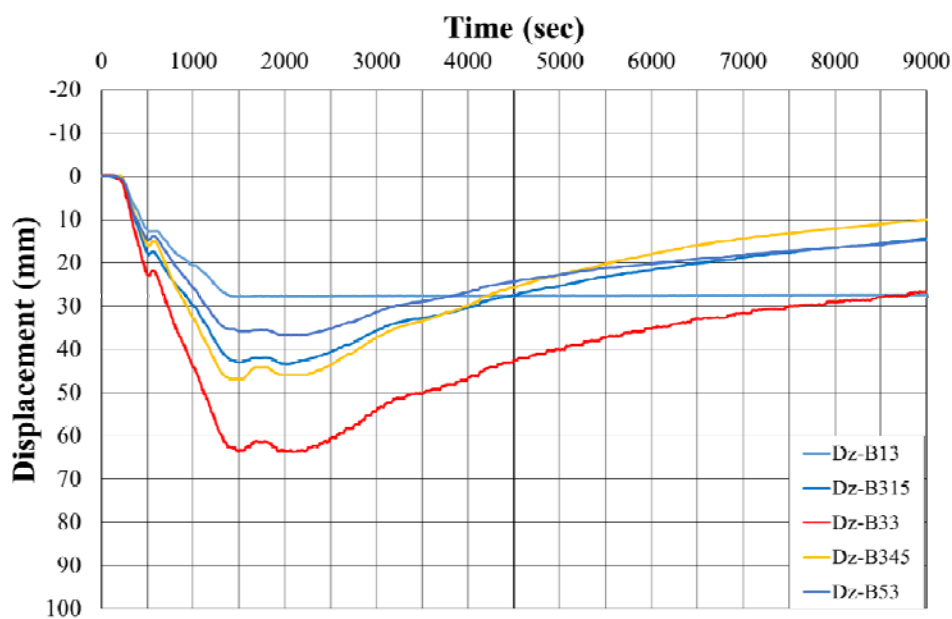


圖 4.24 第 2 次火害實驗區樓板位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.12 第 2 次火害實驗區樓板位移時間表例

Time(s)	Dz-B13	Dz-B315	Dz-B33	Dz-B345	Dz-B53
0	0	0	0	0	0
1	-0.01966	0.006857	-0.11905	0	-0.02957
2	-0.00983	0.023999	-0.07936	0.019678	0.029573
3	0	0.044569	-0.07143	0	0.01643
4	-0.0131	0.034284	-0.15873	0.009839	0.013144
5	-0.01966	0.010285	-0.06349	0.013119	0
6	-0.00983	0.023999	-0.20635	0.029517	0.009858
7	-0.00328	-0.00343	-0.19047	0.006559	0.01643
8	0.006552	0.013714	-0.07143	-0.00984	-0.00986
9	0.016379	0	-0.18254	0	0.032859
10	0	0.013714	-0.09524	0.003279	-0.023
11	-0.00328	0	-0.0873	0	0.019716
12	0.006552	0.003429	-0.10317	0.019678	-0.00329
13	0	-0.01029	-0.02381	0.006559	0.006572
14	-0.00983	-0.01029	-0.1746	-0.00656	0.006572
15	0.009828	-0.00343	-0.14286	0.042636	0.009858
16	-0.00655	0.013714	-0.0873	-0.00656	-0.00657
17	0.009828	0.010285	-0.16667	0.016398	0.01643
18	-0.02621	0.003429	-0.03175	0	-0.01314
19	-0.01638	0.010285	-0.0873	0.026238	0.003286
20	0.009828	-0.02057	-0.15079	-0.00656	0.013144
21	-0.02621	-0.01029	0.063491	0.013119	0.013144
22	0.006552	0.013714	-0.03175	0	0.013144
23	-0.01638	0	-0.0873	0.022958	0.023002
24	-0.0131	-0.00343	-0.05556	0.009839	0.013144
25	0.022931	0.006857	-0.04762	0.016398	0.01643
26	-0.00983	0.010285	0.079364	0.006559	-0.00986
27	-0.0131	0	-0.15873	0.029517	0.013144
28	-0.00655	0.006857	-0.07143	0.006559	-0.00329
29	-0.02621	0.010285	0.015873	0.026238	-0.00329
30	-0.01638	0	-0.01587	0.022958	0.009858

(本研究整理)

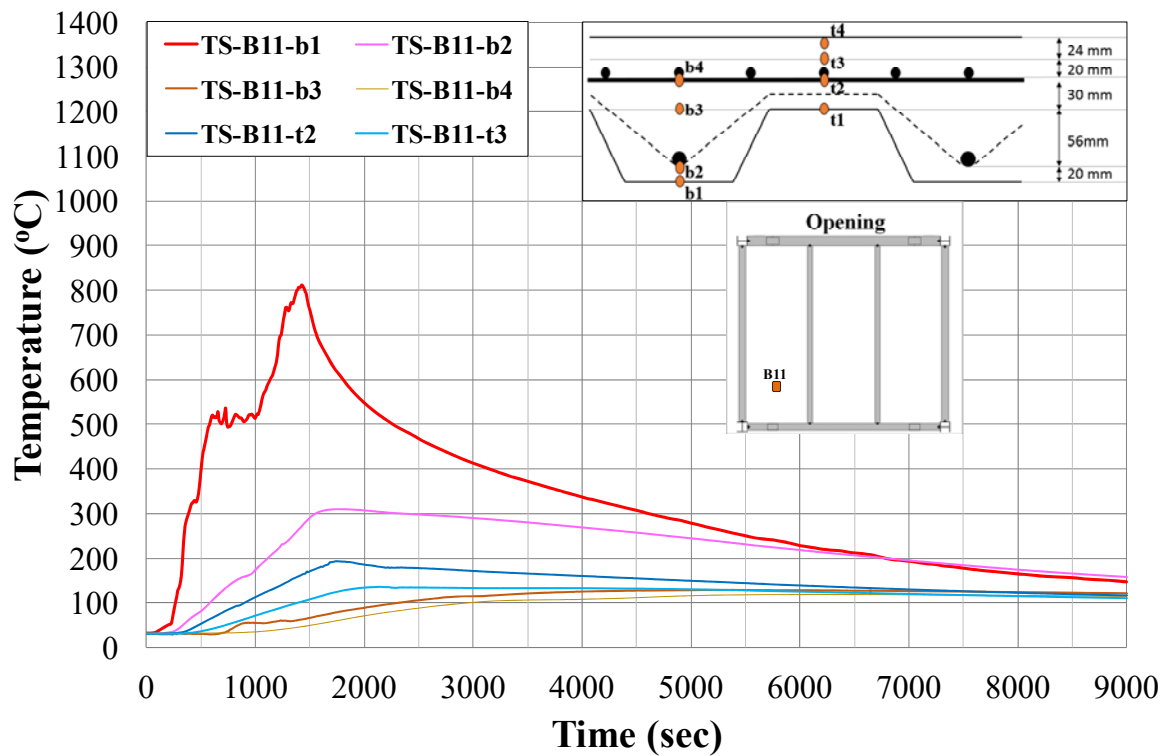


圖 4.25 第 2 次火害實驗區樓板測點 B11 溫度歷時圖例(本研究整理)

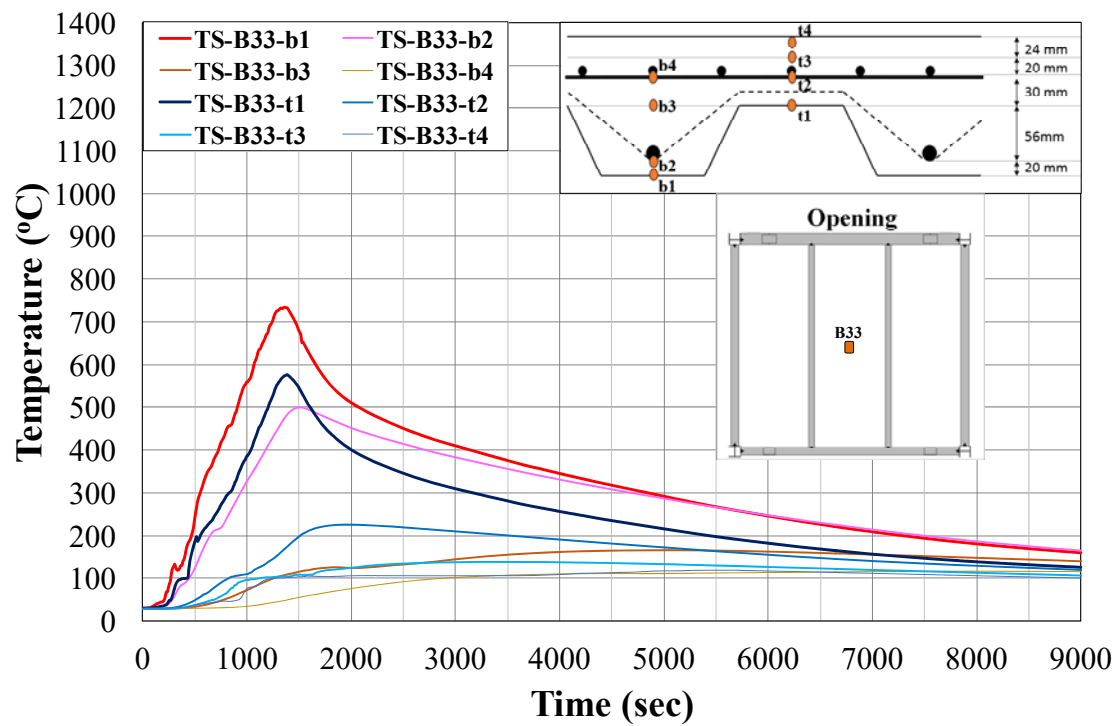


圖 4.26 第 2 次火害實驗區樓板測點 B33 溫度歷時圖例(本研究整理)

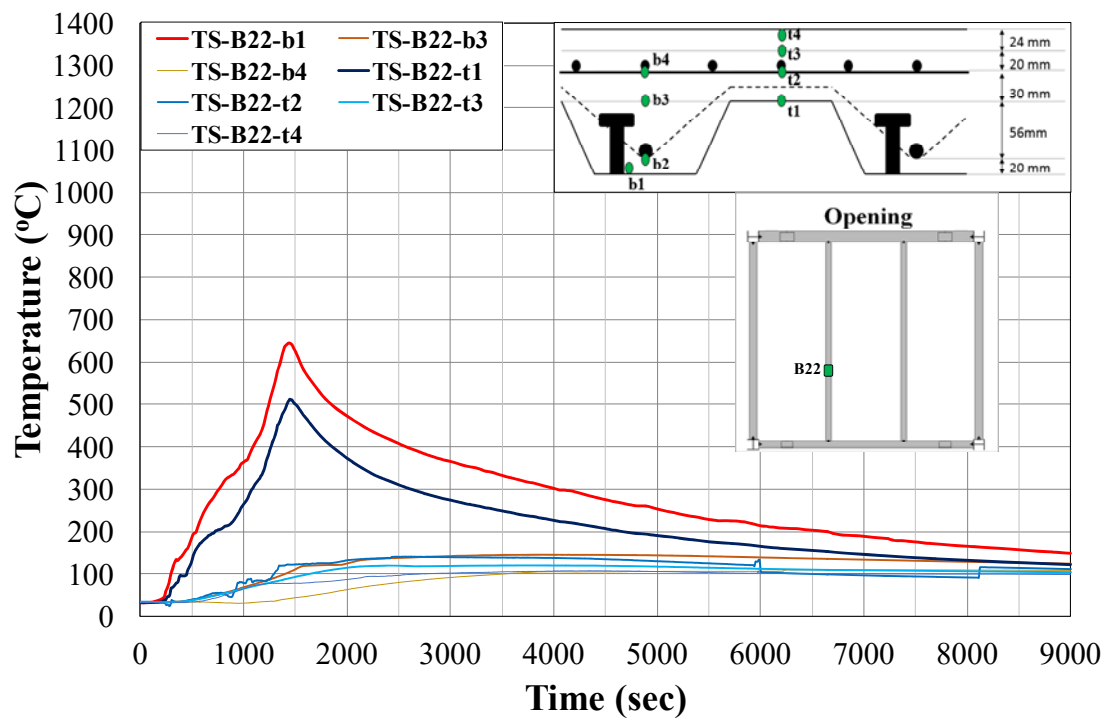


圖 4.27 第 2 次火害實驗區樓板測點 B22 溫度歷時圖例(本研究整理)

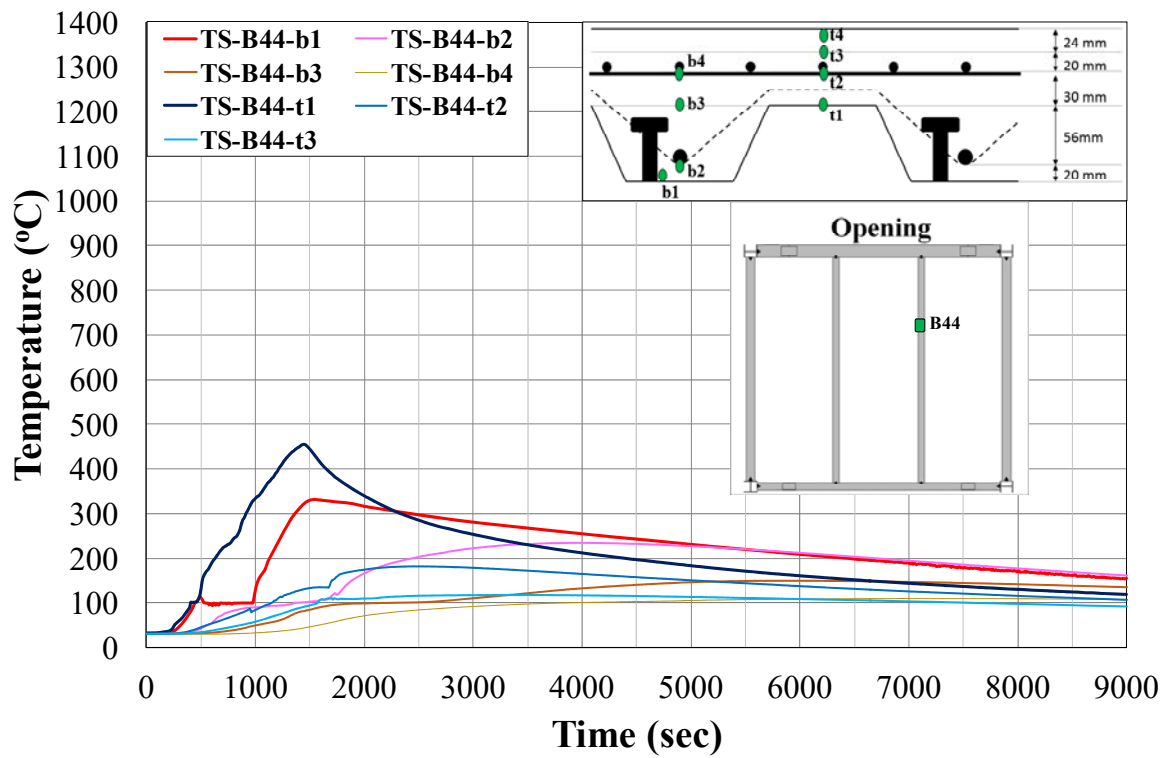


圖 4.28 第 2 次火害實驗區樓板測點 B44 溫度歷時圖例(本研究整理)

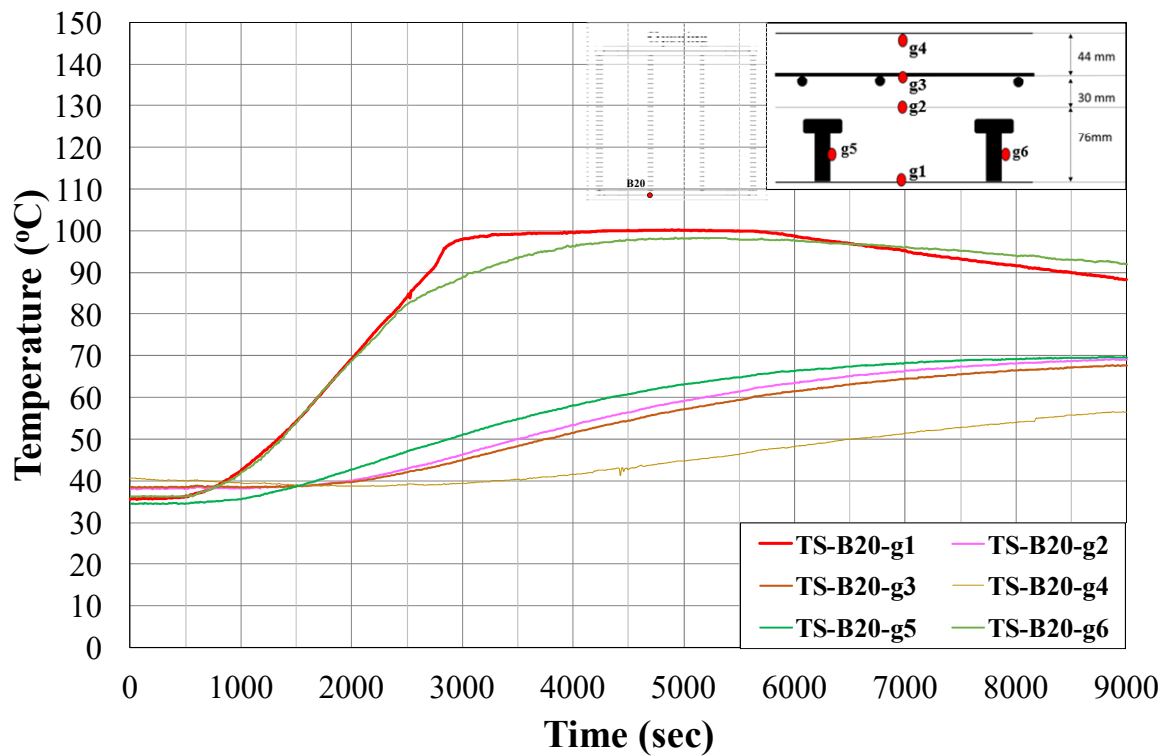


圖 4.29 第 2 次火害實驗區樓板測點 B20 溫度歷時圖例(本研究整理)

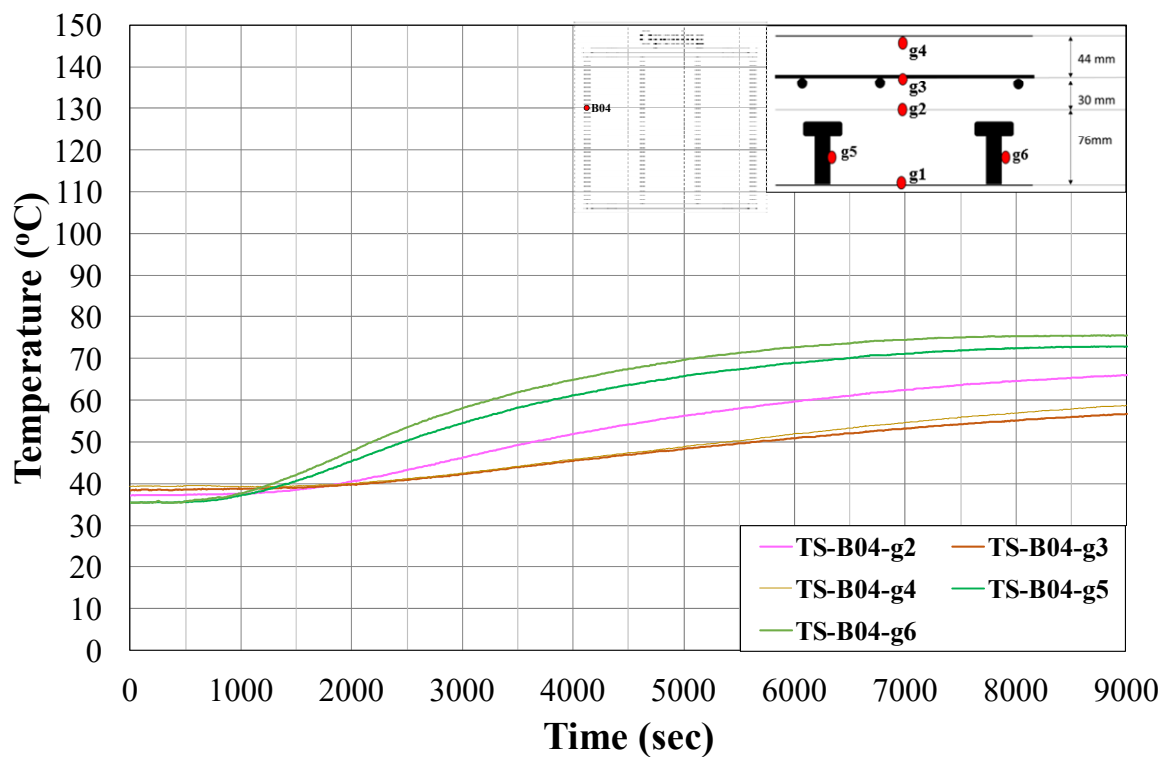


圖 4.30 第 2 次火害實驗區樓板測點 B04 溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.13 第 2 次火害實驗區樓板測點 B11 溫度時間表例

Time(s)	TS-B11-b1	TS-B11-b2	TS-B11-b3	TS-B11-b4	TS-B11-t1	TS-B11-t2	TS-B11-t3	TS-B11-t4
0	31	31.2	31.3	31	34.6	30.5	30.2	34.5
1	30.9	30.9	31.3	30.9	34.4	30.4	30.2	34.4
2	31.1	31.2	31.3	31.1	34.7	30.6	30.3	34.4
3	31	31.2	31.3	31	34.6	30.5	30.2	34.5
4	30.9	31.1	31.3	30.9	34.5	30.5	30.2	34.5
5	30.9	31	31.3	30.9	34.4	30.4	30.2	34.5
6	31.1	31.2	31.3	31.1	34.7	30.6	30.3	34.5
7	31.1	31.2	31.3	31	34.6	30.5	30.2	34.5
8	30.9	30.9	31.3	31.2	34.6	30.5	30.2	34.3
9	31	30.9	31.2	31.1	34.7	30.5	30.2	34.4
10	31.1	31	31.3	31.1	34.7	30.5	30.2	34.4
11	30.9	30.9	31.3	31	34.5	30.4	30.2	34.2
12	31	30.9	31.3	31.2	34.5	30.4	30.2	34.3
13	30.9	30.9	31.3	30.8	34.4	30.3	30.1	34.4
14	30.9	30.9	31.3	31	34.5	30.3	30	34.3
15	30.9	30.8	31.3	31	34.5	30.4	30.1	34.3
16	31.2	31.2	31.3	30.8	34.5	30.5	30.2	34.5
17	31.1	31	31.3	30.9	34.4	30.4	30.2	34.4
18	31.2	31.1	31.3	31.1	34.6	30.6	30.2	34.4
19	31.2	31.1	31.2	30.9	34.5	30.5	30.2	34.5
20	31.2	31.1	31.3	30.9	34.5	30.5	30.2	34.5
21	31.1	30.9	31.3	31.1	34.6	30.5	30.2	34.4
22	31.2	31.1	31.2	31.1	34.6	30.5	30.2	34.4
23	31.2	31.1	31.3	31	34.7	30.5	30.2	34.5
24	31.2	31.1	31.3	30.8	34.5	30.5	30.2	34.5
25	31.2	30.9	31.3	31.2	34.7	30.5	30.2	34.4
26	31.2	31.1	31.2	31	34.6	30.5	30.2	34.5
27	31.2	30.9	31.3	31.1	34.6	30.5	30.2	34.4
28	31.2	30.9	31.2	31.1	34.6	30.5	30.2	34.4
29	31.3	31.1	31.2	31	34.6	30.5	30.2	34.4
30	31.2	30.9	31.3	31.1	34.6	30.5	30.2	34.2

(本研究整理)

表 4.14 第 2 次火害實驗區樓板測點 B33 溫度時間表例

Time(s)	TS-B33-b1	TS-B33-b2	TS-B33-b3	TS-B33-b4	TS-B33-t1	TS-B33-t2	TS-B33-t3	TS-B33-t4
0	29.9	29.6	29.2	29	29.2	29.2	28.9	28.6
1	29.9	29.6	29.2	29	29.2	29.2	28.9	28.6
2	29.9	29.6	29.2	29	29.2	29.2	28.9	28.6
3	29.9	29.6	29.2	29	29.2	29.2	28.9	28.6
4	29.9	29.6	29.2	29	29.2	29.2	28.9	28.6
5	29.9	29.6	29.2	29	29.2	29.3	28.9	28.7
6	30	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
7	30	29.6	29.2	29.1	29.2	29.2	28.9	28.6
8	30	29.6	29.2	29.1	29.2	29.2	28.9	28.6
9	30	29.6	29.2	29.1	29.2	29.2	28.9	28.6
10	30	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.5
11	30.1	29.6	29.2	29.1	29.2	29.2	28.9	28.6
12	30	29.6	29.2	29	29.2	29.3	28.9	28.7
13	30	29.6	29.2	29.1	29.2	29.2	28.9	28.6
14	30.1	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
15	30.1	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
16	30.1	29.6	29.2	29	29.2	29.2	28.9	28.6
17	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
18	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
19	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
20	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.7
21	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	29	28.7
22	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
23	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
24	30.2	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
25	30.3	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	29	28.7
26	30.3	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.7
27	30.3	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
28	30.3	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
29	30.3	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6
30	30.3	29.6	29.2	29.1	29.3	29.2	28.9	28.6

(本研究整理)

表 4.15 第 2 次火害實驗區樓板測點 B22 溫度時間表例

Time(s)	TS-B22-b1	TS-B22-b2	TS-B22-b3	TS-B22-b4	TS-B22-t1	TS-B22-t2	TS-B22-t3	TS-B22-t4
0	32.2	34.8	32	31.9	32	32.8	32.2	32.2
1	32.2	34.9	32.1	31.9	32.1	32.8	32.3	32.3
2	32.1	34.7	31.9	31.8	32	32.8	32.3	32.4
3	32.2	34.9	32.1	31.9	32.1	32.9	32.3	32.4
4	32.2	34.9	32.1	31.9	32.1	32.9	32.3	32.3
5	32.2	34.9	32.1	31.9	32	32.8	32.2	32.2
6	32.2	34.9	32	31.9	32.1	32.9	32.4	32.3
7	32.2	34.9	32	31.9	32.1	32.9	32.4	32.5
8	32.2	34.9	32.1	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
9	32.2	34.8	32	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
10	32.2	34.8	32.1	31.9	32.2	33	32.5	32.5
11	32.2	35	32.2	32	32.2	33.1	32.4	32.4
12	32.1	34.9	32.2	32	32.2	33.1	32.5	32.5
13	32.2	34.9	32.1	31.9	32.2	32.9	32.3	32.2
14	32.2	35	32.2	32.1	32.3	33.1	32.4	32.4
15	32.2	34.9	32.2	32.1	32.3	33.1	32.5	32.5
16	32.2	34.9	32.1	31.9	32.1	32.9	32.3	32.3
17	32.2	34.9	32.1	31.9	32.1	32.9	32.3	32.3
18	32.1	34.8	32	31.9	32.1	33	32.4	32.4
19	32.2	34.9	32	31.9	32.1	32.9	32.3	32.3
20	32.3	34.9	32.1	31.9	32.1	32.9	32.3	32.3
21	32.2	34.9	32.2	32.1	32.3	33.2	32.5	32.5
22	32.2	34.8	32	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
23	32.2	34.9	32.1	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
24	32.3	34.9	32.1	31.9	32.1	33	32.3	32.3
25	32.2	34.9	32.1	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
26	32.2	34.9	32.1	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
27	32.2	35	32.2	32.1	32.3	33.1	32.5	32.5
28	32.2	34.9	32.1	31.9	32.2	33.1	32.5	32.5
29	32.3	34.9	32.1	31.9	32.2	33.1	32.4	32.4
30	32.2	35	32.2	32	32.3	33.2	32.5	32.5

(本研究整理)

表 4.16 第 2 次火害實驗區樓板測點 B44 溫度時間表例

Time(s)	TS-B44-b1	TS-B44-b2	TS-B44-b3	TS-B44-b4	TS-B44-t1	TS-B44-t2	TS-B44-t3	TS-B44-t4
0	32.5	31.5	31.1	30.7	30.8	30.8	30.5	35.1
1	32.5	31.6	31.1	30.8	30.9	30.8	30.5	35.1
2	32.5	31.3	30.9	30.5	30.8	30.7	30.5	35.1
3	32.5	31.5	31.1	30.7	30.9	30.8	30.5	35.1
4	32.5	31.5	31.1	30.7	30.9	30.8	30.5	35.1
5	32.5	31.6	31.2	30.8	31	30.8	30.6	35.2
6	32.5	31.3	31	30.6	30.8	30.7	30.5	35.1
7	32.5	31.4	30.9	30.6	30.8	30.7	30.5	35.2
8	32.5	31.3	30.9	30.5	30.8	30.8	30.6	35.3
9	32.5	31.3	30.9	30.6	30.9	30.8	30.7	35.3
10	32.5	31.4	31	30.6	30.8	30.8	30.6	35.2
11	32.5	31.5	31.2	30.8	31.1	30.9	30.8	35.4
12	32.5	31.3	31	30.7	30.9	30.8	30.7	35.3
13	32.5	31.6	31.2	30.8	31.1	30.9	30.7	35.3
14	32.4	31.5	31.2	30.8	31.1	30.9	30.8	35.3
15	32.5	31.4	31.1	30.8	31.1	30.9	30.8	35.3
16	32.5	31.5	31.1	30.8	31	30.8	30.6	35.2
17	32.5	31.6	31.2	30.8	31	30.8	30.6	35.2
18	32.4	31.3	30.9	30.5	30.8	30.8	30.6	35.3
19	32.5	31.5	31.1	30.6	30.9	30.8	30.5	35.1
20	32.5	31.5	31.1	30.7	30.9	30.8	30.5	35.1
21	32.5	31.3	31	30.7	30.9	30.8	30.7	35.3
22	32.5	31.3	30.9	30.6	30.8	30.8	30.5	35.2
23	32.5	31.3	31	30.6	30.9	30.8	30.6	35.2
24	32.5	31.5	31.1	30.7	30.9	30.8	30.5	35.1
25	32.5	31.3	30.9	30.6	30.8	30.8	30.5	35.3
26	32.5	31.4	31	30.6	30.9	30.8	30.5	35.2
27	32.5	31.4	31.1	30.8	31	30.9	30.8	35.4
28	32.5	31.3	30.9	30.7	30.8	30.8	30.6	35.3
29	32.5	31.4	31	30.6	30.9	30.8	30.5	35.1
30	32.5	31.3	30.9	30.6	30.9	30.8	30.7	35.3

(本研究整理)

表 4.17 第 2 次火害實驗區樓板測點 B20 溫度時間表例

Time(s)	TS-B20-g1	TS-B20-g2	TS-B20-g3	TS-B20-g4	TS-B20-g5	TS-B20-g6
0	35.5	37.9	38.3	40.7	34.4	36.2
1	35.6	38.1	38.4	40.8	34.5	36.3
2	35.7	38.2	38.4	40.7	34.4	36.3
3	35.6	38	38.3	40.7	34.4	36.3
4	35.7	38.2	38.4	40.8	34.4	36.3
5	35.7	38.2	38.5	40.7	34.4	36.3
6	35.7	38.2	38.4	40.8	34.4	36.3
7	35.7	38.1	38.5	40.7	34.5	36.3
8	35.7	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3
9	35.5	38	38.3	40.7	34.4	36.3
10	35.6	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3
11	35.7	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3
12	35.7	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3
13	35.7	38.2	38.4	40.7	34.4	36.3
14	35.7	38.2	38.4	40.7	34.4	36.3
15	35.6	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3
16	35.6	38.1	38.4	40.7	34.4	36.3
17	35.6	38.1	38.4	40.6	34.4	36.3
18	35.6	38.2	38.5	40.7	34.5	36.3
19	35.6	38.1	38.4	40.7	34.4	36.3
20	35.7	38.1	38.5	40.7	34.4	36.3
21	35.6	38.2	38.4	40.7	34.4	36.3
22	35.6	38.2	38.5	40.7	34.4	36.3
23	35.6	38.1	38.4	40.7	34.4	36.3
24	35.6	38.1	38.4	40.7	34.4	36.3
25	35.6	38.1	38.4	40.7	34.5	36.3
26	35.6	38.1	38.3	40.7	34.4	36.3
27	35.7	38.2	38.5	40.7	34.6	36.4
28	35.6	38.1	38.5	40.7	34.4	36.3
29	35.6	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3
30	35.6	38.2	38.4	40.7	34.5	36.3

(本研究整理)

表 4.18 第 2 次火害實驗區樓板測點 B04 溫度時間表例

Time(s)	TS-B04-g1	TS-B04-g2	TS-B04-g3	TS-B04-g4	TS-B04-g5	TS-B04-g6
0	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
1	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
2	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
3	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
4	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
5	35	37.1	38.4	39.4	35.4	35.3
6	35.1	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
7	35.1	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
8	35.1	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
9	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
10	35.1	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
11	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
12	35.1	37.2	38.5	39.4	35.4	35.3
13	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3
14	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3
15	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3
16	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
17	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
18	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3
19	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3
20	35.1	37.2	38.4	39.4	35.4	35.3
21	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3
22	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
23	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
24	35.1	37.2	38.3	39.4	35.4	35.3
25	35.1	37.2	38.3	39.5	35.4	35.3
26	35	37.1	38.2	39.4	35.4	35.3
27	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
28	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
29	35	37.1	38.3	39.4	35.4	35.3
30	35.1	37.2	38.4	39.5	35.4	35.3

(本研究整理)

第三節 第 3 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介

4.3.1 火害實驗空間溫度

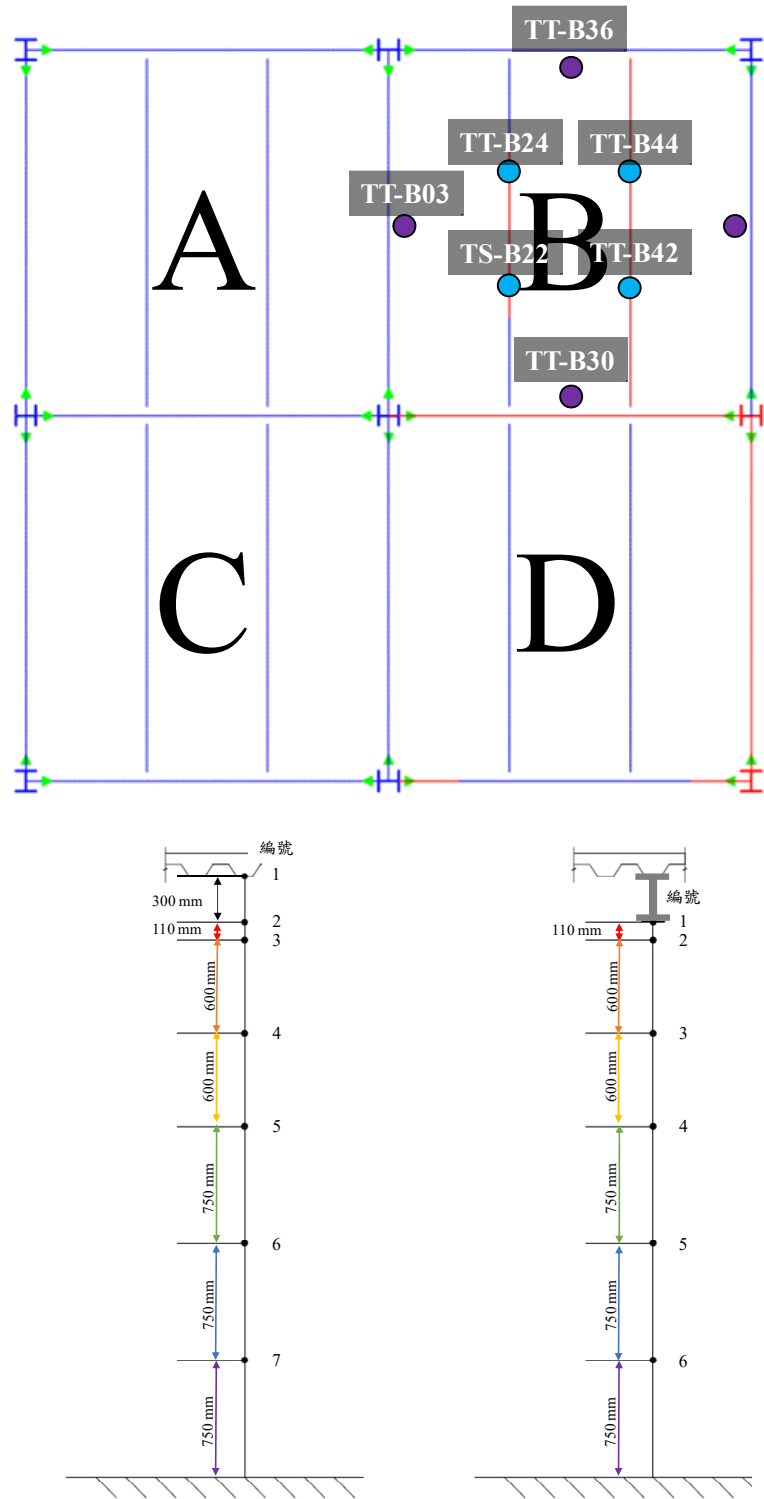


圖 4.31 第 3 次火害實驗區熱電偶樹配置圖例(本研究整理)

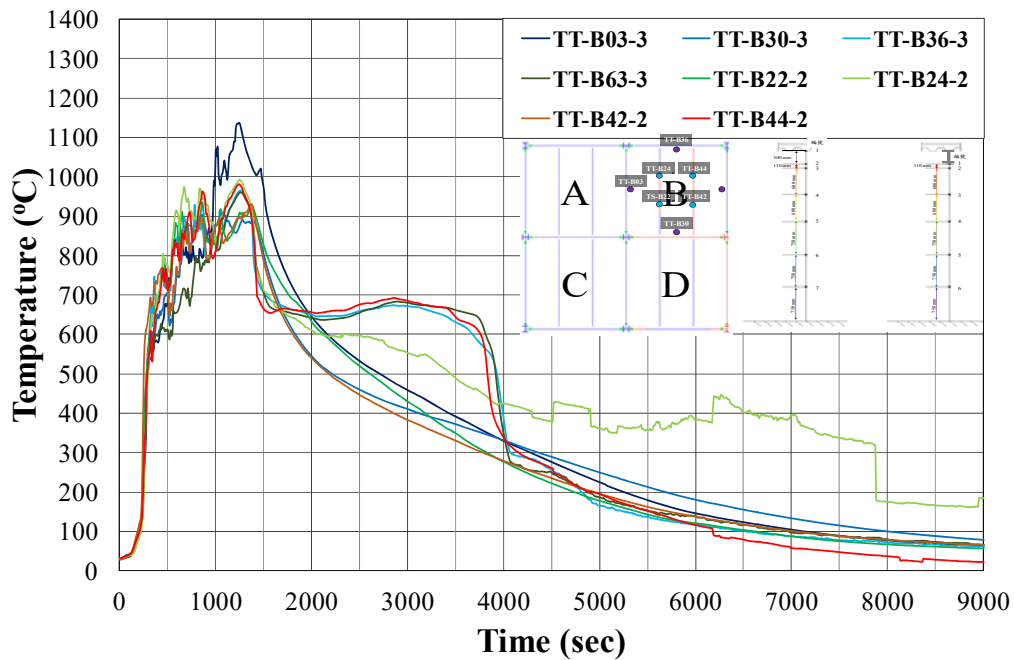


圖 4.32 第 3 次火害實驗區空間溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.19 第 3 次火害實驗區空間溫度時間表例

Time(s)	TT-B03-3	TT-B30-3	TT-B36-3	TT-B63-3	TT-B22-2	TT-B24-2	TT-B42-2	TT-B44-2
0	31.6	30.5	31.8	29.4	31.2	30.4	29.5	31.3
1	31.6	30.6	31.7	29.5	31.3	30.4	29.5	31.3
2	31.6	30.7	31.8	29.4	31.2	30.4	29.5	31.2
3	31.6	30.7	31.8	29.5	31.2	30.5	29.5	31.2
4	31.6	30.8	31.8	29.4	31.2	30.5	29.5	31.2
5	31.6	30.8	31.7	29.4	31.3	30.4	29.6	31.2
6	31.6	30.8	31.7	29.5	31.3	30.5	29.7	31.2
7	31.6	30.9	31.8	29.4	31.3	30.5	29.7	31.1
8	31.6	31.1	31.8	29.4	31.3	30.5	29.7	31
9	31.6	31.1	31.8	29.5	31.3	30.4	29.8	31
10	31.6	31.2	31.9	29.5	31.3	30.5	29.9	31.2
11	31.6	31.2	31.9	29.5	31.3	30.5	29.9	31.1
12	31.5	31.3	31.9	29.5	31.3	30.5	29.9	31.2
13	31.5	31.4	31.9	29.6	31.4	30.5	29.9	31.2
14	31.5	31.5	31.9	29.6	31.4	30.5	30	31.2
15	31.5	31.6	31.8	29.6	31.4	30.5	30.2	31.3
16	31.5	31.7	31.7	29.7	31.6	30.5	30.2	31.3
17	31.5	31.9	31.7	29.9	31.6	30.5	30.4	31.4
18	31.5	32	31.7	29.9	31.6	30.5	30.5	31.5
19	31.5	32.1	31.7	29.9	31.7	30.5	30.5	31.6
20	31.6	32.2	31.9	30	31.9	30.7	30.7	31.7
21	31.6	32.2	31.9	30.2	31.9	30.8	30.8	31.9
22	31.6	32.3	32.2	30.3	32	30.8	30.8	31.9
23	31.6	32.3	32.3	30.5	32.2	31	31	32.1
24	31.7	32.4	32.6	30.6	32.2	31.1	31.2	32.4
25	31.8	32.4	32.7	30.6	32.3	31.2	31.3	32.5
26	31.9	32.4	33	30.7	32.4	31.3	31.4	32.6
27	32	32.5	33.1	30.8	32.5	31.5	31.5	32.8
28	32.2	32.6	33.4	31	32.5	31.6	31.5	32.8
29	32.4	32.7	33.7	31.1	32.6	31.6	31.6	33.1
30	32.5	32.8	33.8	31.1	32.8	31.7	31.7	33.3

(本研究整理)

4.3.2 構件位移與溫度

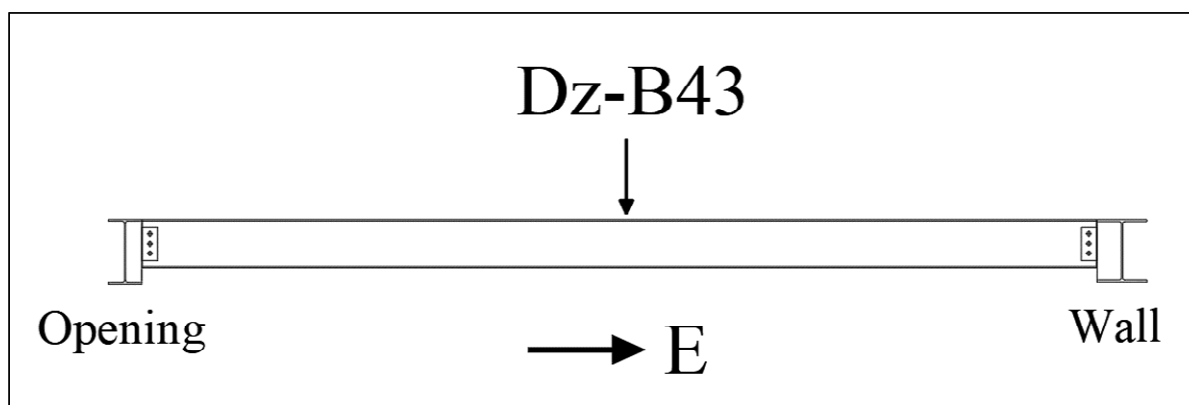


圖 4.33 第 3 次火害實驗區北小梁位移計位置圖例(本研究整理)

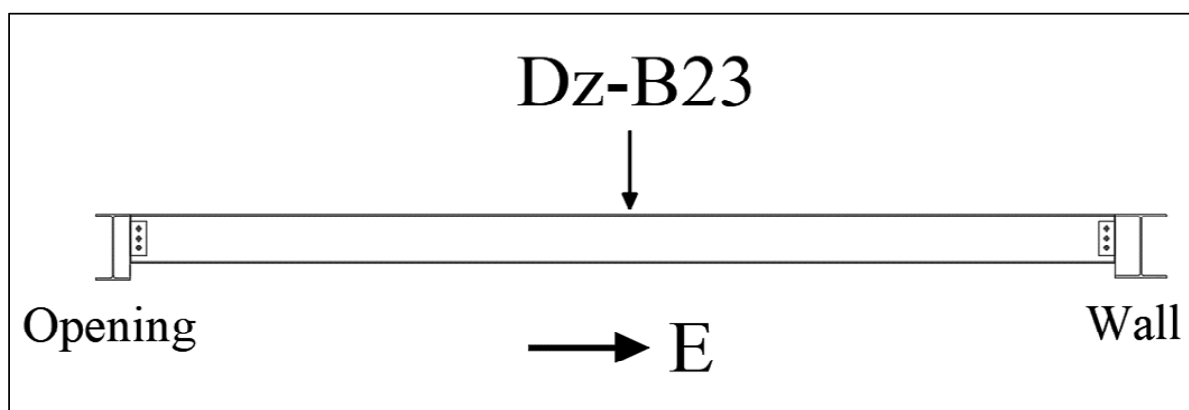


圖 4.34 第 3 次火害實驗區南小梁位移計位置圖例(本研究整理)

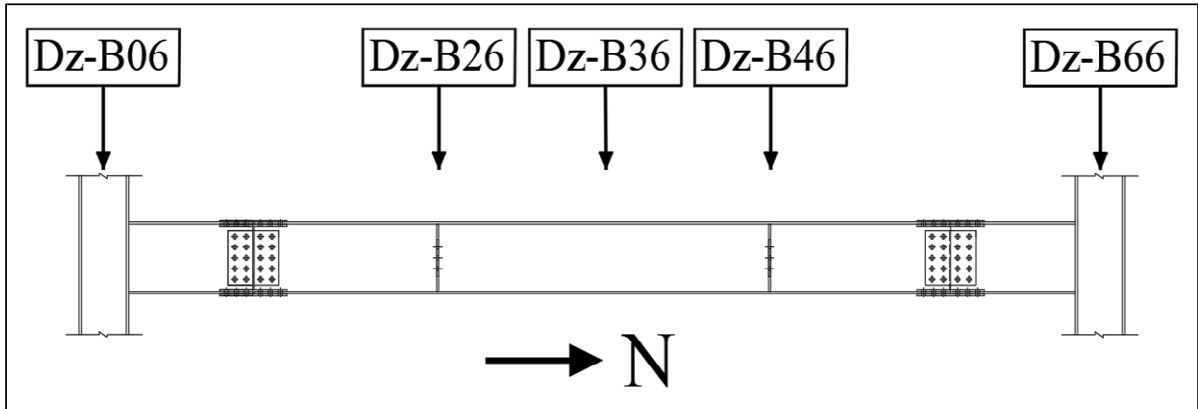


圖 4.35 第 3 次火害實驗區西大梁位移計位置圖例(本研究整理)

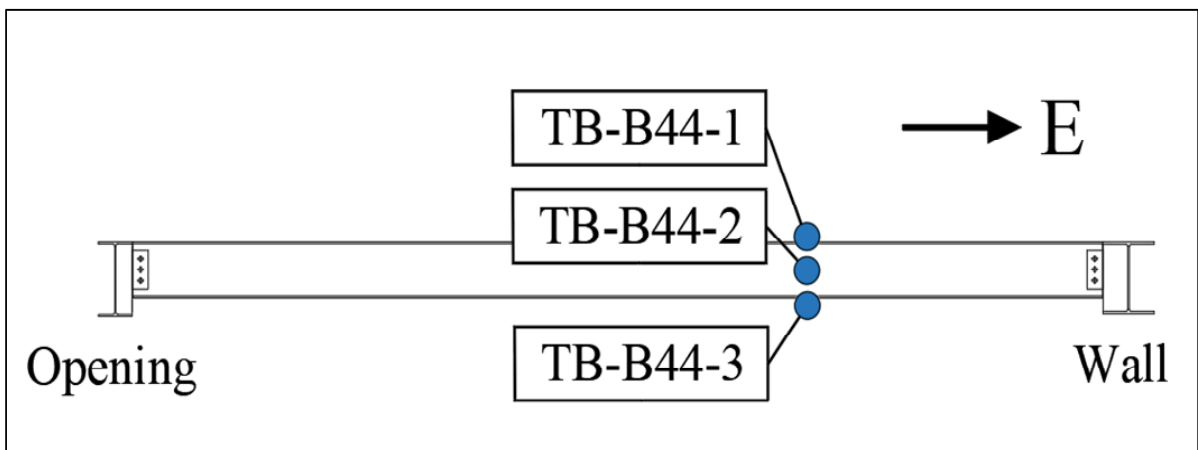
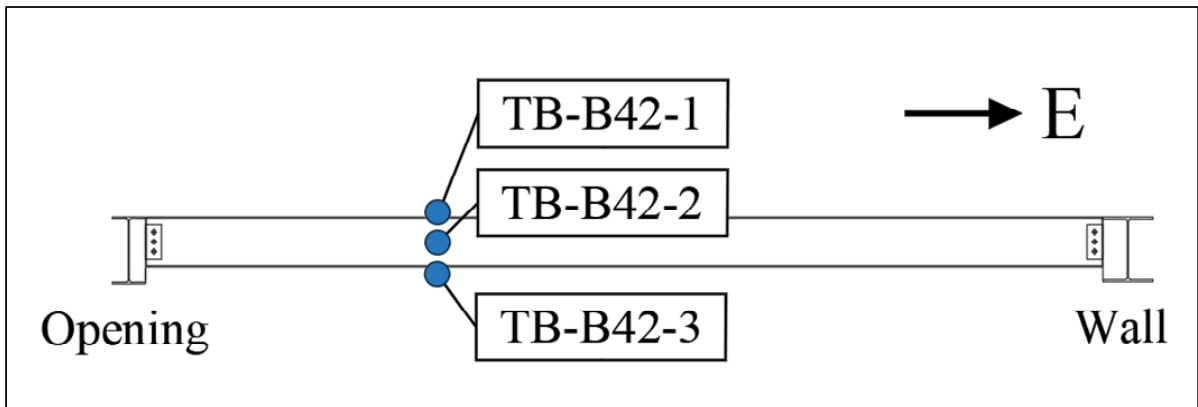


圖 4.36 第 3 次火害實驗區北小梁熱電偶位置圖例(本研究整理)

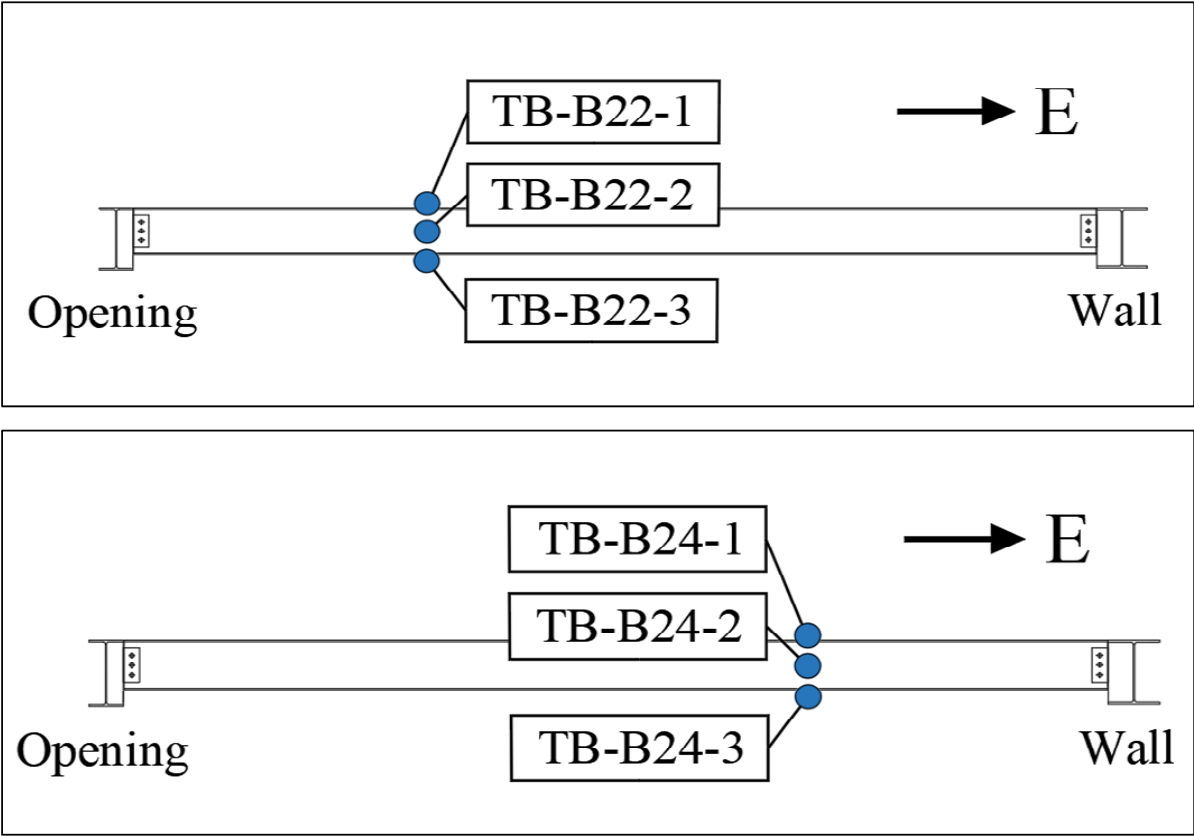
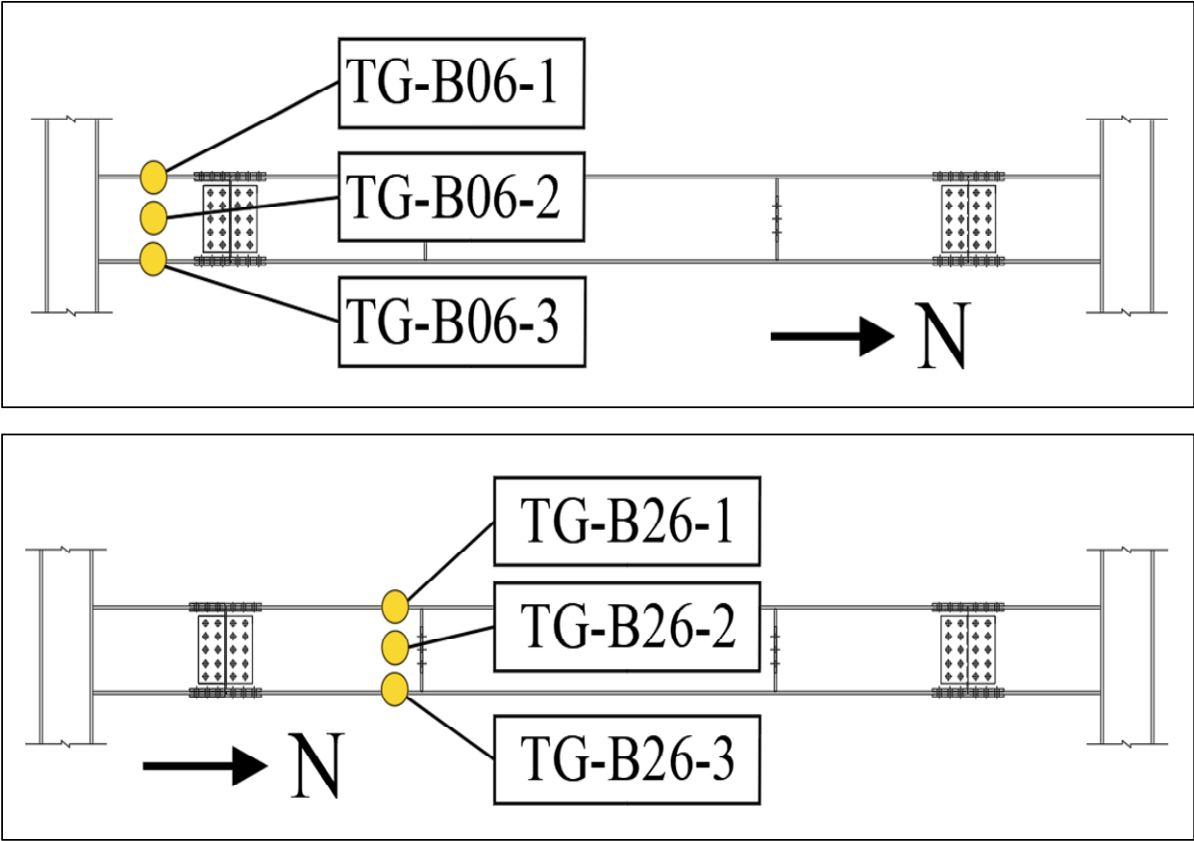


圖 4.37 第 3 次火害實驗區南小梁熱電偶位置圖例(本研究整理)



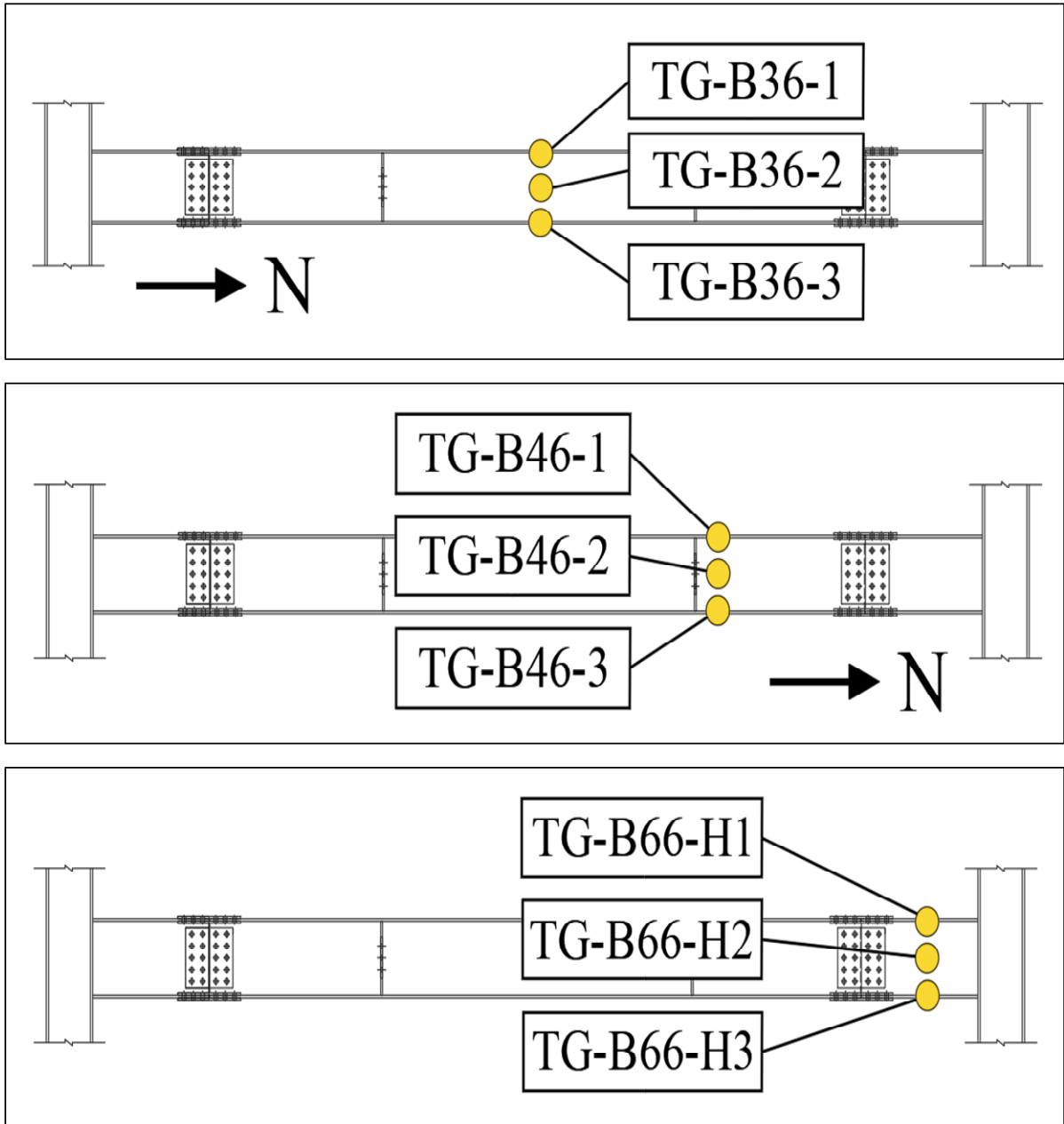


圖 4.38 第 3 次火害實驗區西大梁熱電偶位置圖例(本研究整理)

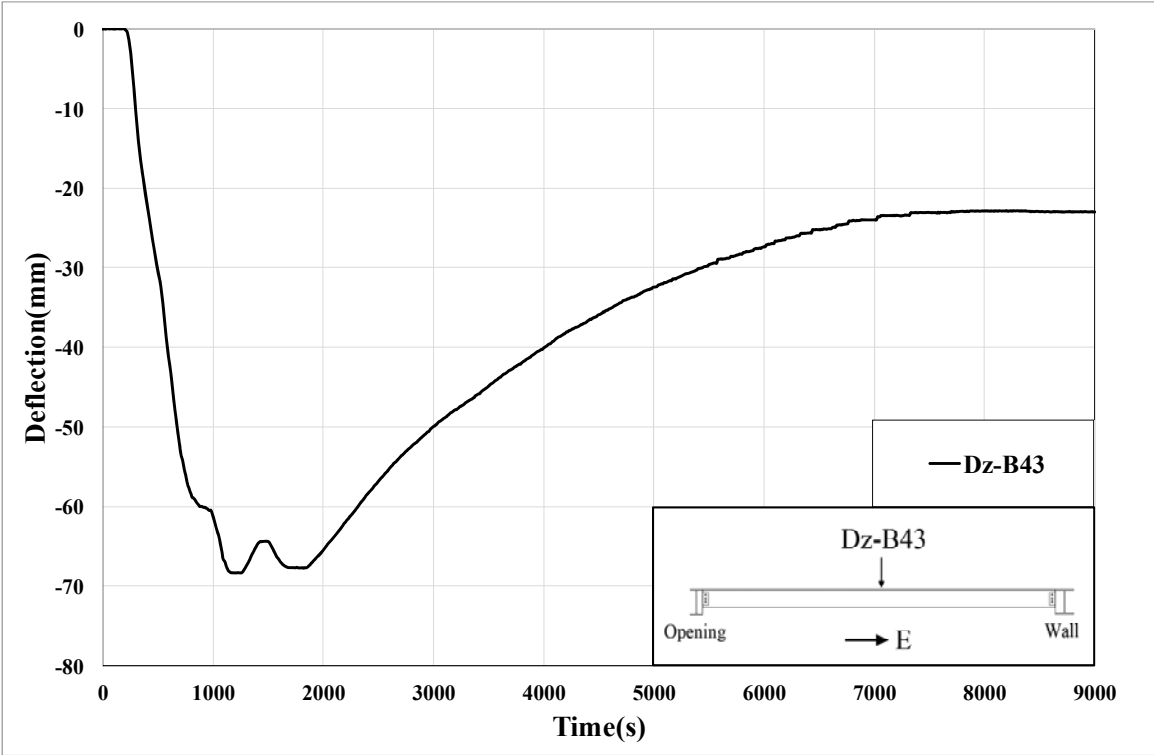


圖 4.39 第 3 次火害實驗區北小梁位移歷時圖例(本研究整理)

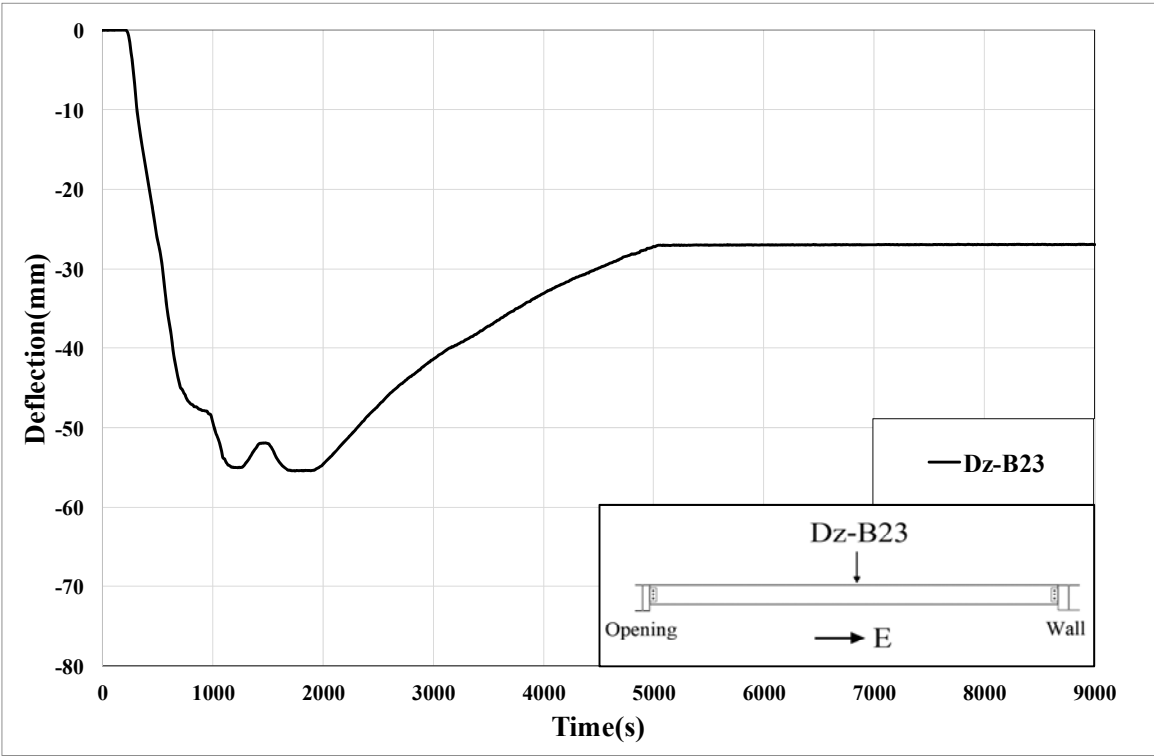


圖 4.40 第 3 次火害實驗區南小梁位移歷時圖例(本研究整理)

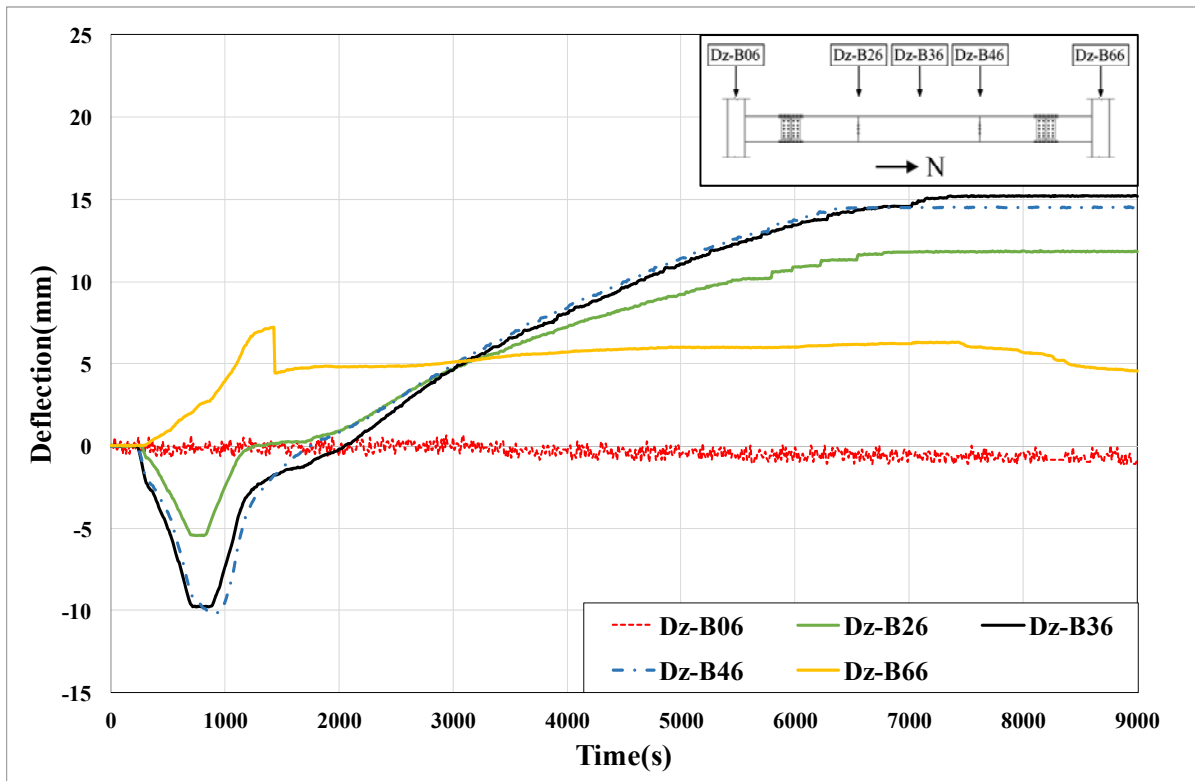


圖 4.41 第 3 次火害實驗區西大梁位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.20 第 3 次火害實驗區小梁位移時間表例

Time(s)	Dz-B43	Dz-B23
0	0	0
1	0.058414	0.0329
2	0	0.054834
3	-0.0073	0.054834
4	0.021905	0.014622
5	0.032858	0.025589
6	0.025556	0.05849
7	0.054763	0.040212
8	0.029207	0.047523
9	0.051112	0.040212
10	0.058414	0.054834
11	0.047461	0.040212
12	0.04381	0.043867
13	0.054763	0.018278
14	0.029207	0.025589
15	0.065715	0.021933
16	0	0.043867
17	0.032858	0.05849
18	0	0.047523
19	-0.01095	0.021933
20	0.014603	0.018278
21	0.040159	0.036556
22	0.007302	0.025589
23	0.018254	0.025589
24	0.007302	0.036556
25	0.032858	0.047523
26	0.007302	0.018278
27	0.025556	0.025589
28	0.040159	0.062146
29	0.04381	0.062146
30	0.010953	0.040212

(本研究整理)

表 4.21 第 3 次火害實驗區西大梁位移時間表例

Time(s)	Dz-B06	Dz-B26	Dz-B36	Dz-B46	Dz-B66
0	0	0	0	0	0
1	-0.49	-0.03289	-0.01465	-0.0146	-0.01694
2	0	-0.02193	0.014651	0.025553	0.016939
3	0	-0.02924	0.02564	0	-0.00339
4	0.13	-0.02193	0.014651	-0.0146	0.006776
5	-0.12	-0.01096	0	0.007301	0.006776
6	-0.24	-0.03289	-0.00366	0.018252	0.016939
7	-0.12	-0.03289	0.018314	-0.0146	0
8	-0.12	-0.02924	0.003663	0	0.003388
9	0.13	-0.02924	0	-0.0073	0.020327
10	0	-0.01462	0.036629	0.032853	0.020327
11	-0.12	-0.01827	0.003663	-0.0073	-0.0271
12	0.49	-0.0402	-0.04396	0	0.010164
13	0	-0.04385	-0.01099	-0.0146	0.006776
14	0	-0.0402	0	-0.00365	0.003388
15	0	0.007308	-0.01099	0.018252	0.006776
16	-0.12	-0.02558	0.029303	-0.00365	-0.00678
17	0.37	-0.01096	0.040292	0.007301	0.006776
18	-0.37	-0.03655	-0.01465	0.014601	0.010164
19	0	-0.02193	-0.01099	0.010951	0.016939
20	-0.12	-0.02558	0.014651	0.025553	-0.00678
21	-0.12	-0.00731	0	0.014601	0.010164
22	-0.12	-0.01096	0.010989	0.014601	0
23	-0.12	0	0.003663	0.025553	0.003388
24	-0.37	-0.02558	0.007326	0	0
25	-0.24	-0.02193	0	-0.02555	0.003388
26	0.37	-0.01827	0.010989	0.007301	-0.00339
27	-0.12	-0.00366	0.007326	0.021902	0.013552
28	-0.24	-0.04385	0.018314	0.00365	0.016939
29	0.13	0.010963	-0.00733	0.014601	0.013552
30	0.49	-0.04385	0.021977	-0.0146	0

(本研究整理)

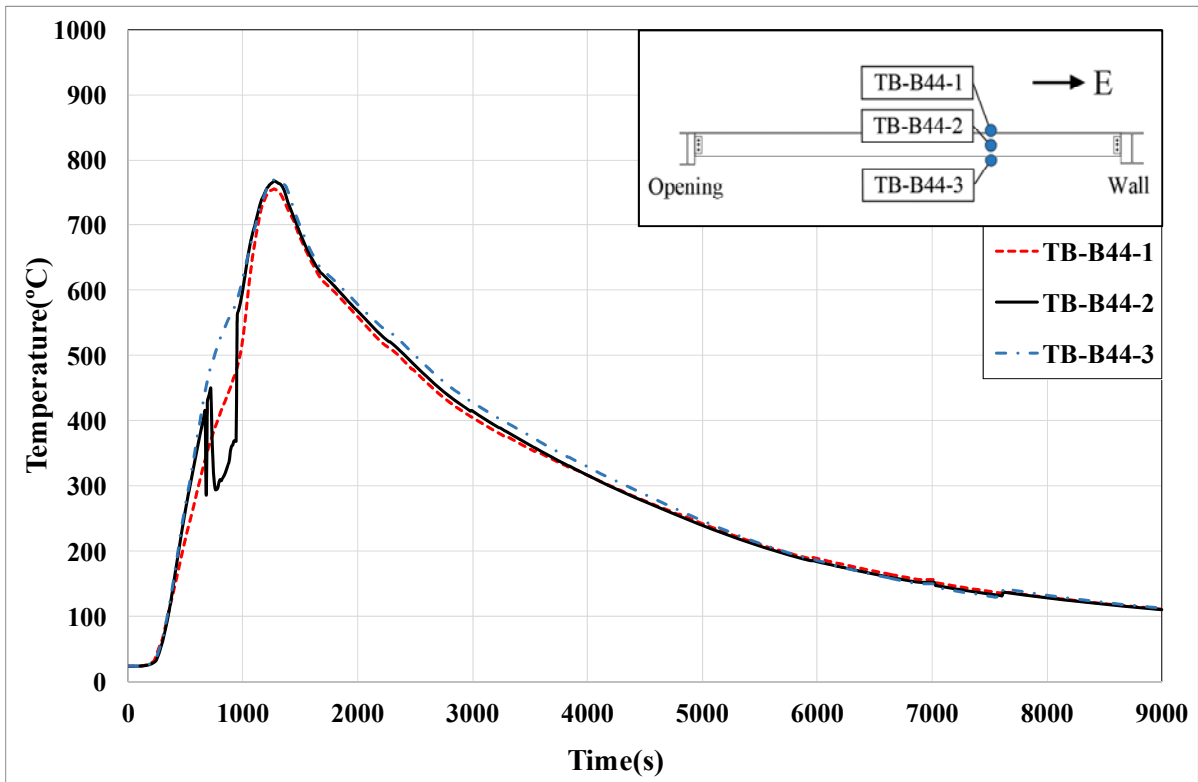
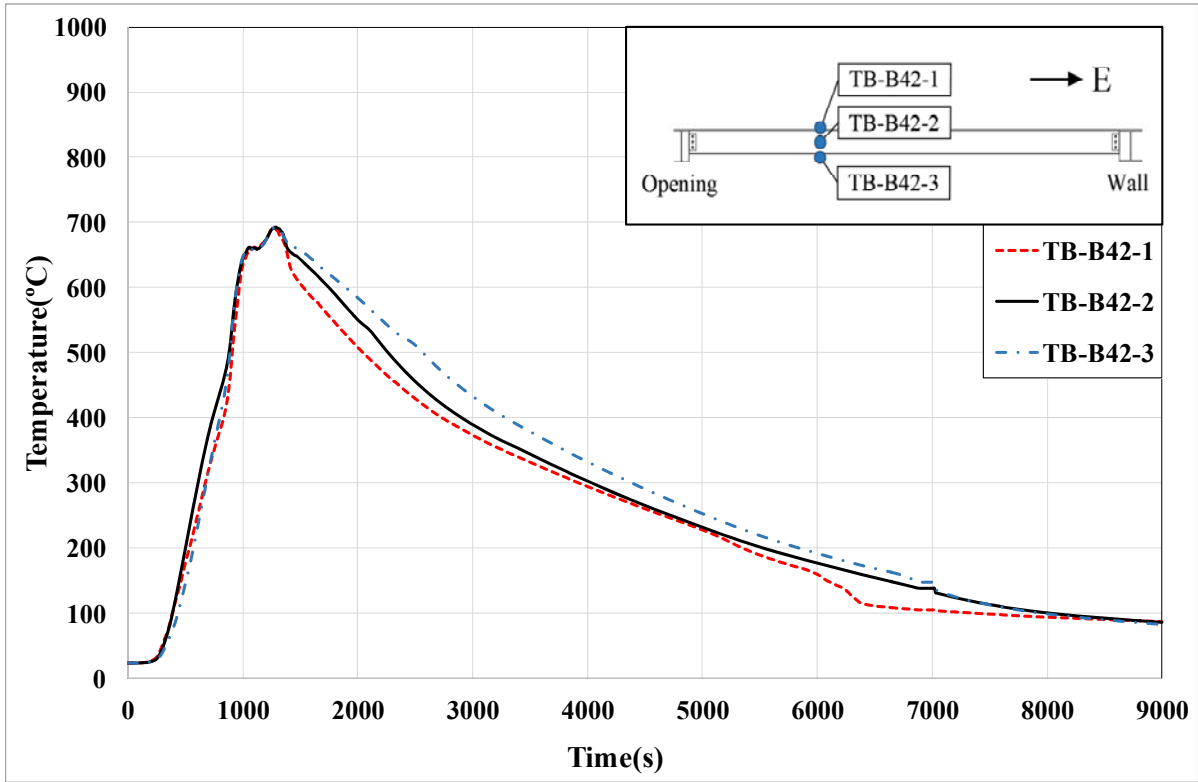


圖 4.42 第 3 次火害實驗區北小梁溫度歷時圖例(本研究整理)

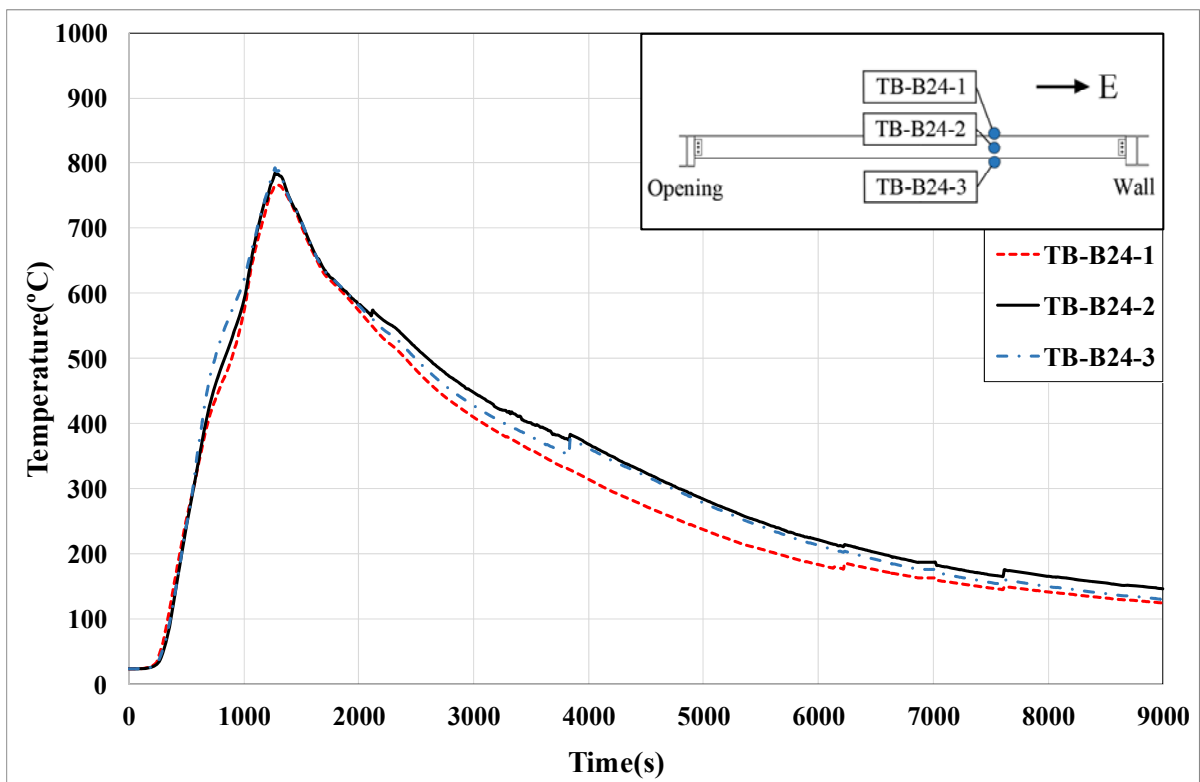
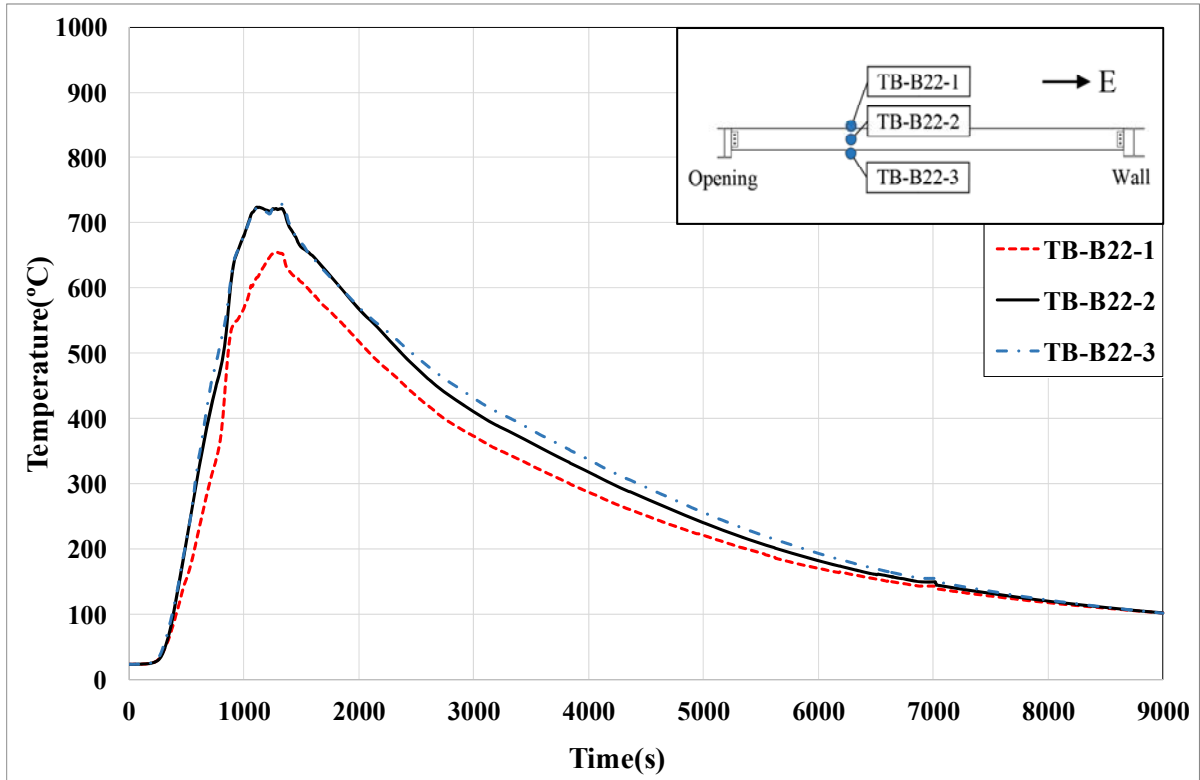
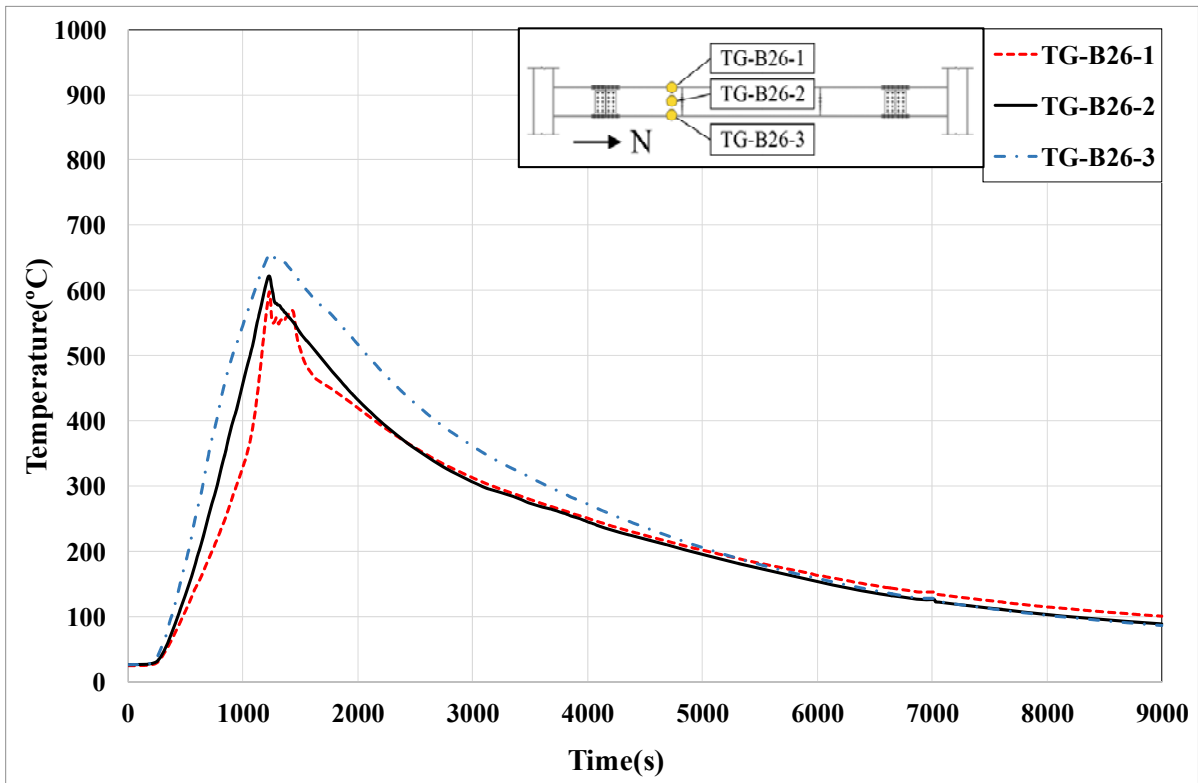
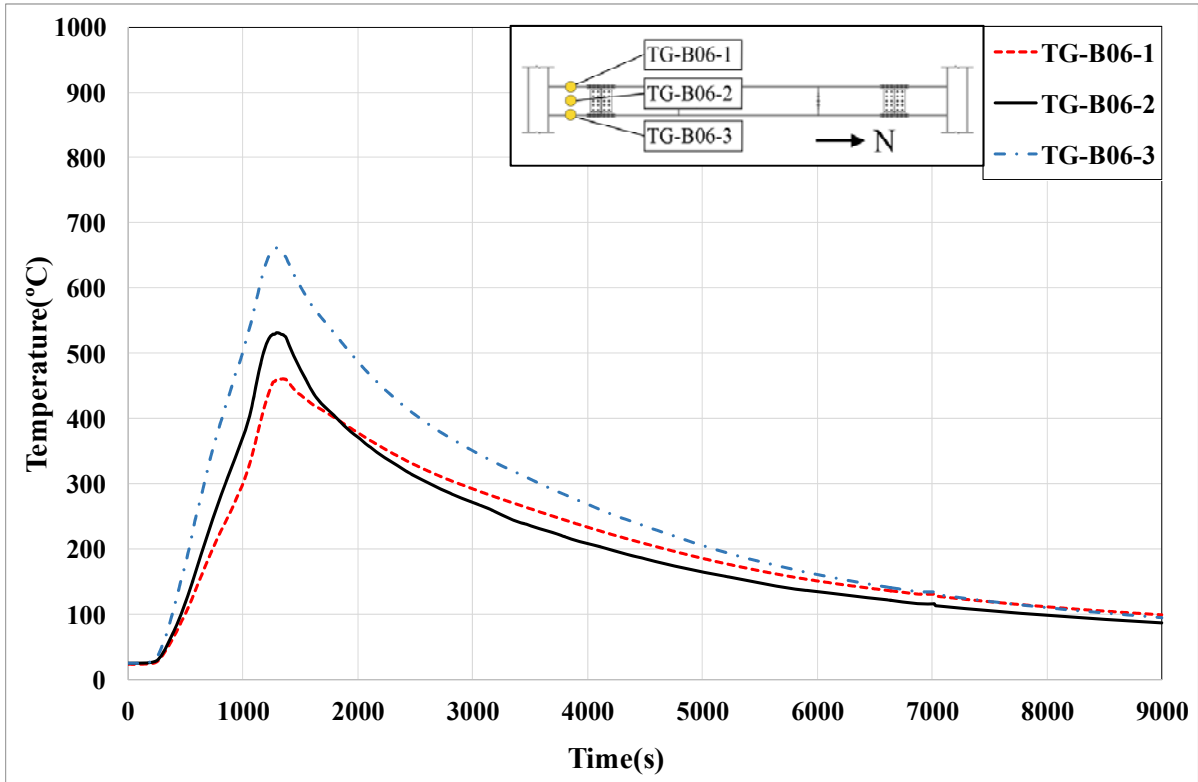
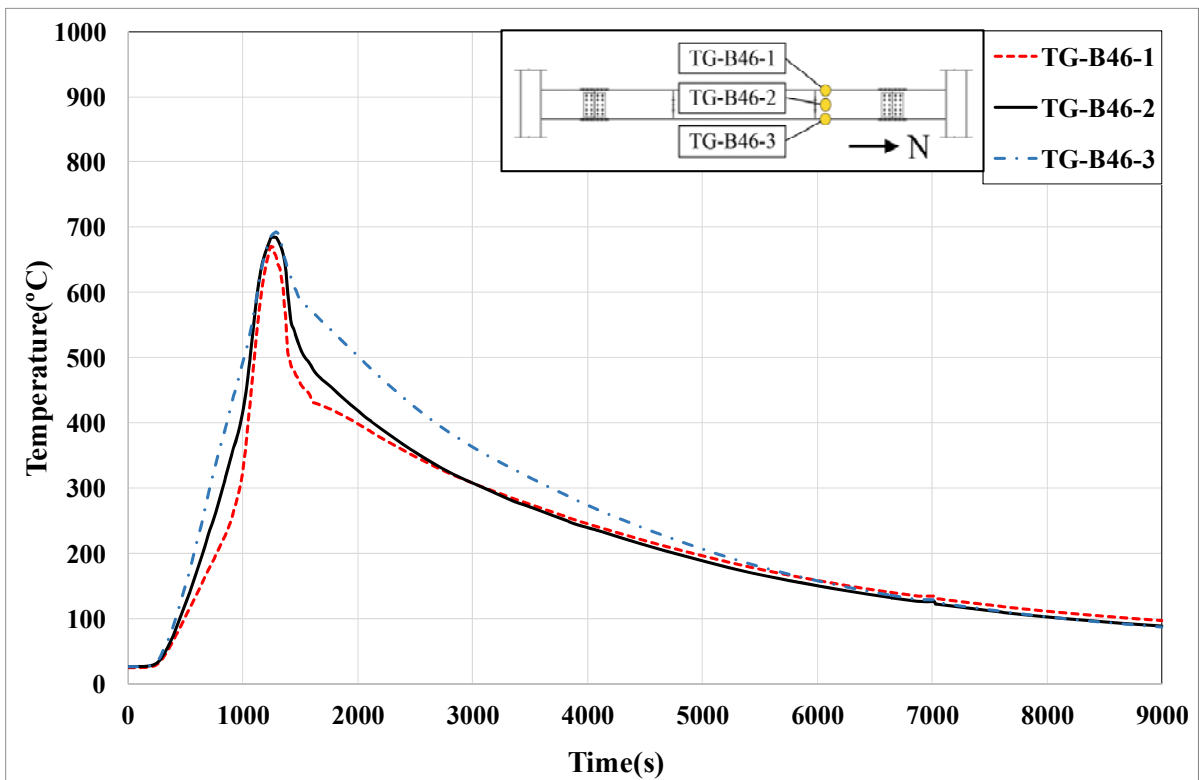
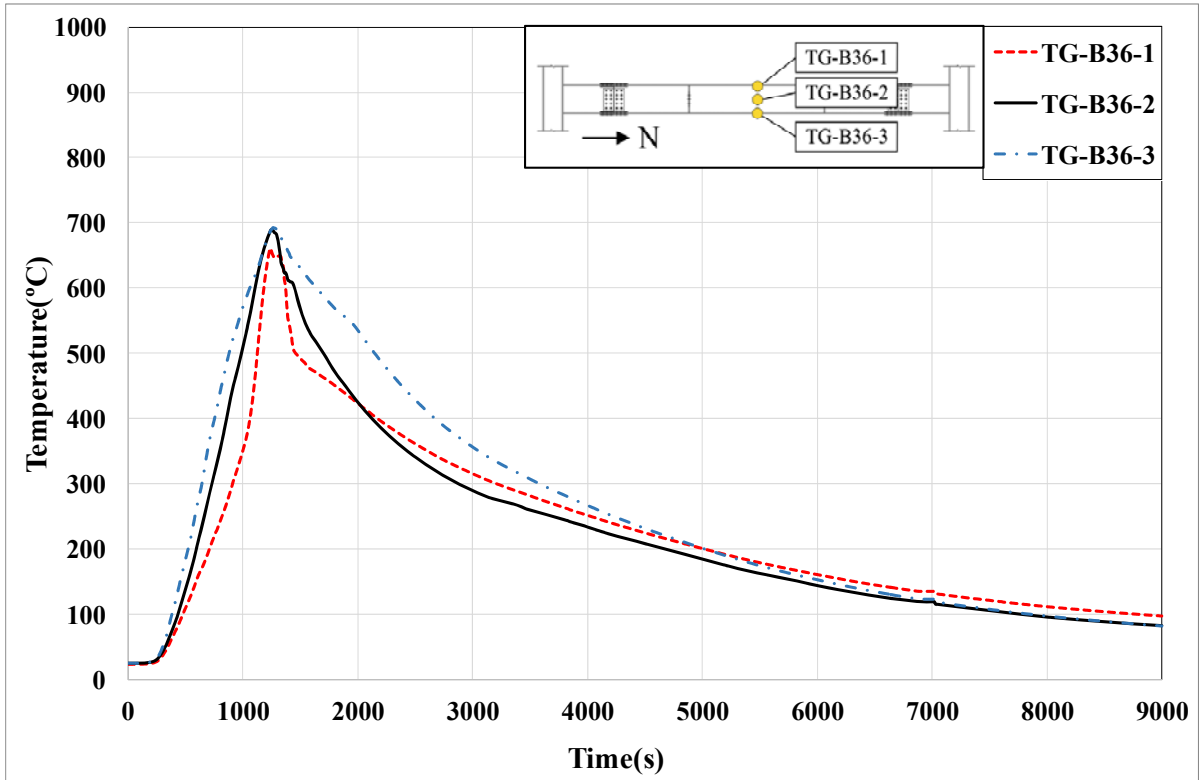


圖 4.43 第 3 次火害實驗區南小梁溫度歷時圖例(本研究整理)





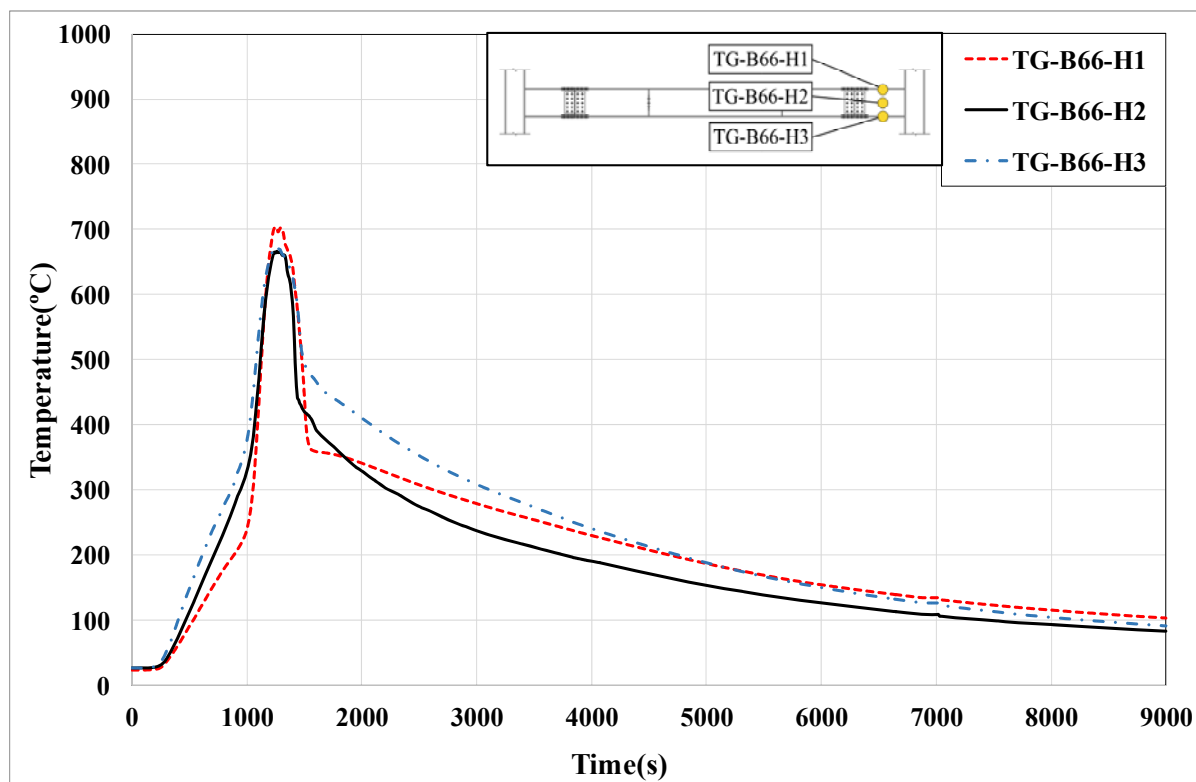


圖 4.44 第 3 次火害實驗區西大梁溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.22 第 3 次火害實驗區北小梁溫度時間表例

Time(s)	TB-B42-1	TB-B42-2	TB-B42-3	TB-B44-1	TB-B44-2	TB-B44-3
0	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6
1	23.2	23.8	23.9	23.4	23.5	23.6
2	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6
3	23.3	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6
4	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6
5	23.2	23.7	24.0	23.5	23.6	23.7
6	23.2	23.8	23.9	23.4	23.5	23.7
7	23.2	23.7	23.9	23.5	23.5	23.6
8	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
9	23.2	23.7	23.8	23.5	23.5	23.6
10	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6
11	23.2	23.8	23.9	23.4	23.5	23.6
12	23.3	23.8	23.9	23.4	23.5	23.7
13	23.2	23.7	23.9	23.5	23.5	23.6
14	23.3	23.8	23.9	23.4	23.5	23.6
15	23.2	23.8	23.9	23.4	23.5	23.6
16	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
17	23.3	23.7	23.9	23.4	23.5	23.6
18	23.3	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
19	23.3	23.7	23.8	23.4	23.5	23.6
20	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
21	23.2	23.7	23.9	23.4	23.6	23.7
22	23.3	23.7	23.9	23.5	23.5	23.6
23	23.3	23.7	23.9	23.5	23.5	23.7
24	23.3	23.7	23.9	23.5	23.6	23.7
25	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
26	23.2	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
27	23.3	23.7	23.9	23.4	23.5	23.7
28	23.2	23.7	23.8	23.5	23.6	23.7
29	23.2	23.7	23.9	23.5	23.6	23.7
30	23.2	23.7	23.9	23.5	23.5	23.6

(本研究整理)

表 4.23 第 3 次火害實驗區南小梁溫度時間表例

Time(s)	TB-B22-1	TB-B22-2	TB-B22-3	TB-B24-1	TB-B24-2	TB-B24-3
0	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
1	22.8	23.0	23.2	22.8	23.4	23.2
2	22.8	22.9	23.2	22.8	23.5	23.2
3	22.7	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
4	22.8	22.9	23.2	22.8	23.4	23.2
5	22.8	23.0	23.2	22.7	23.4	23.2
6	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
7	22.8	22.9	23.2	22.8	23.4	23.2
8	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.1
9	22.8	23.0	23.2	22.8	23.4	23.2
10	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
11	22.8	22.9	23.2	22.8	23.4	23.2
12	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
13	22.8	22.9	23.2	22.8	23.4	23.2
14	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
15	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
16	22.8	22.9	23.3	22.8	23.4	23.2
17	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
18	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
19	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
20	22.8	23.0	23.2	22.7	23.4	23.2
21	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
22	22.8	22.9	23.3	22.8	23.4	23.2
23	22.8	23.0	23.2	22.8	23.4	23.2
24	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
25	22.8	22.9	23.2	22.8	23.4	23.2
26	22.8	23.0	23.3	22.8	23.4	23.2
27	22.7	22.9	23.2	22.8	23.4	23.2
28	22.7	22.9	23.2	22.9	23.5	23.3
29	22.7	22.9	23.2	22.9	23.4	23.2
30	22.8	22.9	23.2	22.9	23.4	23.2

(本研究整理)

表 4.24 第 3 次火害實驗區西大梁溫度時間表例

Time(s)	TG-B06-1	TG-B06-2	TG-B06-3	TG-B26-1	TG-B26-2	TG-B26-3	TG-B36-1	TG-B36-2	TG-B36-3	TG-B46-1	TG-B46-2	TG-B46-3	TG-B66-H1	TG-B66-H2	TG-B66-H3
0	23.5	25.5	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.8	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
1	23.5	25.5	25.1	24.1	26.4	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.8	26.1	23.2	26.5	26.4
2	23.5	25.6	25.2	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
3	23.5	25.5	25.1	24.0	26.3	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
4	23.5	25.5	25.2	24.1	26.4	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
5	23.5	25.5	25.1	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
6	23.5	25.6	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.8	26.1	23.1	26.5	26.4
7	23.5	25.5	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
8	23.5	25.6	25.2	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
9	23.5	25.5	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
10	23.6	25.6	25.2	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
11	23.5	25.6	25.1	24.1	26.4	27.2	23.2	24.8	25.6	24.4	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
12	23.5	25.5	25.1	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.1	23.2	26.6	26.4
13	23.5	25.6	25.2	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.0	23.2	26.5	26.4
14	23.5	25.5	25.1	24.0	26.3	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
15	23.5	25.5	25.1	24.0	26.4	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.8	26.1	23.1	26.5	26.4
16	23.5	25.5	25.1	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
17	23.5	25.6	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
18	23.5	25.6	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
19	23.5	25.6	25.2	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
20	23.5	25.5	25.2	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
21	23.5	25.5	25.2	24.1	26.3	27.2	23.3	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
22	23.5	25.5	25.1	24.2	26.3	27.1	23.2	24.7	25.6	24.3	25.8	26.1	23.2	26.5	26.4
23	23.5	25.5	25.2	24.1	26.4	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
24	23.5	25.6	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
25	23.5	25.6	25.1	24.1	26.4	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.2	26.5	26.4
26	23.5	25.5	25.1	24.1	26.4	27.2	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
27	23.5	25.6	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.6	24.3	25.7	26.1	23.1	26.5	26.4
28	23.4	25.5	25.1	24.0	26.2	27.1	23.1	24.7	25.5	24.2	25.6	26.0	23.1	26.4	26.3
29	23.4	25.6	25.1	24.1	26.3	27.1	23.2	24.7	25.5	24.3	25.7	26.0	23.1	26.5	26.4
30	23.5	25.6	25.1	24.1	26.3	27.2	23.2	24.7	25.5	24.3	25.8	26.2	23.2	26.5	26.4

(本研究整理)

4.3.3 樓板位移與溫度

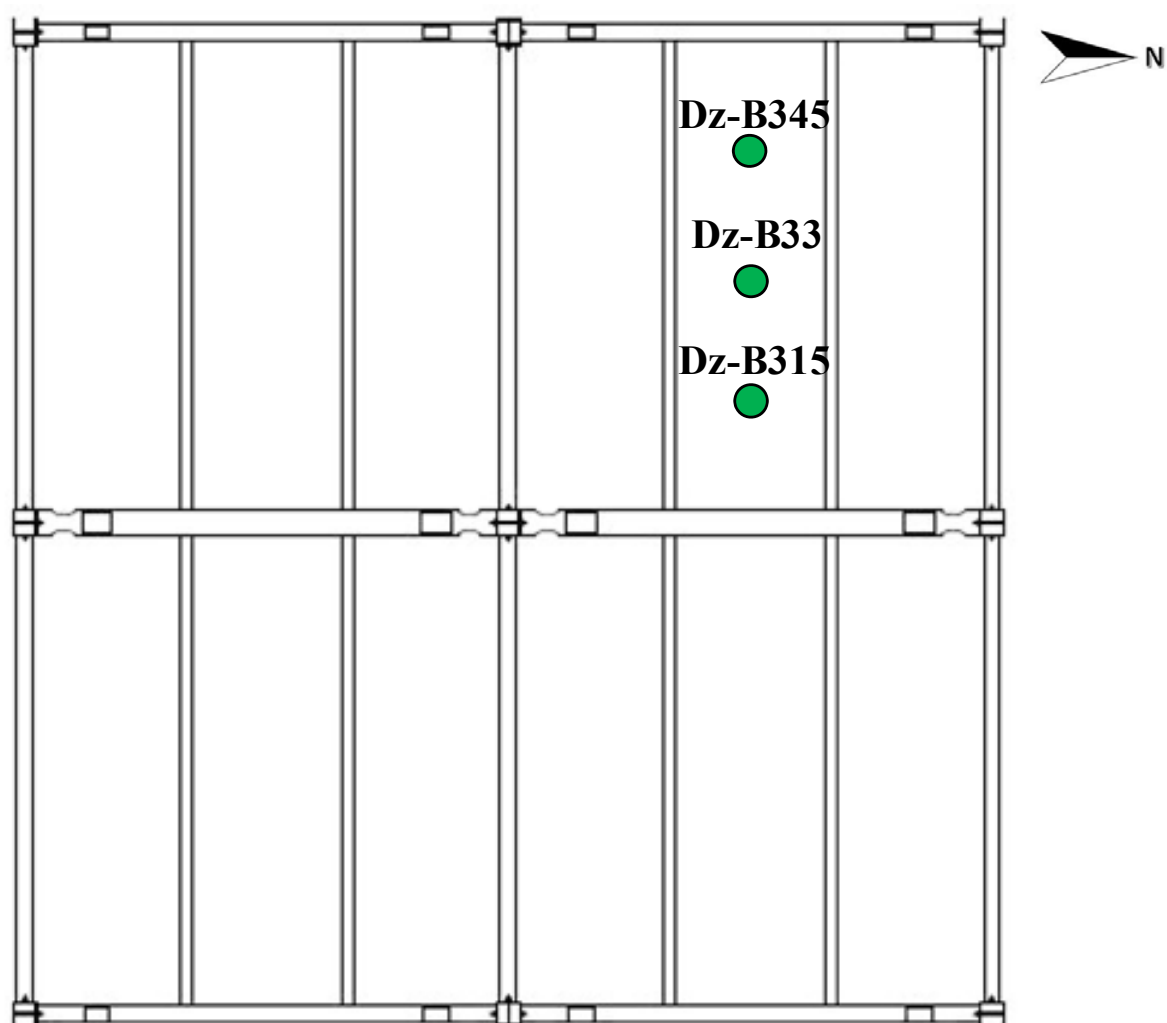
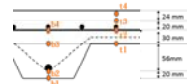
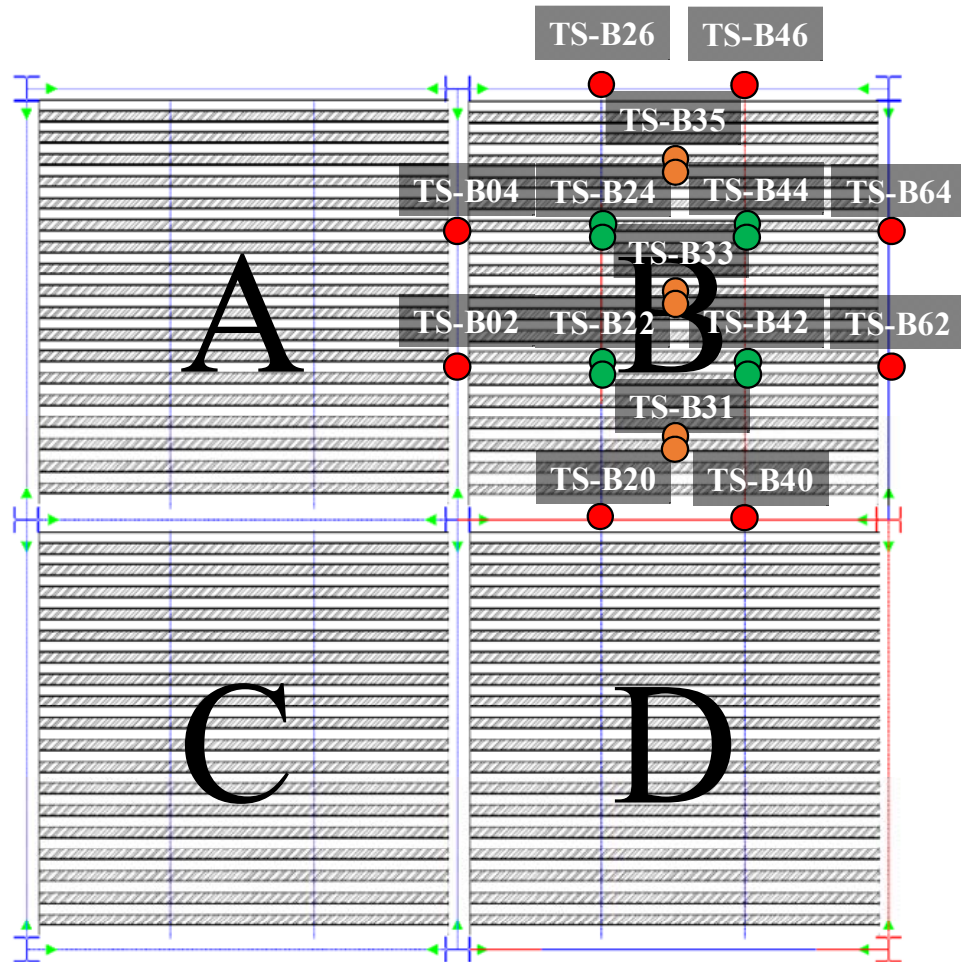
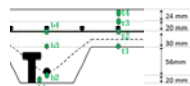


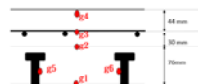
圖 4.45 第 3 次火害實驗區樓板位移計位置圖例(本研究整理)



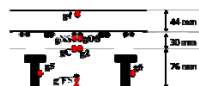
純樓板



小梁上



大梁上方



大梁上方之
新舊混凝土交界面

編號	高程位置
b1	波谷鋼承板之上表面
b2	下層主筋之下表面
b3	與波峰同高程之混凝土
b4	上層鋼筋之下表面
t1	波峰鋼承板之上表面
t2	上層鋼筋之下表面
t3	樓版表面下方24mm之混凝土
t4	樓版表面下之混凝土

編號	高程位置
g1	大梁上翼板之上表面
g2	與波峰同高程之混凝土
g3	上層鋼筋之下表面
g4	樓版表面下之混凝土
g5	剪力釘1/2長度之表面
g6	剪力釘1/2長度之表面
gFS	下層鋼筋之下表面
gC	與波峰同高程之混凝土交界面
gNS	新植上層鋼筋之下表面
gOS	舊有上層鋼筋之下表面

圖 4.46 第 3 次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例(本研究整理)

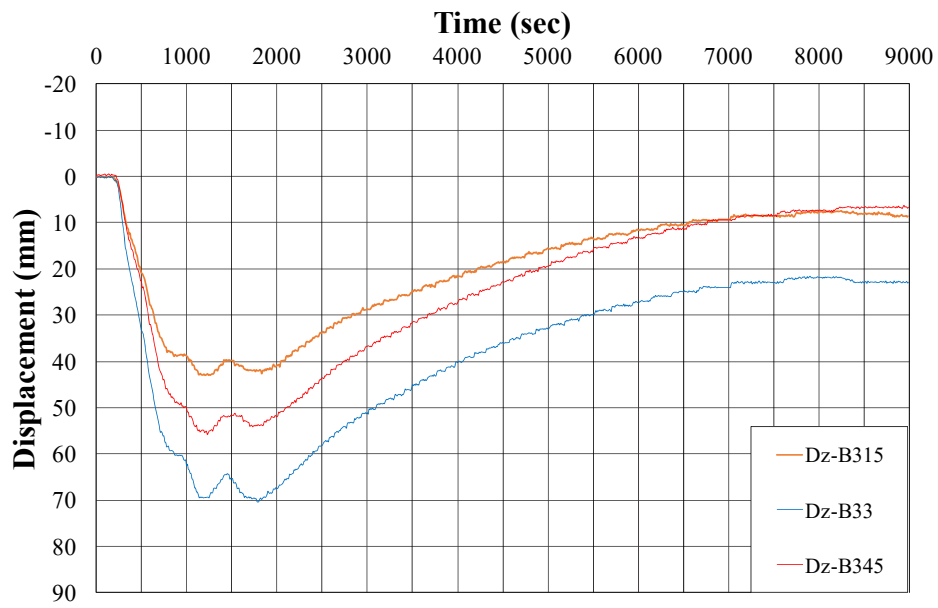


圖 4.47 第 3 次火害實驗區樓板位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.25 第 3 次火害實驗區樓板位移時間表例

Time (s)	Dz-B315	Dz-B33	Dz-B345
0	0	0	0
1	0.032898	-0.03252	-0.39092
2	0.164488	0.032519	-0.19546
3	0	0.130076	-0.32576
4	-0.13159	0.162595	-0.09773
5	0.032898	0.130076	-0.16288
6	-0.0329	0.065038	-0.45607
7	-0.09869	0.032519	-0.19546
8	-0.0329	0.227633	-0.45607
9	-0.16449	0.065038	-0.39092
10	0.032898	0.130076	-0.29319
11	0	-0.03252	-0.39092
12	0.032898	0.032519	-0.16288
13	0.098693	0.097557	-0.45607
14	0	0.065038	-0.52122
15	0.032898	-0.03252	-0.19546
16	-0.16449	0.097557	-0.45607
17	-0.09869	0.227633	-0.19546
18	0.065795	-0.03252	-0.35834
19	-0.23028	0.227633	-0.45607
20	0	0.065038	-0.32576
21	-0.19739	0	-0.42349
22	-0.16449	-0.09756	-0.22803
23	0	0	-0.35834
24	0.164488	0.162595	-0.29319
25	0	0.032519	-0.61895
26	-0.26318	-0.03252	-0.22803
27	0.13159	-0.13008	-0.16288
28	0.032898	-0.06504	-0.26061
29	0.098693	0.227633	-0.29319
30	0	-0.03252	-0.39092

(本研究整理)

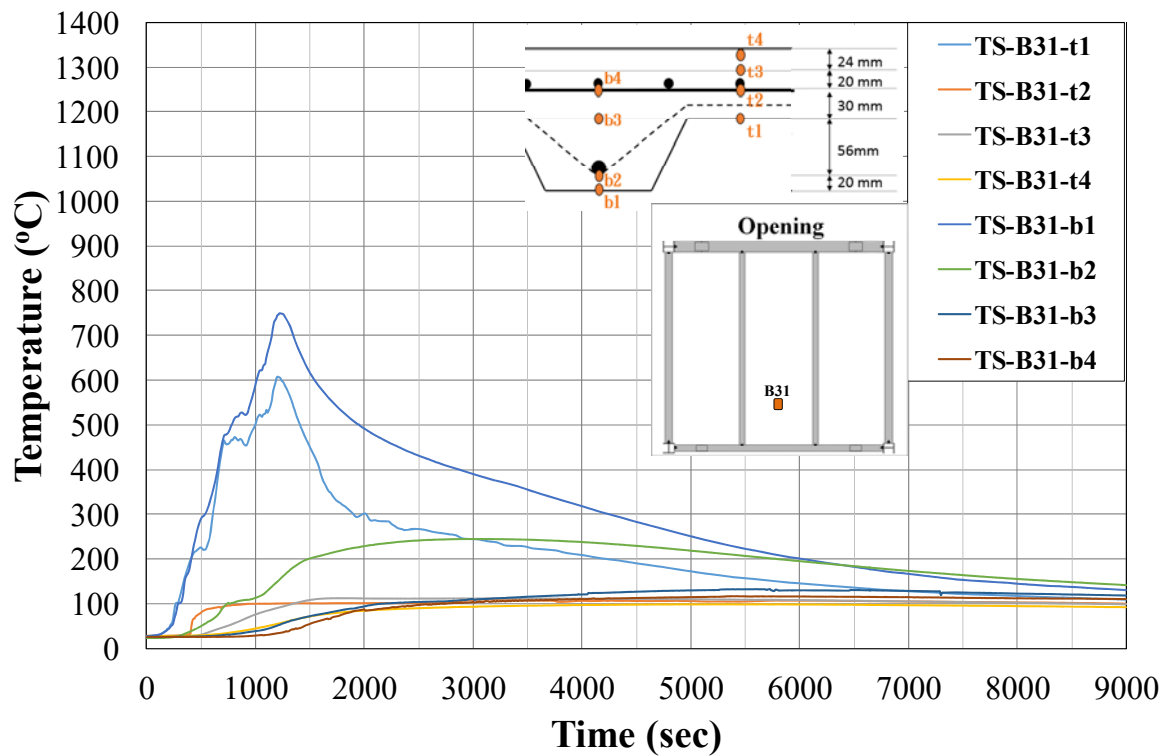


圖 4.48 第 3 次火害實驗區樓板測點 B31 溫度歷時圖例(本研究整理)

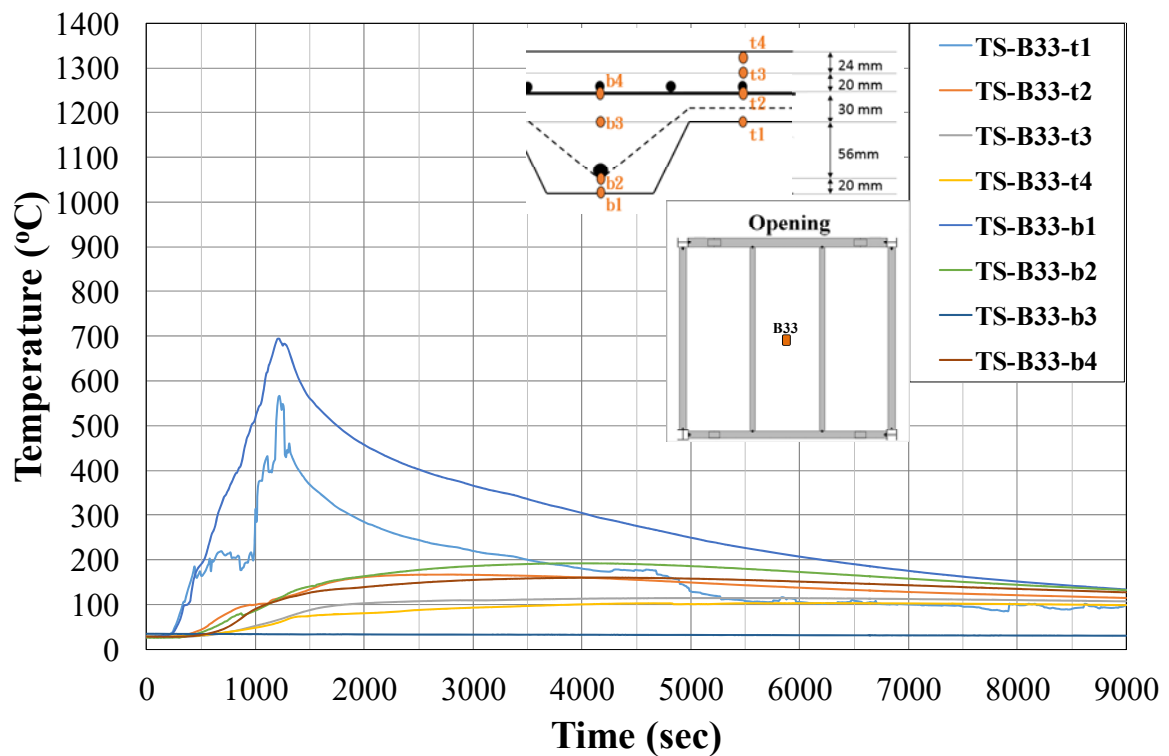


圖 4.49 第 3 次火害實驗區樓板測點 B33 溫度歷時圖例(本研究整理)

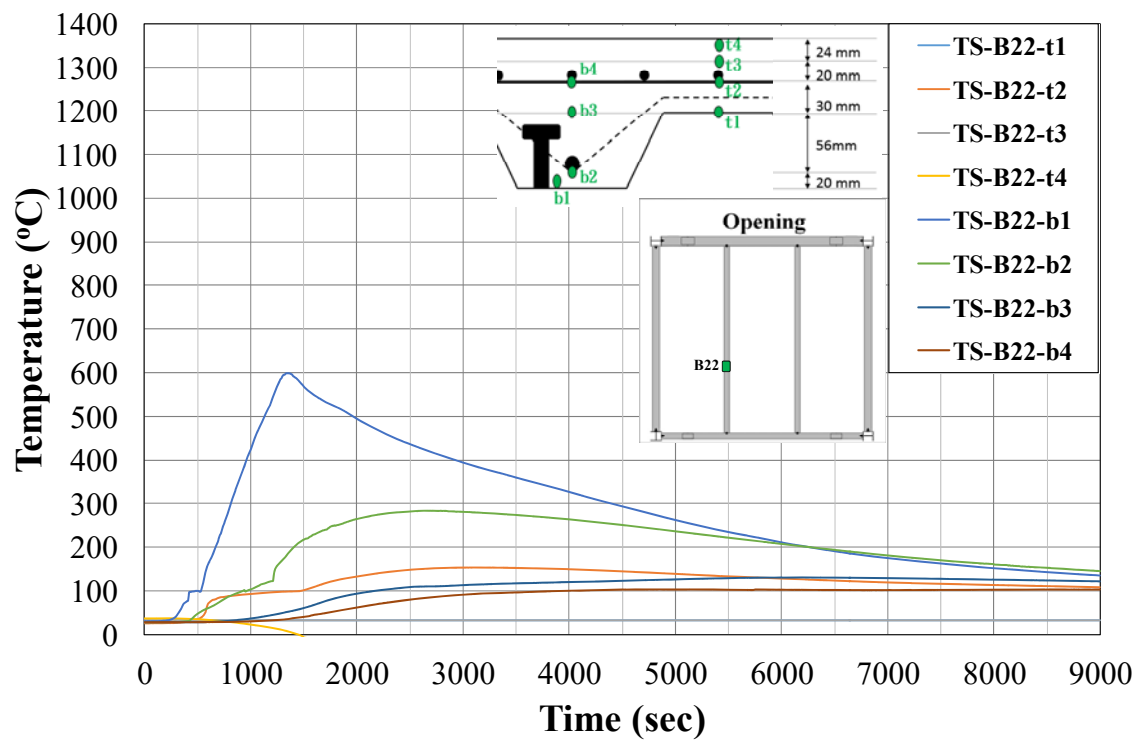


圖 4.50 第 3 次火害實驗區樓板測點 B22 溫度歷時圖例(本研究整理)

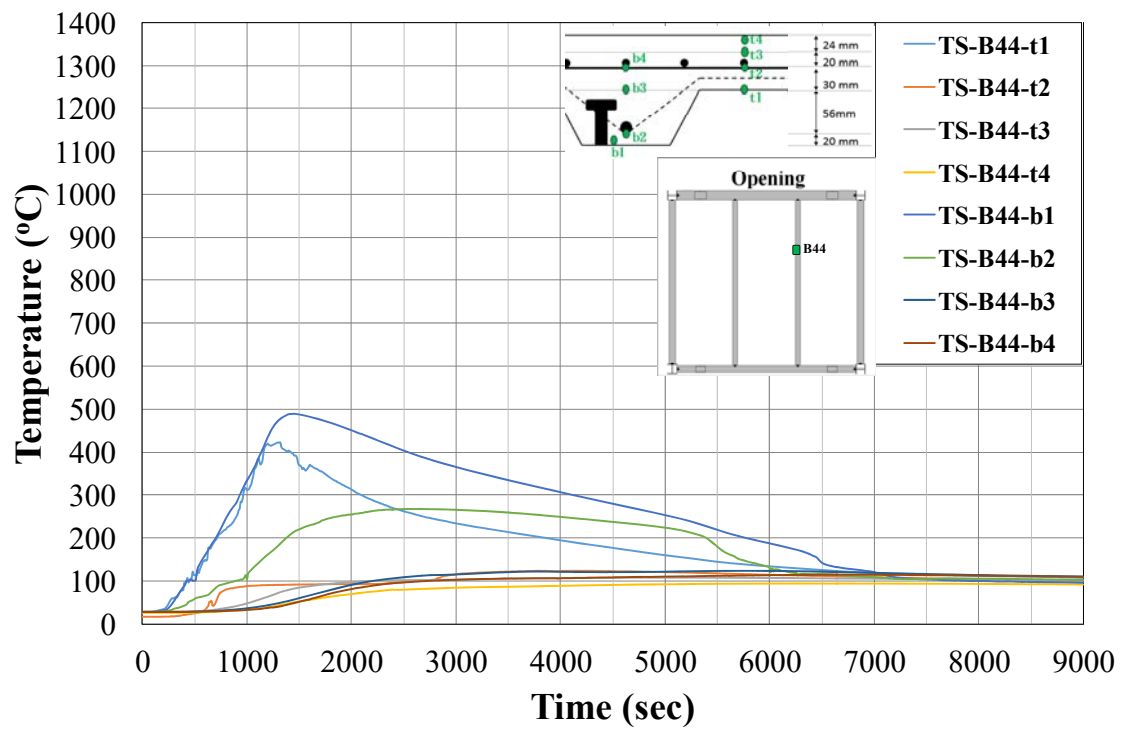


圖 4.51 第 3 次火害實驗區樓板測點 B44 溫度歷時圖例(本研究整理)

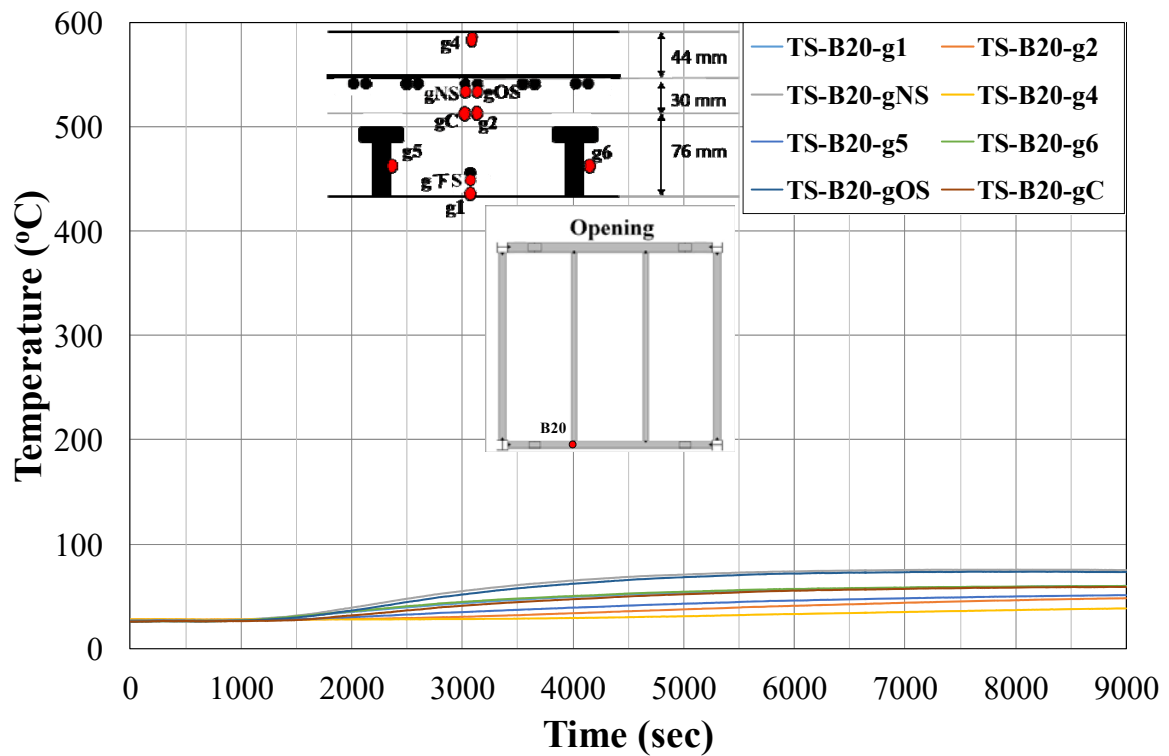


圖 4.52 第 3 次火害實驗區樓板測點 B20 溫度歷時圖例(本研究整理)

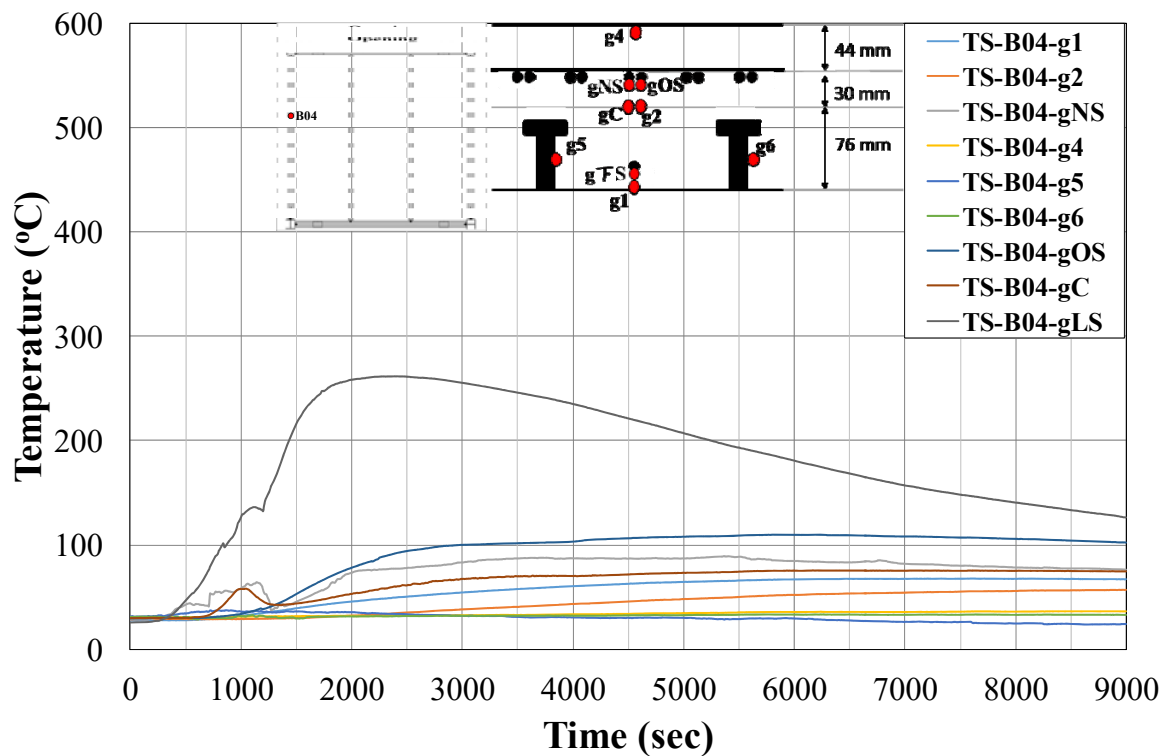


圖 4.53 第 3 次火害實驗區樓板測點 B04 溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.26 第 3 次火害實驗區樓板測點 B31 溫度時間表例

Time(s)	TS-B31-t1	TS-B31-t2	TS-B31-t3	TS-B31-t4	TS-B31-b1	TS-B31-b2	TS-B31-b3	TS-B31-b4
0	27.1	27.1	26.7	26.9	27.3	22.7	25.3	26.5
1	27.1	27.1	26.7	26.9	27.3	22.7	25.3	26.5
2	27.1	27	26.6	27	27.3	22.8	25.3	26.6
3	27.1	27	26.7	27	27.3	22.7	25.3	26.5
4	27.1	27	26.6	26.9	27.3	22.6	25.2	26.4
5	27.2	27.1	26.7	27.1	27.5	22.9	25.4	26.7
6	27.1	27.1	26.7	27	27.4	22.7	25.3	26.5
7	27.1	27	26.6	26.9	27.3	22.8	25.3	26.6
8	27.2	27.1	26.7	27	27.4	22.8	25.3	26.5
9	27.2	27	26.7	26.9	27.3	22.6	25.3	26.4
10	27.2	27.1	26.7	27	27.4	22.7	25.3	26.6
11	27.3	27.1	26.7	27	27.3	22.6	25.3	26.5
12	27.3	27.1	26.7	26.9	27.4	22.7	25.3	26.5
13	27.3	27.1	26.7	26.9	27.3	22.6	25.3	26.4
14	27.3	26.9	26.5	26.8	27.1	22.6	25.3	26.5
15	27.3	27	26.6	26.9	27.2	22.6	25.2	26.4
16	27.3	27.1	26.6	26.9	27.3	22.6	25.2	26.3
17	27.2	26.9	26.4	26.7	27.1	22.5	25.2	26.4
18	27.3	26.9	26.6	26.9	27.4	22.9	25.4	26.7
19	27.3	26.9	26.5	26.8	27.2	22.5	25.3	26.5
20	27.3	26.9	26.6	26.9	27.4	22.9	25.4	26.7
21	27.3	27.1	26.7	27	27.4	22.8	25.3	26.6
22	27.3	27	26.6	26.9	27.4	22.8	25.3	26.6
23	27.2	26.9	26.6	26.9	27.4	22.8	25.3	26.6
24	27.3	27.1	26.6	26.9	27.5	22.8	25.3	26.6
25	27.3	26.9	26.6	26.8	27.2	22.5	25.1	26.3
26	27.4	27.1	26.7	26.9	27.4	22.6	25.2	26.3
27	27.3	26.9	26.5	26.8	27.2	22.6	25.3	26.5
28	27.5	27	26.5	26.8	27.3	22.6	25.1	26.5
29	27.6	27.1	26.6	26.9	27.3	22.6	25.2	26.3
30	27.4	26.9	26.5	26.8	27.3	22.6	25.3	26.6

(本研究整理)

表 4.27 第 3 次火害實驗區樓板測點 B33 溫度時間表例

Time(s)	TS-B33-t1	TS-B33-t2	TS-B33-t3	TS-B33-t4	TS-B33-b1	TS-B33-b2	TS-B33-b3	TS-B33-b4
0	28.4	27.8	27.9	27.5	27.9	26.9	35.4	27.8
1	28.3	27.7	27.7	27.3	27.9	26.7	35.3	27.6
2	28.3	27.7	27.8	27.5	27.9	26.8	35.4	27.8
3	28.3	27.7	27.7	27.5	27.9	26.8	35.3	27.7
4	28.3	27.7	27.8	27.3	27.9	26.7	35.3	27.7
5	28.3	27.8	27.8	27.5	27.9	26.9	35.4	27.9
6	28.3	27.8	27.8	27.5	27.9	26.9	35.4	27.8
7	28.3	27.6	27.7	27.4	27.9	26.9	35.4	27.9
8	28.3	27.9	27.9	27.6	27.9	26.9	35.4	27.8
9	28.3	27.7	27.7	27.3	27.9	26.7	35.3	27.6
10	28.4	27.8	27.8	27.6	27.9	26.9	35.4	27.9
11	28.4	27.8	27.8	27.4	27.9	26.8	35.3	27.6
12	28.4	27.8	27.8	27.4	27.9	26.8	35.3	27.7
13	28.5	27.8	27.8	27.4	27.9	26.7	35.3	27.6
14	28.4	27.6	27.6	27.3	27.8	26.6	35.3	27.8
15	28.4	27.6	27.5	27.1	27.7	26.6	35.2	27.6
16	28.6	27.7	27.7	27.3	27.9	26.6	35.2	27.6
17	28.4	27.5	27.5	27.1	27.7	26.6	35.2	27.6
18	28.5	27.6	27.6	27.3	27.9	26.8	35.4	27.9
19	28.6	27.6	27.6	27.3	27.9	26.6	35.3	27.8
20	28.6	27.6	27.7	27.4	28	26.9	35.4	27.9
21	28.6	27.7	27.8	27.4	28	26.9	35.4	27.7
22	28.6	27.7	27.7	27.5	28	26.8	35.4	27.8
23	28.6	27.6	27.7	27.4	28	26.9	35.4	27.9
24	28.6	27.8	27.8	27.5	28.2	26.9	35.4	27.8
25	28.6	27.6	27.6	27.2	27.9	26.6	35.2	27.6
26	28.8	27.7	27.7	27.3	27.9	26.7	35.3	27.6
27	28.7	27.5	27.5	27.2	27.9	26.6	35.3	27.7
28	28.8	27.6	27.6	27.2	27.9	26.6	35.3	27.6
29	28.8	27.7	27.7	27.3	27.9	26.6	35.3	27.6
30	28.6	27.5	27.4	27.1	27.9	26.6	35.3	27.7

(本研究整理)

表 4.28 第 3 次火害實驗區樓板測點 B22 溫度時間表例

Time(s)	TS-B22-t1	TS-B22-t2	TS-B22-t3	TS-B22-t4	TS-B22-b1	TS-B22-b2	TS-B22-b3	TS-B22-b4
0	32.6	26.5	32.7	37.5	30.5	27.8	27.9	27.9
1	32.5	26.3	32.5	37.4	30.2	27.6	27.8	27.6
2	32.6	26.5	32.7	37.5	30.5	27.7	27.9	27.9
3	32.6	26.6	32.7	37.5	30.5	27.8	27.9	27.9
4	32.5	26.4	32.6	37.4	30.4	27.6	27.9	27.7
5	32.6	26.5	32.7	37.5	30.5	27.7	27.9	27.9
6	32.5	26.3	32.5	37.4	30.4	27.6	27.8	27.7
7	32.5	26.4	32.5	37.4	30.4	27.6	27.9	27.8
8	32.6	26.5	32.7	37.5	30.5	27.8	27.9	27.9
9	32.7	26.5	32.7	37.5	30.5	27.7	27.9	27.9
10	32.5	26.4	32.5	37.5	30.4	27.7	27.9	27.7
11	32.6	26.5	32.6	37.5	30.5	27.7	27.9	27.9
12	32.5	26.3	32.5	37.4	30.3	27.6	27.8	27.7
13	32.6	26.4	32.6	37.5	30.4	27.7	27.9	27.8
14	32.7	26.6	32.7	37.5	30.5	27.7	27.9	27.9
15	32.6	26.4	32.6	37.4	30.4	27.6	27.8	27.7
16	32.6	26.5	32.6	37.5	30.4	27.6	27.8	27.7
17	32.5	26.4	32.5	37.4	30.3	27.6	27.8	27.7
18	32.5	26.3	32.5	37.3	30.3	27.6	27.9	27.8
19	32.5	26.3	32.5	37.3	30.2	27.5	27.6	27.6
20	32.5	26.4	32.5	37.3	30.3	27.6	27.9	27.8
21	32.5	26.4	32.5	37.5	30.4	27.7	27.9	27.9
22	32.5	26.3	32.5	37.4	30.3	27.6	27.9	27.8
23	32.5	26.4	32.5	37.4	30.3	27.6	27.9	27.8
24	32.5	26.5	32.6	37.5	30.5	27.8	27.9	27.9
25	32.6	26.6	32.7	37.5	30.5	27.6	27.9	27.8
26	32.5	26.4	32.6	37.5	30.4	27.7	27.9	27.8
27	32.8	26.6	32.7	37.5	30.5	27.7	27.9	27.9
28	32.5	26.4	32.6	37.4	30.4	27.6	27.8	27.7
29	32.5	26.4	32.5	37.4	30.3	27.6	27.8	27.7
30	32.6	26.4	32.5	37.4	30.4	27.6	27.9	27.8

(本研究整理)

表 4.29 第 3 次火害實驗區樓板測點 B44 溫度時間表例

Time(s)	TS-B44-t1	TS-B44-t2	TS-B44-t3	TS-B44-t4	TS-B44-b1	TS-B44-b2	TS-B44-b3	TS-B44-b4
0	27.9	16.9	26.7	26.7	28.6	27.3	27.4	27.1
1	27.8	16.9	26.6	26.6	28.6	27.2	27.3	27.1
2	27.9	16.9	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
3	27.9	16.9	26.7	26.6	28.6	27.3	27.4	27.1
4	27.9	17	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
5	27.9	16.9	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
6	27.9	16.9	26.7	26.6	28.6	27.3	27.4	27.1
7	27.9	16.9	26.7	26.7	28.6	27.3	27.4	27.1
8	27.8	16.9	26.7	26.7	28.6	27.3	27.4	27.1
9	27.9	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
10	27.9	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
11	28	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
12	28	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
13	28	17	26.9	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
14	27.9	17.1	26.7	26.7	28.6	27.2	27.4	27.1
15	28	17.1	26.9	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
16	28	17.1	26.9	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
17	27.9	17	26.7	26.6	28.6	27.2	27.3	27.1
18	27.9	17	26.7	26.7	28.7	27.3	27.4	27.1
19	28	17.1	26.9	26.8	28.7	27.3	27.5	27.1
20	27.9	17	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
21	28	17	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
22	28	16.9	26.9	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
23	28	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
24	28	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
25	28.1	17.2	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
26	28.2	17.2	26.8	26.7	28.8	27.3	27.5	27.1
27	28.2	17.2	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
28	28.2	17.2	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.2
29	28.2	17.1	26.8	26.7	28.7	27.3	27.5	27.1
30	28.1	17.1	26.8	26.7	28.6	27.2	27.4	27.1

(本研究整理)

表 4.30 第 3 次火害實驗區樓板測點 B20 溫度時間表例

Time(s)	TS-B20-g1	TS-B20-g2	TS-B20-gNS	TS-B20-g4	TS-B20-g5	TS-B20-g6	TS-B20-gOS	TS-B20-gC
0	26.5	27.3	27	27.3	26.4	26	26	26
1	26.5	27.3	27	27.3	26.4	26	26	25.9
2	26.4	27.3	27	27.3	26.4	26.2	26.1	26.1
3	26.4	27.4	27	27.3	26.4	26	26	25.9
4	26.6	27.4	27	27.3	26.4	26.1	26	26
5	26.5	27.4	27	27.3	26.4	26.1	26	26
6	26.4	27.3	27	27.3	26.4	26.1	26	26
7	26.6	27.4	27.1	27.3	26.4	26.1	26	26
8	26.5	27.3	27.1	27.3	26.4	26.1	26	26
9	26.6	27.5	27	27.3	26.4	26	26	25.9
10	26.5	27.4	27.1	27.3	26.4	26	26	25.9
11	26.4	27.3	27	27.3	26.4	26	26	25.9
12	26.5	27.3	27	27.3	26.4	26.1	26	26
13	26.5	27.4	27.1	27.3	26.4	26.1	26	26
14	26.5	27.3	27.1	27.3	26.4	26	26	25.9
15	26.5	27.3	27	27.3	26.4	26	26	25.9
16	26.4	27.3	27	27.3	26.4	26.1	26	26
17	26.6	27.4	27	27.3	26.4	26	26	25.9
18	26.5	27.3	27	27.3	26.4	26	25.9	25.9
19	26.5	27.4	27.1	27.3	26.4	26	26	25.9
20	26.6	27.4	27	27.3	26.4	26	26	25.9
21	26.5	27.3	27.1	27.3	26.4	26	26	25.9
22	26.5	27.4	27.1	27.3	26.4	26.1	26	26
23	26.4	27.3	27.1	27.3	26.4	26.1	26.1	26
24	26.5	27.4	27.1	27.3	26.4	26.1	26	26
25	26.6	27.5	27.1	27.3	26.4	26	26	26
26	26.5	27.4	27	27.3	26.5	26.1	26	26
27	26.6	27.4	27.1	27.3	26.4	26.1	26	26
28	26.6	27.5	27	27.3	26.4	26	26	25.9
29	26.6	27.5	27	27.3	26.4	26.1	26	26
30	26.6	27.4	27.1	27.3	26.4	26	26	25.9

(本研究整理)

表 4.31 第 3 次火害實驗區樓板測點 B04 溫度時間表例

Time(s)	TS-B04-g1	TS-B04-g2	TS-B04-gNS	TS-B04-g4	TS-B04-g5	TS-B04-g6	TS-B04-gOS	TS-B04-gC	TS-B04-gLS
0	27.9	28.7	29.1	30.4	31.9	30.9	29.5	29.8	25.7
1	27.9	28.8	29	30.4	31.9	30.9	29.5	29.8	25.7
2	27.9	28.7	29.2	30.3	31.8	30.8	29.4	29.8	25.7
3	27.9	28.7	29.1	30.4	31.9	30.9	29.5	29.8	25.7
4	27.9	28.8	29.2	30.5	31.9	31	29.6	29.8	25.7
5	27.9	28.8	29.2	30.4	31.9	30.9	29.6	29.8	25.7
6	27.9	28.7	29	30.2	31.7	30.9	29.5	29.9	25.7
7	27.9	28.7	29.1	30.4	31.9	30.9	29.6	29.8	25.7
8	27.9	28.8	29.1	30.3	31.9	30.9	29.4	29.9	25.7
9	27.9	28.9	29.2	30.4	31.9	31	29.6	29.8	25.7
10	27.9	28.7	29.2	30.5	31.9	31	29.6	29.9	25.7
11	27.9	28.7	29.2	30.4	31.9	30.8	29.3	29.8	25.7
12	27.9	28.8	29.2	30.3	31.9	30.8	29.5	29.8	25.7
13	27.9	28.7	29.1	30.2	31.8	30.9	29.6	29.8	25.7
14	27.9	28.8	29.1	30.2	31.8	30.8	29.5	29.8	25.7
15	27.9	28.7	29.1	30.4	31.9	30.8	29.5	29.8	25.7
16	27.9	28.7	29.2	30.4	31.9	30.8	29.4	29.9	25.7
17	27.9	28.7	28.9	30.3	31.8	30.9	29.6	29.8	25.7
18	27.9	28.7	29.1	30.4	32	30.8	29.4	29.8	25.7
19	27.9	28.8	29.2	30.3	31.9	30.8	29.4	29.8	25.7
20	27.9	28.7	29.2	30.3	32	30.9	29.6	29.9	25.7
21	27.9	28.9	29.2	30.5	32	30.8	29.5	29.9	25.7
22	27.9	28.7	29.2	30.3	31.9	30.8	29.5	29.8	25.7
23	27.9	28.7	29.2	30.4	32	30.8	29.4	29.8	25.7
24	27.9	28.7	29.2	30.3	31.9	30.8	29.5	29.8	25.7
25	27.9	28.7	29.2	30.4	31.9	30.9	29.6	29.9	25.7
26	27.9	28.8	29.2	30.4	32	30.8	29.5	29.8	25.7
27	27.9	28.8	29.1	30.5	32	30.9	29.6	29.9	25.7
28	27.9	28.7	29.1	30.3	31.8	30.9	29.6	29.8	25.7
29	27.9	28.8	29.1	30.3	31.7	30.9	29.6	29.8	25.7
30	27.9	28.9	29	30.3	31.6	30.9	29.6	29.8	25.7

(本研究整理)

第四節 第 4 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介

4.4.1 火害實驗空間溫度

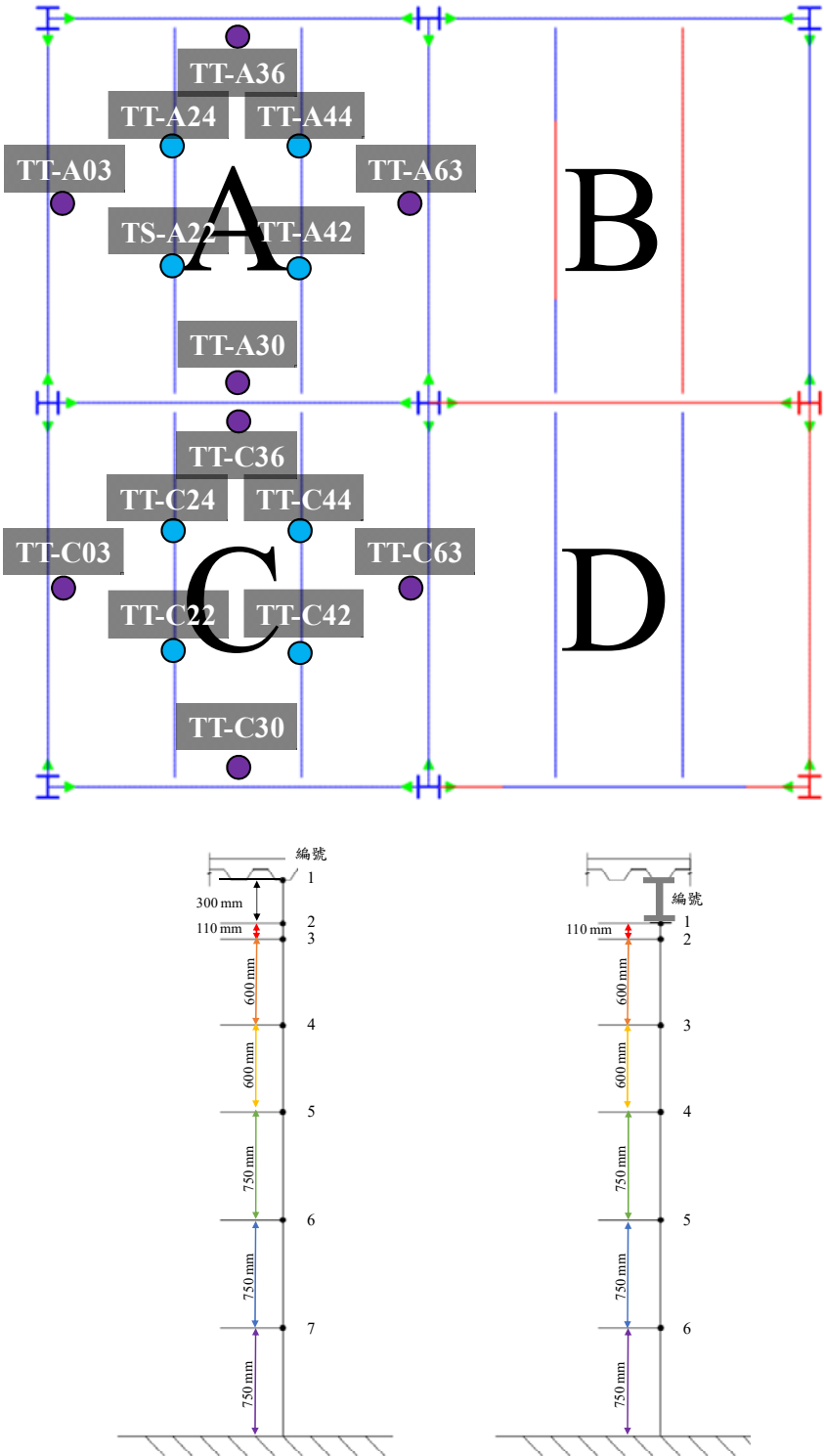


圖 4.54 第 4 次火害實驗區熱電偶樹配置圖例(本研究整理)

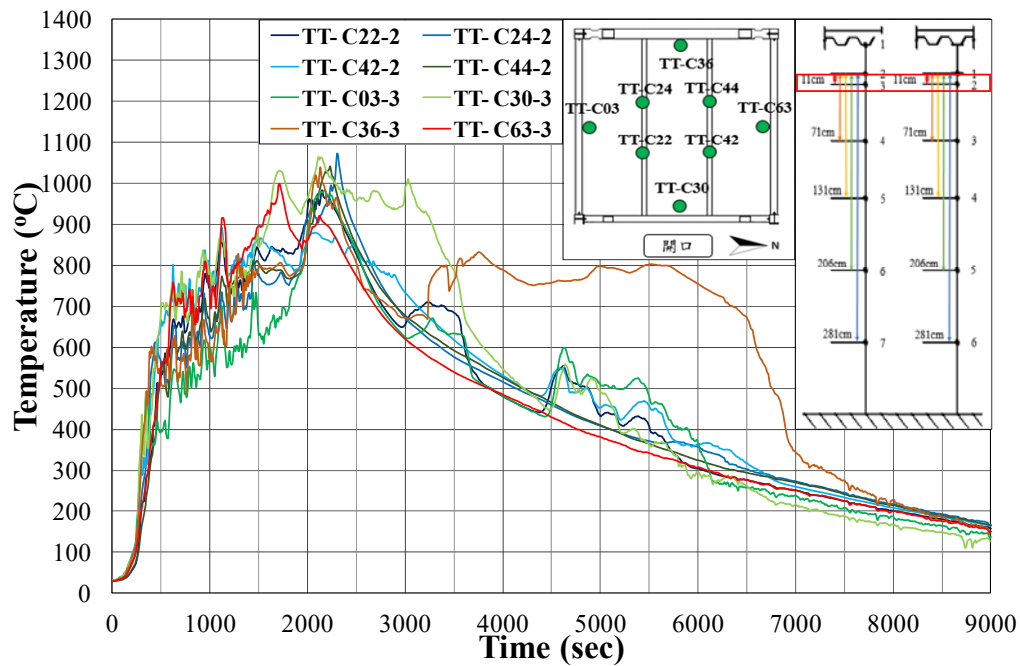


圖 4.55 第 4 次火害實驗區空間溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.32 第 4 次火害實驗區空間溫度時間表例

Time(s)	C22-2	C24-2	C42-2	C44-2	C03-3	C30-3	C36-3	C63-3
0	32.2	31.2	31.3	30.4	30.2	31.5	30.6	30.1
1	32.2	31.2	31.2	30.3	30.4	31.6	30.6	30.1
2	32.2	31.2	31.3	30.4	30.3	31.6	30.6	30.1
3	32.2	31.2	31.3	30.4	30.3	31.6	30.7	30.2
4	32.2	31.2	31.3	30.3	30.3	31.6	30.7	30.2
5	32.2	31.2	31.2	30.4	30.2	31.6	30.8	30.2
6	32.2	31.2	31.3	30.4	30.2	31.6	30.8	30.2
7	32.2	31.2	31.2	30.4	30.2	31.6	30.7	30.2
8	32.2	31.2	31.3	30.5	30.2	31.7	30.8	30.3
9	32.2	31.2	31.3	30.4	30.3	31.7	30.8	30.3
10	32.2	31.2	31.3	30.4	30.2	31.7	30.8	30.3
11	32.2	31.2	31.3	30.4	30.2	31.8	30.8	30.3
12	32.2	31.2	31.3	30.4	30.2	31.8	30.8	30.3
13	32.2	31.2	31.3	30.5	30.3	31.8	30.8	30.3
14	32.2	31.2	31.3	30.5	30.2	31.8	30.9	30.4
15	32.2	31.2	31.3	30.4	30.2	31.9	31	30.5
16	32.2	31.3	31.3	30.5	30.2	31.9	31	30.5
17	32.2	31.3	31.3	30.5	30.2	31.9	31.1	30.6
18	32.2	31.3	31.3	30.7	30.2	32	31.1	30.5
19	32.2	31.3	31.5	30.6	30.3	31.9	31.1	30.5
20	32.2	31.3	31.5	30.6	30.1	31.9	31.1	30.7
21	32.2	31.3	31.6	30.7	30.3	32	31.2	30.7
22	32.2	31.3	31.6	30.7	30.1	32	31.1	30.8
23	32.2	31.3	31.7	30.7	30.2	32	31.2	30.8
24	32.2	31.3	31.7	30.7	30.1	32	31.2	30.8
25	32.2	31.3	31.7	30.8	30.2	32.1	31.3	30.8
26	32.2	31.3	31.9	30.8	30.7	32.1	31.3	30.8
27	32.3	31.3	31.8	30.8	30.1	32.2	31.4	31
28	32.2	31.3	31.9	30.8	30.2	32	31.6	31
29	32.3	31.3	32	30.8	30.2	32.2	31.7	31
30	32.3	31.3	32	30.8	30.3	32.2	31.9	31.1

(本研究整理)

4.4.2 構件位移與溫度

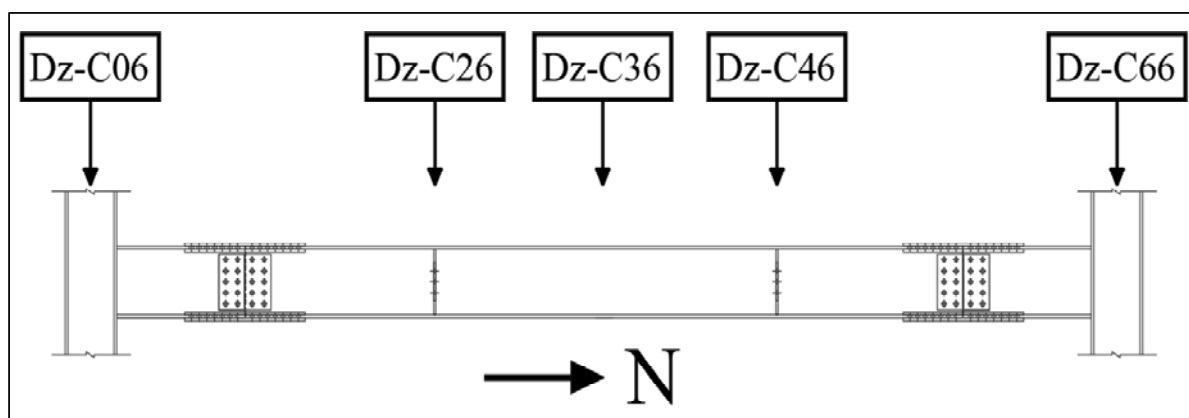
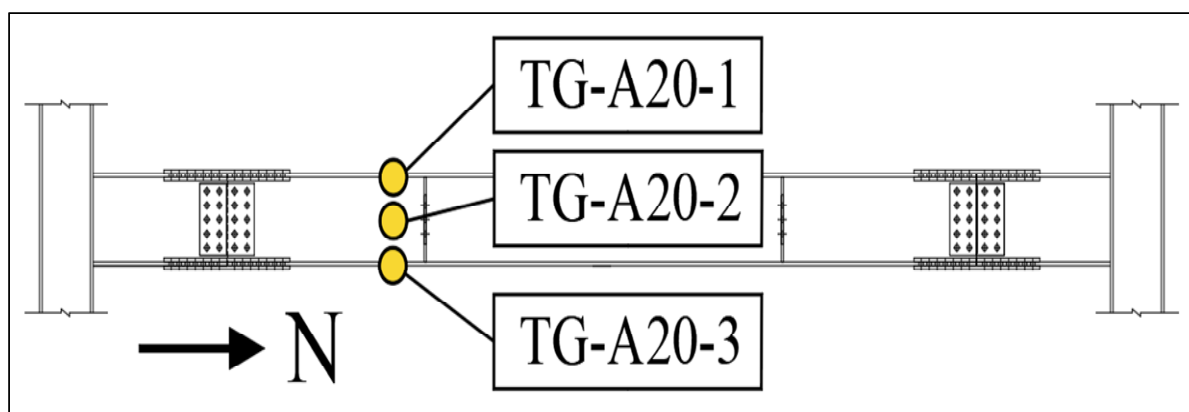
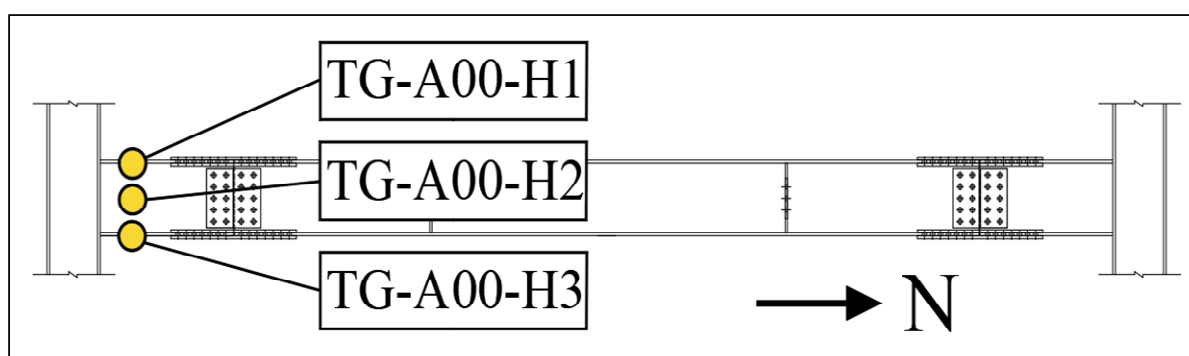


圖 4.56 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁位移計位置圖例(本研究整理)



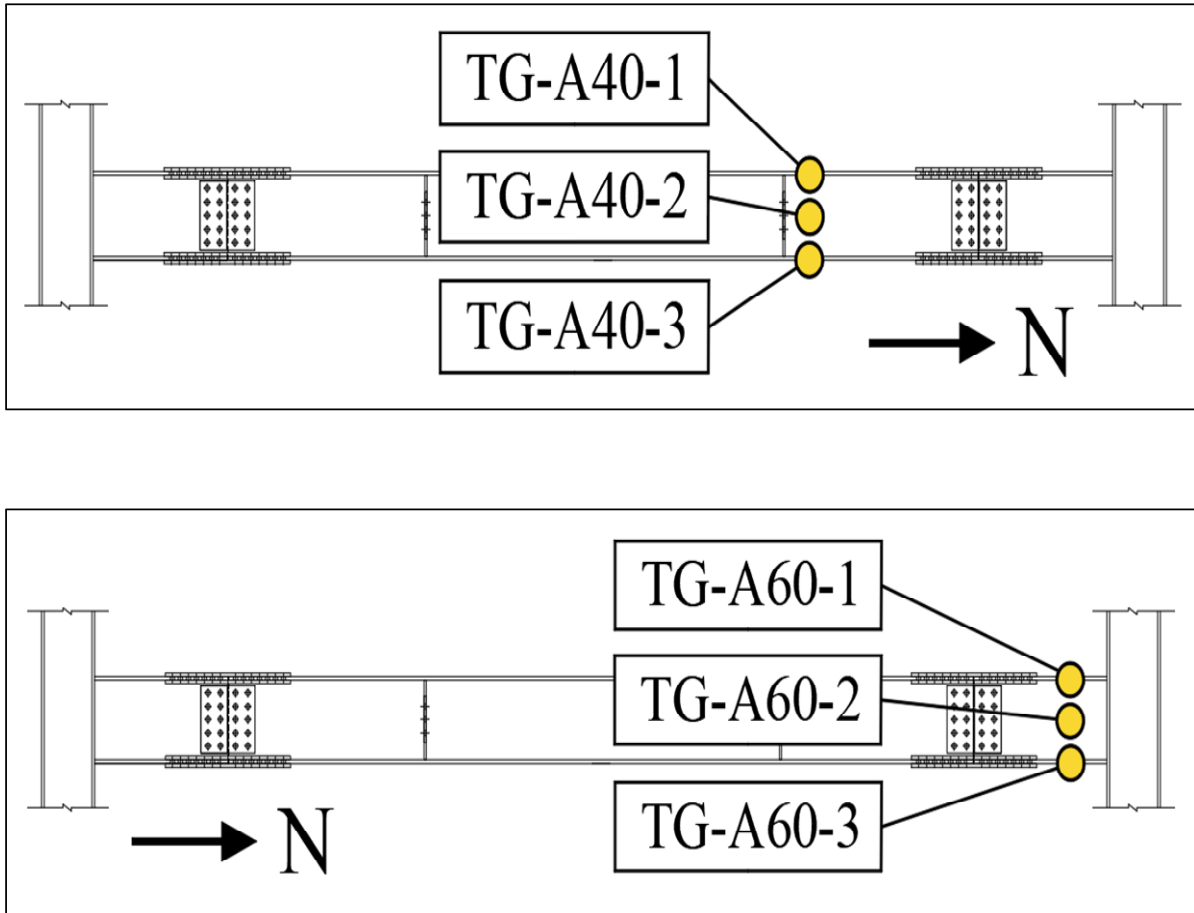


圖 4.57 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁熱電偶位置圖例(本研究整理)

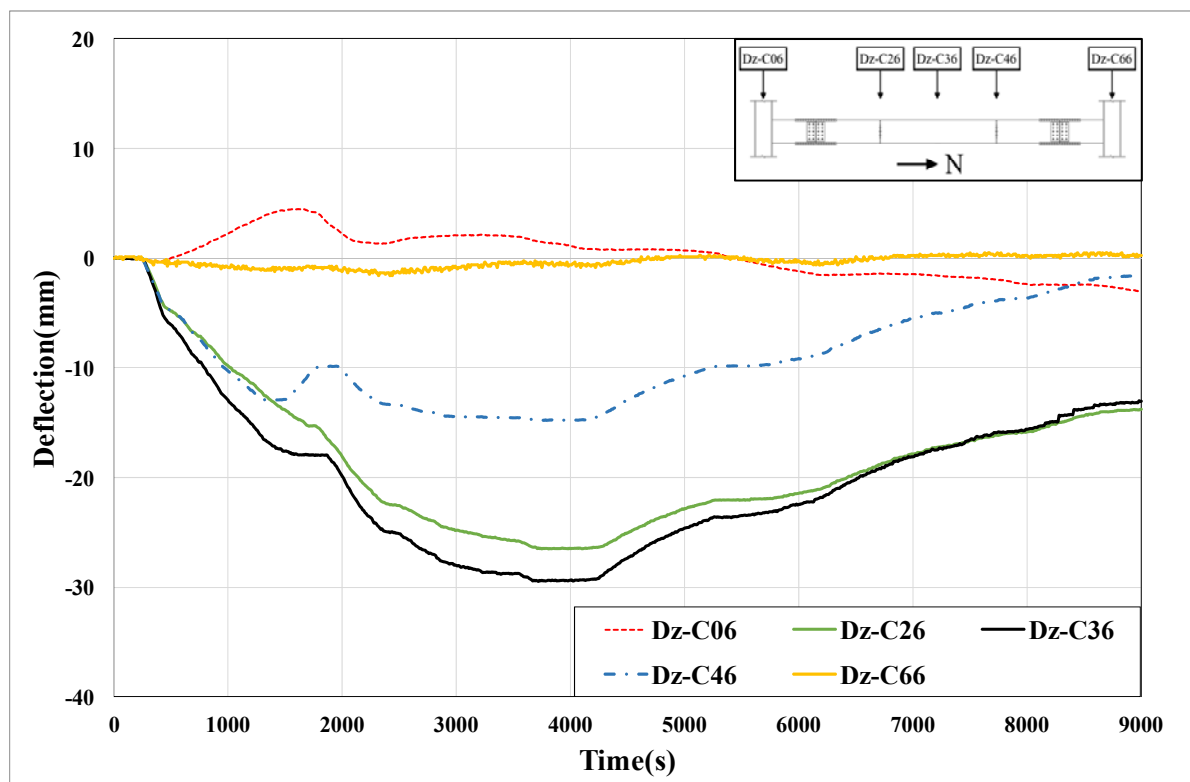
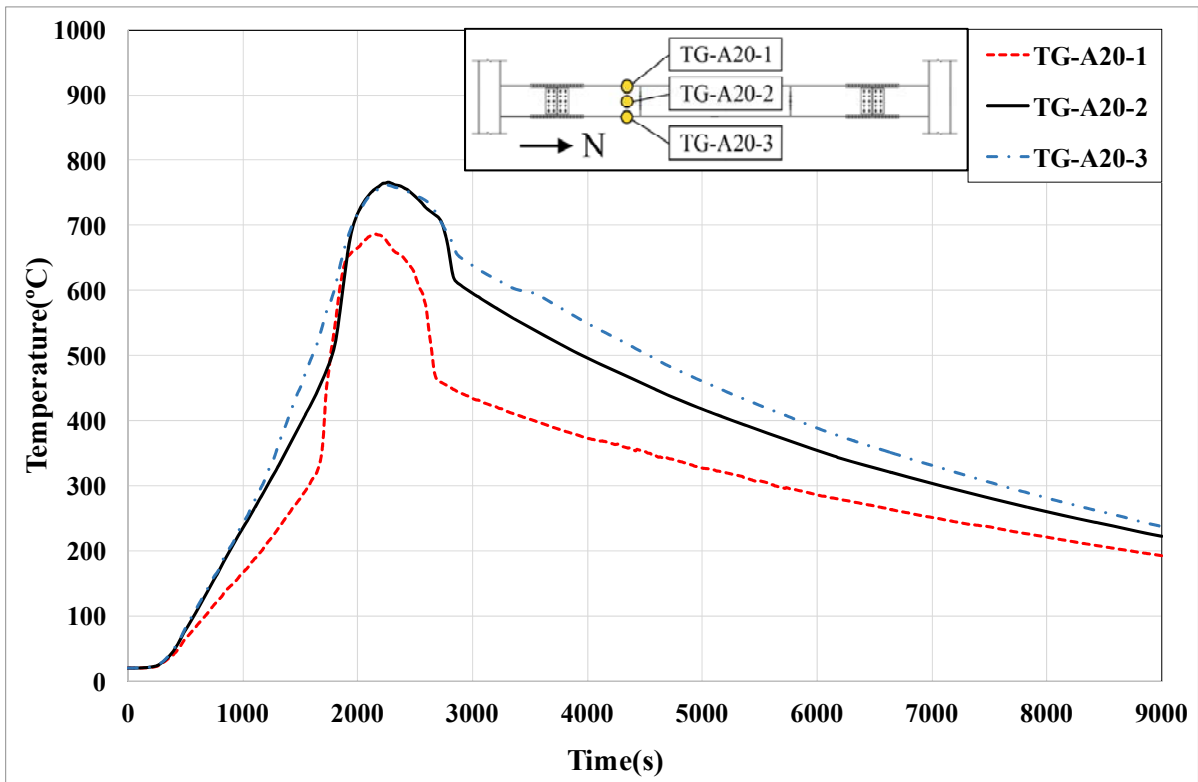
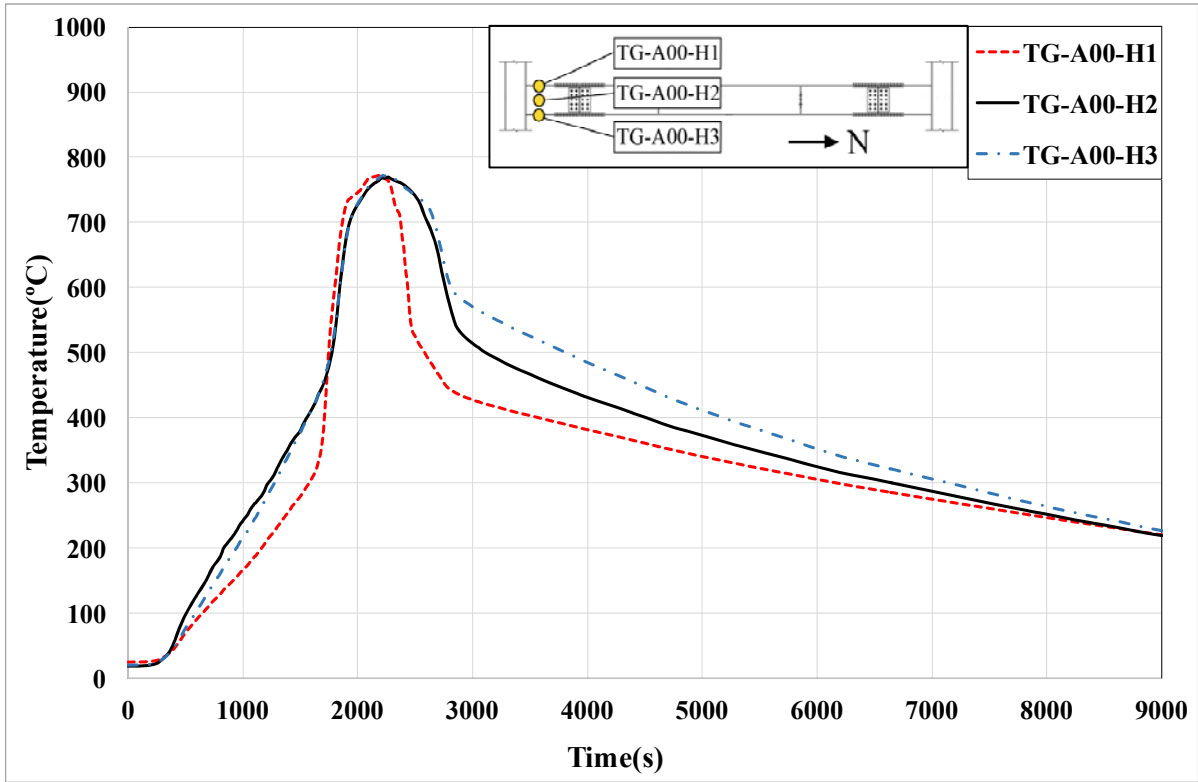


圖 4.58 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.33 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁位移時間表例

Time(s)	Dz-C06	Dz-C26	Dz-C36	Dz-C46	Dz-C66
0	0	0	0	0	0.00
1	-0.00351	0.018247	-0.09521	0.029224	0.13
2	-0.02108	0.029195	-0.04395	-0.00731	-0.12
3	0.007026	-0.00365	-0.03296	-0.00365	-0.12
4	0.021078	0.018247	-0.04761	-0.01826	-0.12
5	0.003513	0.010948	-0.04028	0.021918	-0.12
6	-0.03864	0.032844	0.007324	-0.02922	0.00
7	0.003513	0.010948	-0.00732	-0.01096	-0.24
8	0	0.018247	0.018311	0.007306	0.00
9	0.021078	-0.0146	0.003662	-0.01096	0.13
10	-0.00351	0.025545	0.029297	0.018265	0.00
11	0.007026	0.014598	-0.05859	-0.00365	-0.12
12	0.003513	0	-0.04395	-0.02192	0.00
13	0.010539	0.00365	-0.04395	-0.02192	0.13
14	0.007026	0.018247	0	-0.01461	-0.12
15	0.014052	0.00365	-0.01831	0.021918	0.13
16	-0.00703	0.025545	0.029297	-0.03288	0.00
17	0.010539	-0.00365	-0.01831	0.014612	-0.12
18	-0.00351	-0.0146	-0.01465	0.007306	0.13
19	0.007026	0.018247	-0.03662	-0.03653	0.00
20	0.017565	0.025545	-0.03662	-0.02922	0.13
21	0.014052	0.007299	-0.02197	-0.00365	-0.12
22	0.014052	0	0.007324	0.010959	0.00
23	0.017565	0.018247	0.003662	0.014612	0.13
24	0.017565	0.018247	-0.04761	-0.01461	-0.12
25	0.024591	0.014598	-0.01831	0.025571	-0.12
26	0.014052	0.007299	-0.02564	0.007306	0.00
27	0.021078	0	-0.01099	-0.00731	0.00
28	0.010539	0.014598	-0.00732	-0.00731	-0.12
29	0.010539	0.018247	-0.03296	-0.02192	-0.12
30	0.024591	0	-0.05127	0.021918	0.00

(本研究整理)



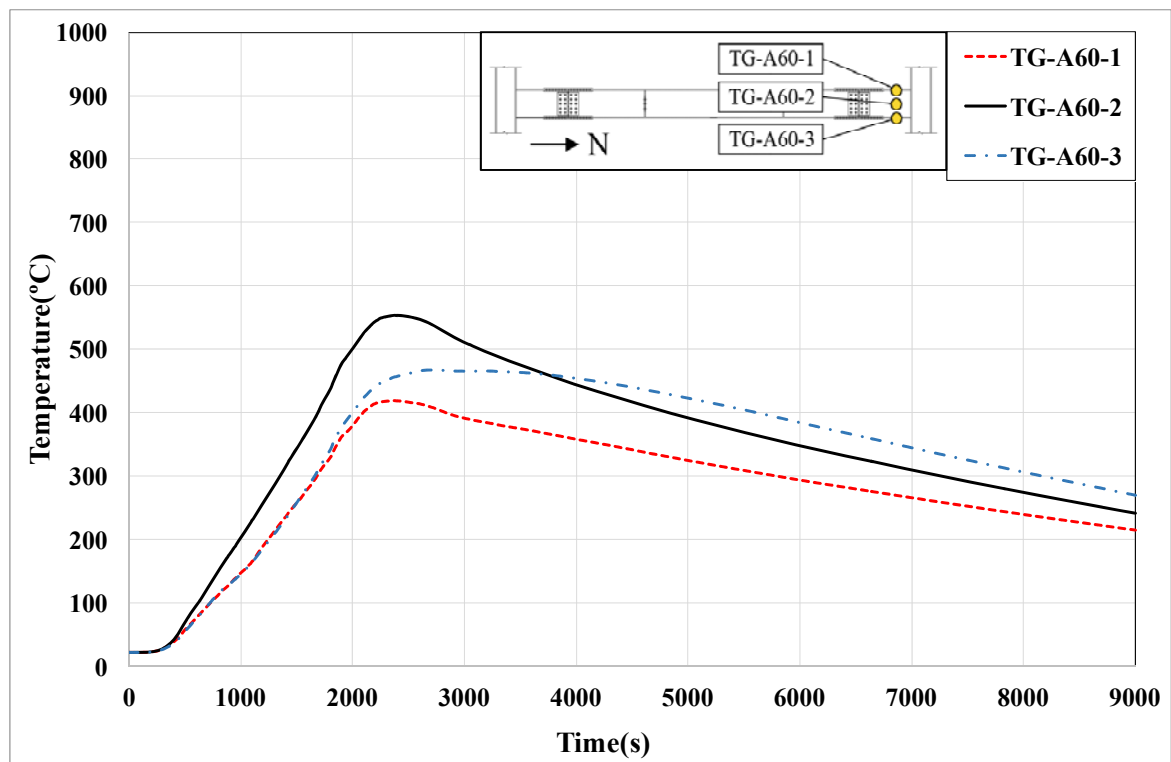
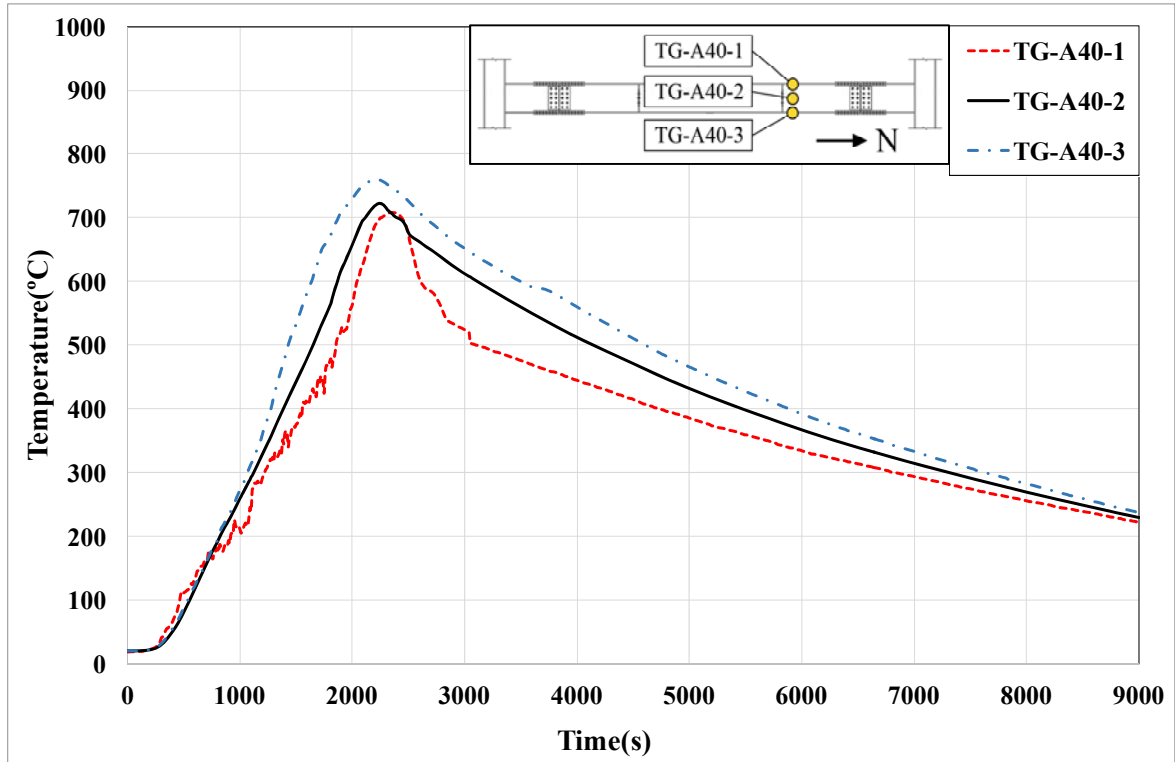


圖 4.59 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.34 第 4 次火害實驗區 RBS 大梁溫度時間表例

Time(s)	TG-A00-H1	TG-A00-H2	TG-A00-H3	TG-A20-1	TG-A20-2	TG-A20-3	TG-A40-1	TG-A40-2	TG-A40-3	TG-A60-1	TG-A60-2	TG-A60-3
0	24.8	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.2	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
1	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.0	20.0	22.7	21.8	21.6
2	24.8	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
3	24.8	18.2	20.7	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.6
4	24.9	18.2	20.8	20.3	21.2	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.9	21.6
5	24.9	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
6	24.9	18.3	20.7	20.3	21.1	21.3	19.2	20.1	20.0	22.7	21.8	21.6
7	24.9	18.3	20.8	20.3	21.1	21.2	19.3	20.1	20.0	22.6	21.8	21.7
8	24.8	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
9	24.8	18.2	20.7	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
10	24.8	18.3	20.8	20.3	21.2	21.3	19.2	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
11	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.0	19.9	22.7	21.9	21.6
12	24.9	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
13	24.8	18.3	20.7	20.3	21.1	21.2	19.3	20.0	19.9	22.7	21.9	21.7
14	24.8	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
15	24.9	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.6
16	24.9	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.9	21.6
17	24.9	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
18	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
19	24.8	18.3	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.6
20	24.8	18.3	20.8	20.3	21.1	21.2	19.3	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
21	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.0	19.9	22.7	21.9	21.7
22	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.4	20.1	19.9	22.7	21.8	21.6
23	24.8	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
24	24.8	18.3	20.8	20.3	21.1	21.2	19.3	20.0	20.0	22.7	21.8	21.6
25	24.8	18.3	20.7	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
26	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.4	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
27	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.3	20.1	20.0	22.7	21.8	21.7
28	24.9	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.4	20.1	19.9	22.7	21.8	21.6
29	24.8	18.2	20.7	20.4	21.1	21.3	19.4	20.1	19.9	22.7	21.8	21.7
30	24.8	18.2	20.8	20.3	21.1	21.3	19.4	20.1	19.9	22.6	21.8	21.6

(本研究整理)

4.4.3 樓板位移與溫度

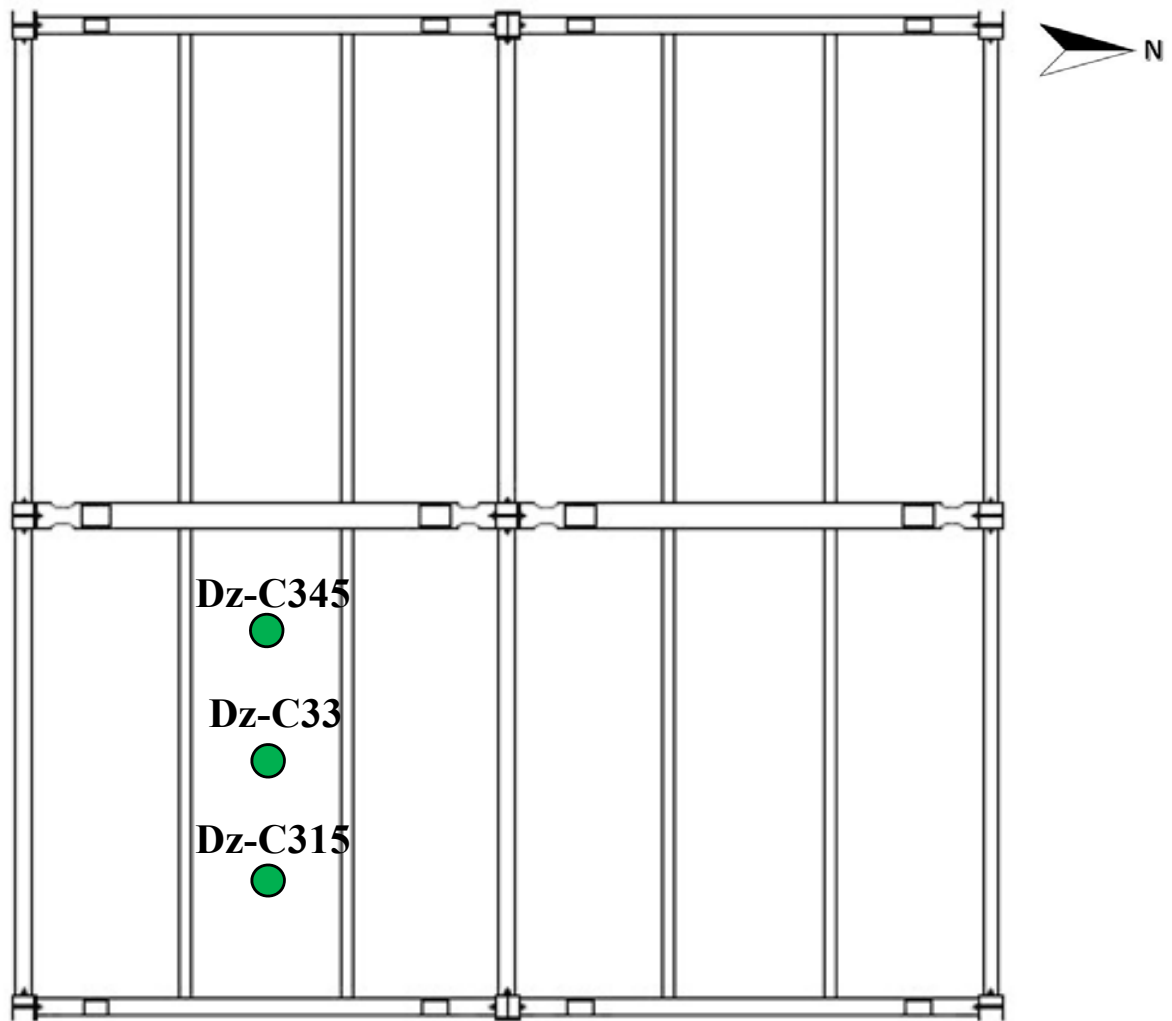


圖 4.60 第 4 次火害實驗區樓板位移計位置圖例(本研究整理)

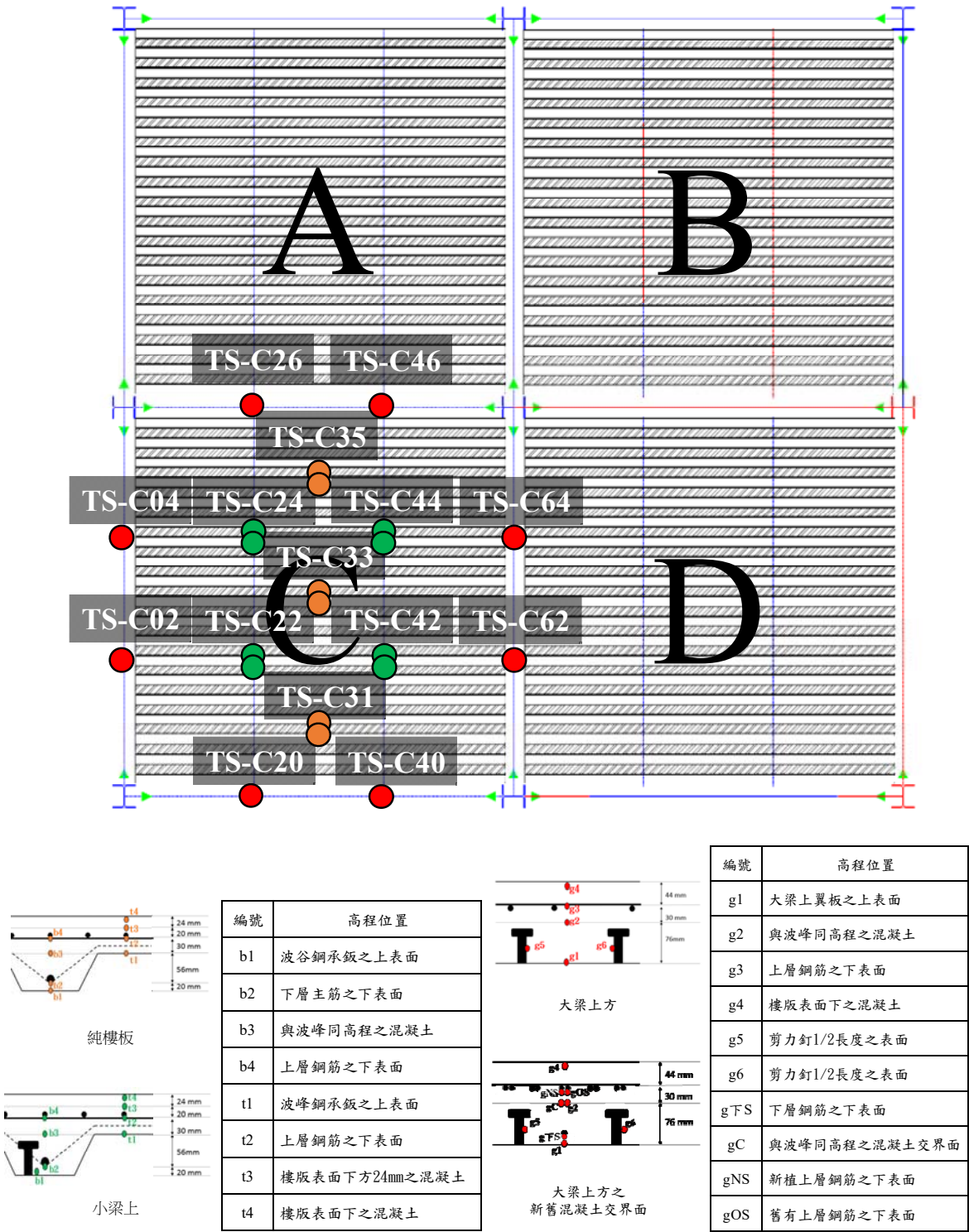


圖 4.61 第 4 次火害實驗區樓板熱電偶位置圖例(本研究整理)

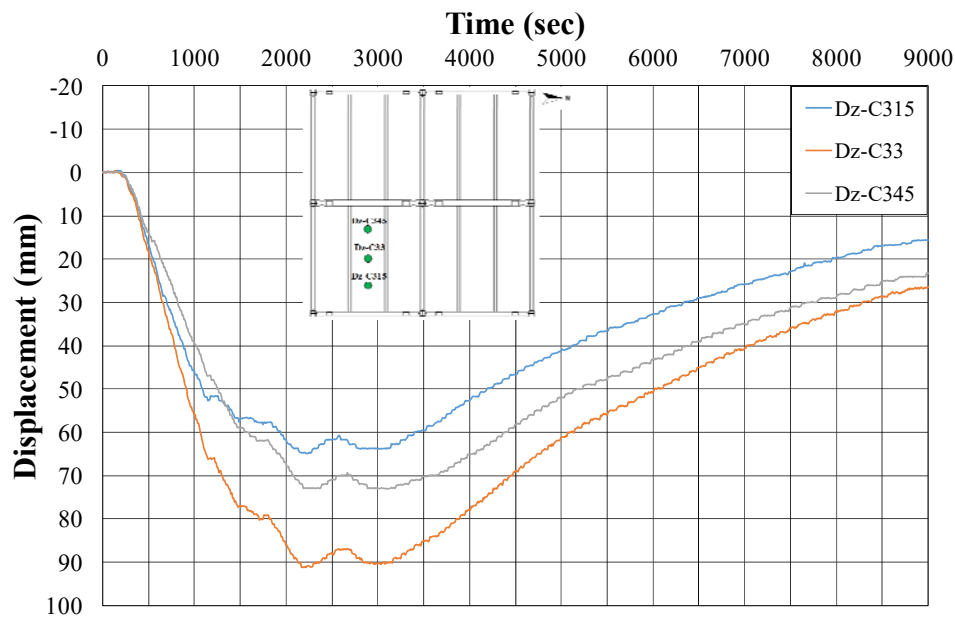


圖 4.62 第 4 次火害實驗區樓板位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.35 第 4 次火害實驗區樓板位移時間表例

Time(s)	Dz-C315	Dz-C33	Dz-C345
0	0	0	0
1	-0.03372	-0.01873	0
2	-0.03372	-0.11236	0.041068
3	0.003747	0.071159	-0.03734
4	0.052456	0.044942	0.070935
5	-0.03747	-0.14232	0.0112
6	-0.0562	-0.02996	0.11947
7	0.044962	-0.13108	0.078402
8	-0.0637	0.074904	0.033601
9	-0.02623	0.097376	-0.0112
10	-0.08243	-0.01124	0.041068
11	-0.14987	-0.02622	-0.08587
12	-0.09367	-0.08614	0.003733
13	-0.02998	0.033707	-0.0224
14	0.018734	-0.14981	0.059735
15	-0.03747	-0.02247	-0.04107
16	-0.11241	-0.09738	0.029867
17	-0.07119	-0.12734	0.052268
18	-0.05246	-0.19475	-0.0672
19	-0.16486	0.011235	-0.04107
20	-0.01124	-0.05243	-0.04854
21	-0.05246	-0.00749	0.041068
22	-0.02248	-0.08614	-0.01867
23	-0.08243	0.056178	0.022401
24	-0.11615	-0.05618	0.052268
25	0	-0.14232	0.007467
26	-0.12739	-0.17977	0.100803
27	-0.04122	-0.11236	-0.03734
28	-0.16486	-0.30337	-0.0112
29	-0.05246	-0.13108	-0.02987
30	-0.08243	0.048688	-0.13814

(本研究整理)

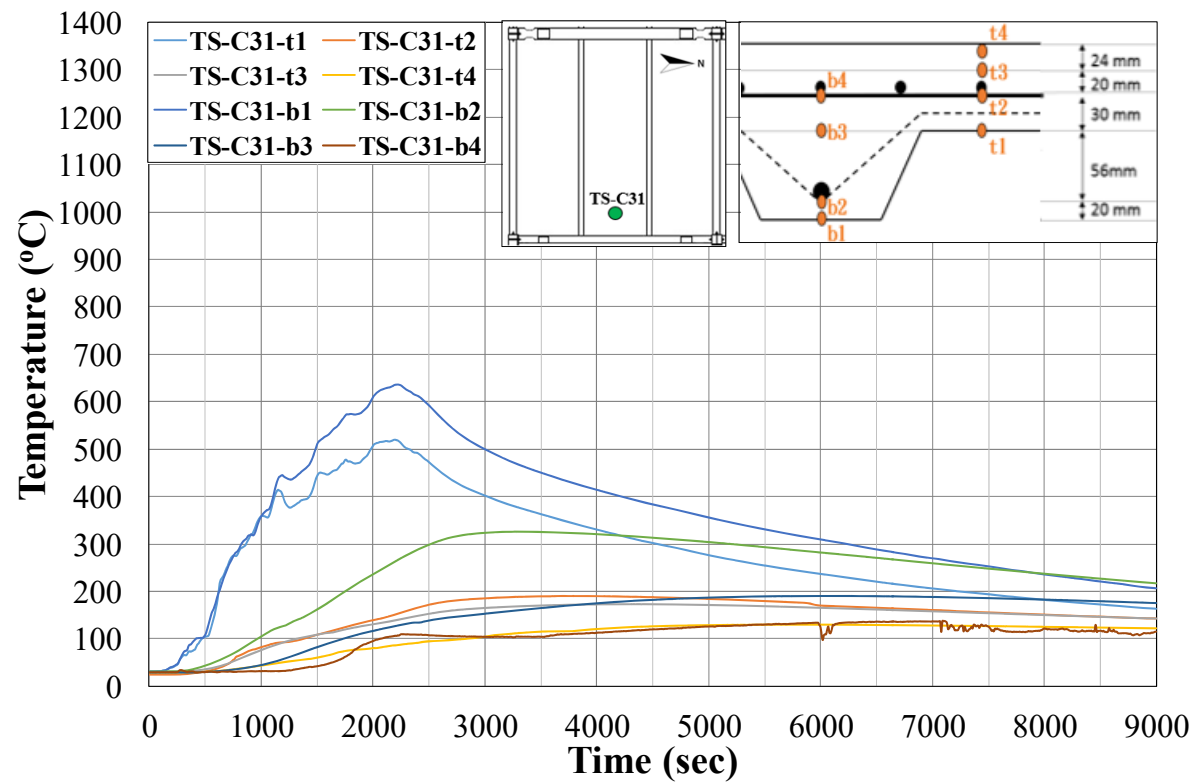


圖 4.63 第 4 次火害實驗區樓板測點 C31 溫度歷時圖例(本研究整理)

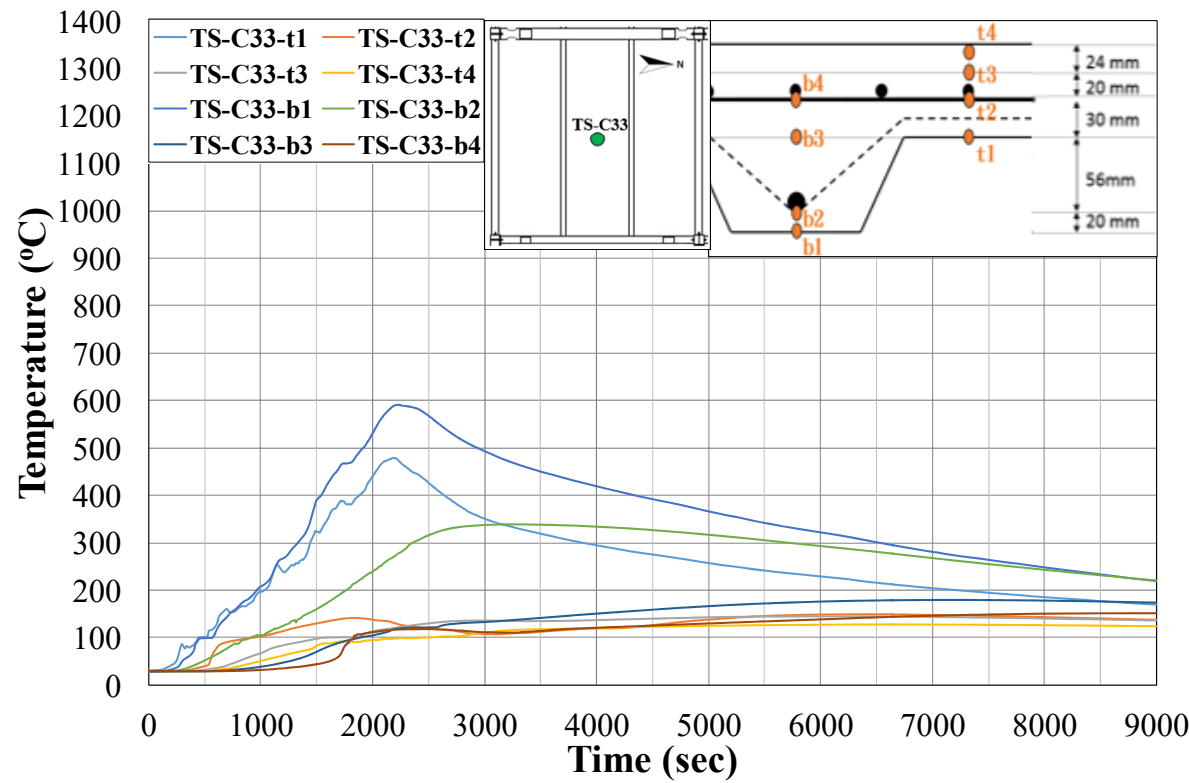


圖 4.64 第 4 次火害實驗區樓板測點 C33 溫度歷時圖例(本研究整理)

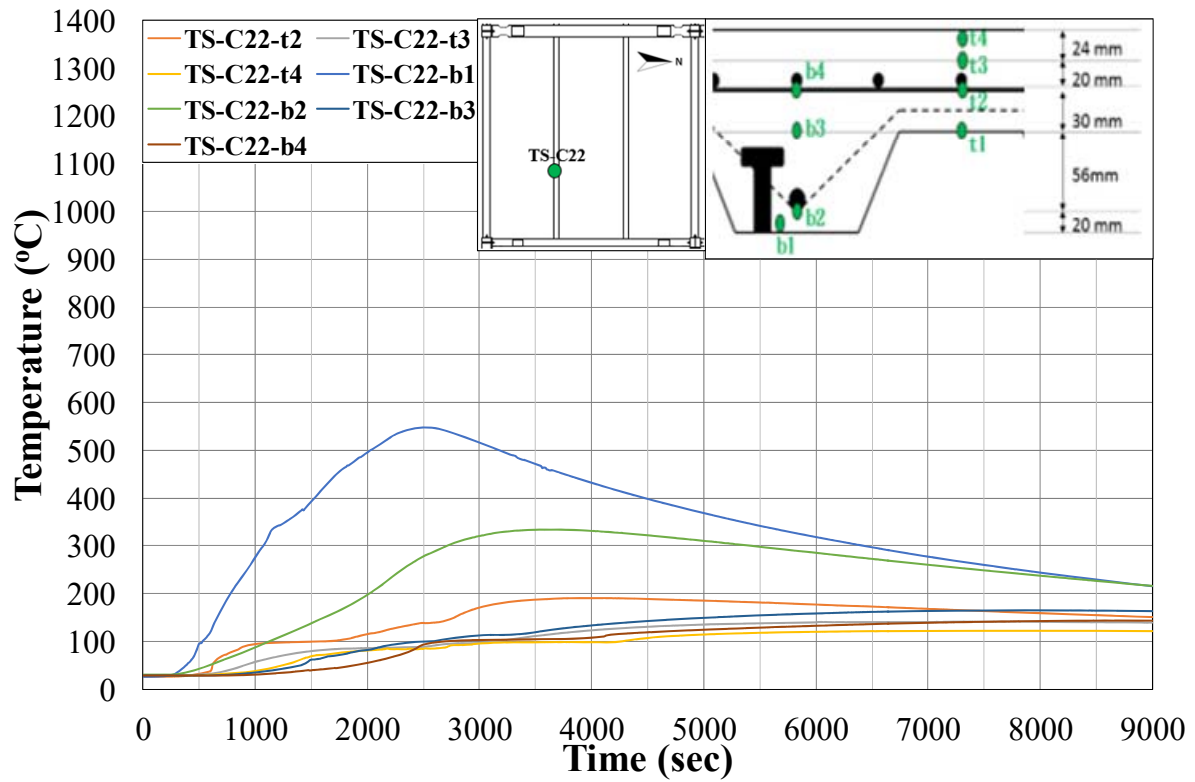


圖 4.65 第 4 次火害實驗區樓板測點 C22 溫度歷時圖例(本研究整理)

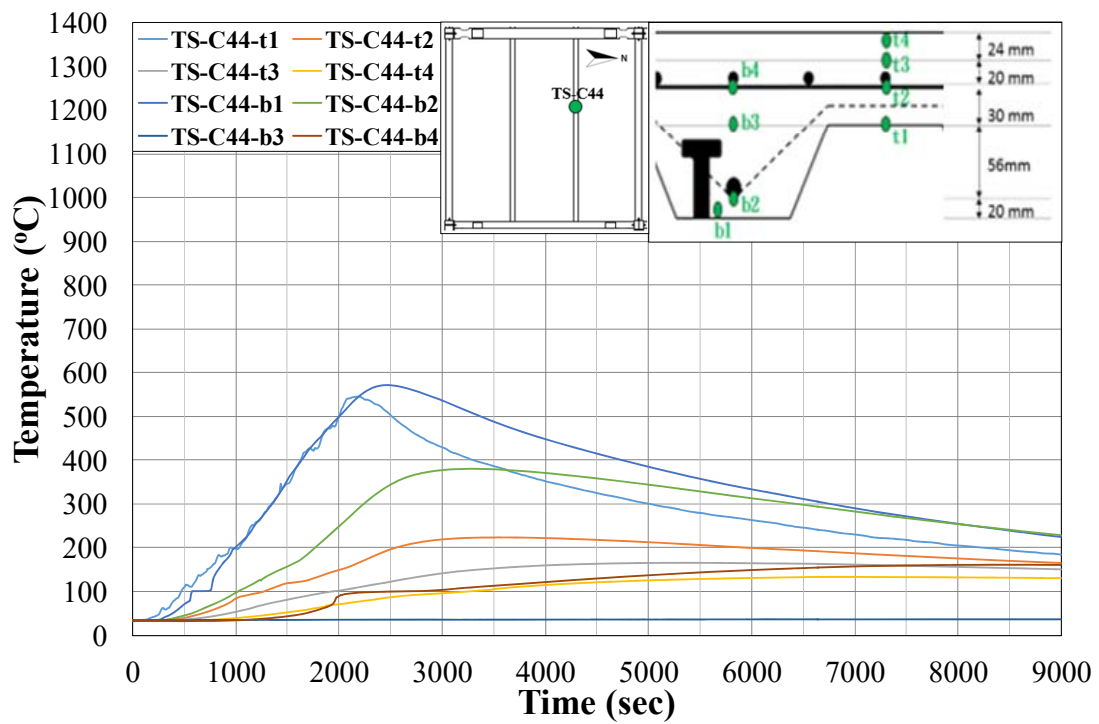


圖 4.66 第 4 次火害實驗區樓板測點 C44 溫度歷時圖例(本研究整理)

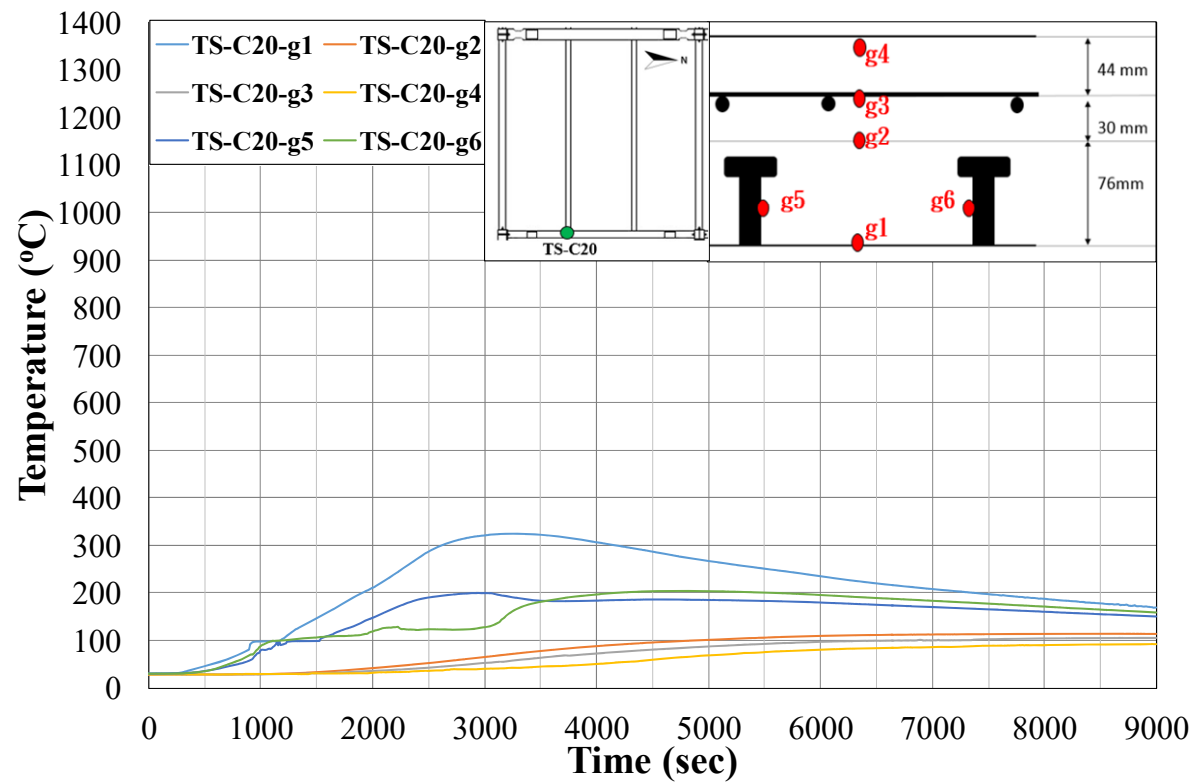


圖 4.67 第 4 次火害實驗區樓板測點 C20 溫度歷時圖例(本研究整理)

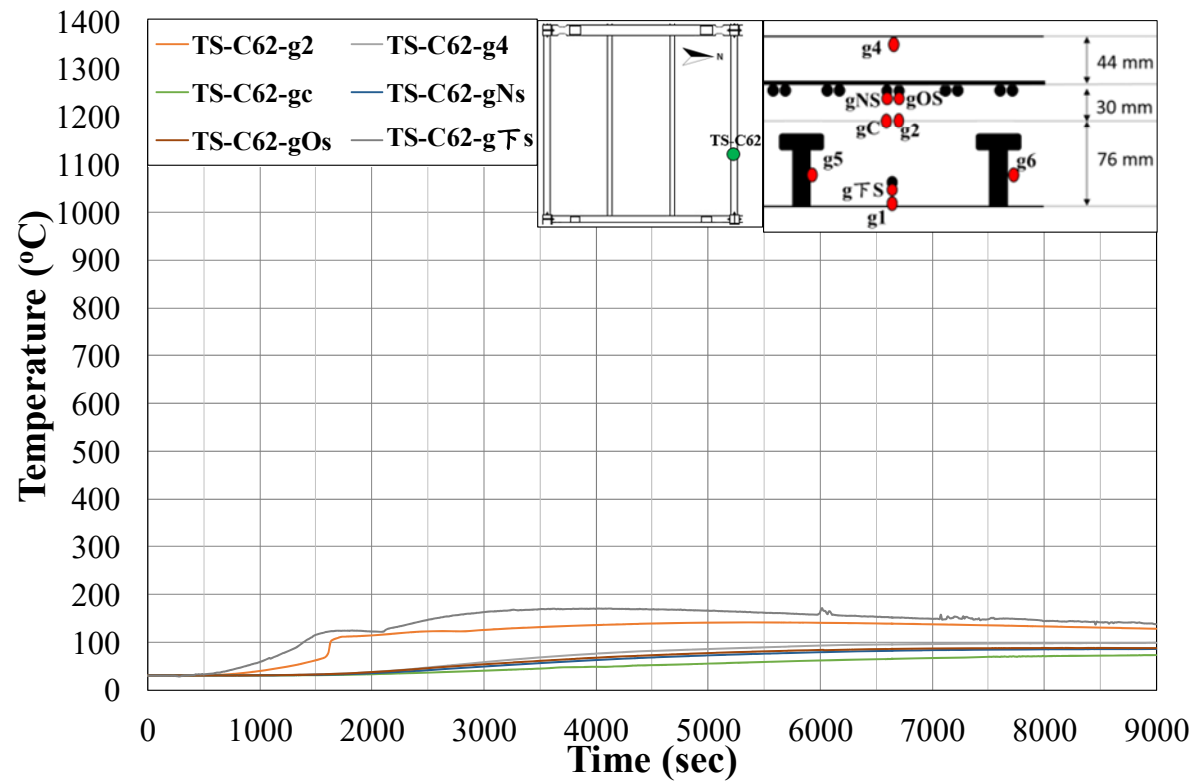


圖 4.68 第 4 次火害實驗區樓板測點 C62 溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.36 第 4 次火害實驗區樓板測點 C31 溫度時間表例

Time(s)	TS-C31-t1	TS-C13-t2	TS-C31-t3	TS-C31-t4	TS-C31-b1	TS-C31-b2	TS-C31-b3	TS-C31-b4
0	31.0	25.6	30.3	29.7	31.2	30.8	30.2	30.0
1	30.9	25.5	30.3	29.7	31.2	30.7	30.1	29.9
2	30.9	25.5	30.3	29.7	31.2	30.7	30.1	29.9
3	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.7	30.0	29.9
4	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.7	30.2	29.9
5	30.9	25.5	30.3	29.7	31.1	30.7	30.0	29.9
6	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.8	30.1	30.0
7	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.8	30.2	30.0
8	30.9	25.5	30.2	29.6	31.1	30.6	30.1	29.9
9	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.7	30.1	30.0
10	30.9	25.5	30.3	29.7	31.1	30.7	30.0	29.9
11	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.8	30.2	30.0
12	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.8	30.2	30.0
13	30.9	25.6	30.3	29.7	31.1	30.7	30.1	30.0
14	30.9	25.5	30.3	29.7	31.2	30.7	30.1	30.0
15	30.9	25.6	30.3	29.7	31.1	30.7	30.1	29.9
16	30.9	25.6	30.3	29.7	31.1	30.6	30.1	29.9
17	31.0	25.6	30.3	29.8	31.2	30.8	30.2	30.1
18	30.8	25.5	30.3	29.7	31.1	30.7	30.1	30.0
19	31.0	25.6	30.4	29.8	31.2	30.8	30.2	30.1
20	30.9	25.5	30.3	29.7	31.1	30.7	30.1	30.0
21	30.9	25.5	30.3	29.7	31.1	30.7	30.1	30.0
22	30.9	25.5	30.2	29.6	31.2	30.7	30.1	29.9
23	31.1	25.6	30.4	29.8	31.2	30.8	30.2	30.0
24	30.8	25.5	30.2	29.6	31.1	30.7	30.1	29.9
25	30.9	25.6	30.3	29.7	31.2	30.7	30.1	29.9
26	30.9	25.5	30.3	29.7	31.2	30.7	30.2	30.0
27	30.9	25.5	30.3	29.7	31.2	30.7	30.1	29.9
28	30.9	25.5	30.3	29.6	31.1	30.6	30.0	29.8
29	30.9	25.5	30.2	29.7	31.3	30.8	30.2	30.1
30	30.9	25.5	30.3	29.7	31.2	30.8	30.2	29.9

(本研究整理)

表 4.37 第 4 次火害實驗區樓板測點 C33 溫度時間表例

Time(s)	TS-C33-t1	TS-C33-t2	TS-C33-t3	TS-C33-t4	TS-C33-b1	TS-C33-b2	TS-C33-b3	TS-C33-b4
0	30.3	29.7	29.9	29.9	29.9	29.9	30.0	29.9
1	30.4	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9	30.1	29.9
2	30.3	29.9	30.0	29.9	29.9	29.9	30.0	29.9
3	30.4	29.9	30.0	29.9	29.9	29.9	30.0	29.9
4	30.3	29.7	29.9	29.8	29.9	29.8	30.0	29.8
5	30.4	29.9	30.0	30.0	30.0	29.9	30.1	29.9
6	30.3	29.7	29.9	29.8	29.9	29.9	30.0	29.9
7	30.4	29.8	29.9	29.9	29.9	29.8	29.9	29.8
8	30.4	29.9	30.0	30.0	30.0	29.9	30.1	29.9
9	30.4	29.8	29.9	29.9	29.9	29.8	30.0	29.9
10	30.3	29.7	29.9	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9
11	30.5	29.9	30.0	30.0	30.0	29.9	30.0	29.9
12	30.4	29.8	29.9	29.9	30.1	29.9	30.1	29.9
13	30.3	29.7	29.9	29.8	30.0	29.8	29.9	29.8
14	30.3	29.7	29.9	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9
15	30.4	29.8	29.9	29.9	30.0	29.9	30.1	29.9
16	30.5	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9
17	30.3	29.7	29.9	29.9	30.0	29.8	30.0	29.8
18	30.4	29.8	30.0	29.9	30.0	29.9	30.0	29.8
19	30.4	29.8	30.0	29.9	30.1	29.9	30.0	29.8
20	30.4	29.8	30.0	29.9	30.0	29.9	30.0	29.8
21	30.3	29.8	29.9	29.9	30.0	29.8	30.0	29.8
22	30.4	29.9	30.0	29.9	29.9	29.9	30.0	29.8
23	30.5	29.9	30.0	29.9	30.0	29.8	30.0	29.8
24	30.3	29.8	29.9	29.9	30.1	29.9	30.1	29.9
25	30.4	29.8	29.9	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9
26	30.5	29.8	29.9	29.9	30.1	29.8	30.0	29.8
27	30.5	29.9	30.0	30.0	30.2	29.9	30.2	29.9
28	30.5	29.9	30.1	30.0	30.1	29.9	30.1	29.9
29	30.3	29.8	29.9	29.9	30.0	29.9	30.0	29.9
30	30.4	29.8	29.9	29.9	29.9	29.9	30.1	29.9

(本研究整理)

表 4.38 第 4 次火害實驗區樓板測點 C22 溫度時間表例

Time(s)	TS-C22-t1	TS-C22-t2	TS-C22-t3	TS-C22-t4	TS-C22-b1	TS-C22-b2	TS-C22-b3	TS-C22-b4
0	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.8	28.8
1	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.5	28.9	28.8
2	29.2	26.6	28.5	28.6	27.1	29.5	28.9	28.8
3	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.4	28.8	28.7
4	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.7
5	29.3	26.6	28.5	28.6	27.1	29.4	28.7	28.7
6	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.6	28.9	28.8
7	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.8	28.8
8	29.3	26.6	28.5	28.6	27.1	29.5	28.8	28.7
9	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.6	28.8	28.8
10	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.7
11	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.9	28.9
12	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.9	28.8
13	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.8
14	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.9	28.8
15	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.7
16	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.7
17	29.4	26.7	28.7	28.7	27.1	29.6	28.9	28.8
18	29.3	26.7	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.8
19	29.4	26.7	28.7	28.8	27.2	29.6	28.9	28.9
20	29.3	26.7	28.6	28.7	27.1	29.5	28.8	28.8
21	29.3	26.7	28.6	28.7	27.1	29.5	28.8	28.8
22	29.2	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.9	28.8
23	29.4	26.7	28.6	28.7	27.1	29.6	28.9	28.8
24	29.2	26.6	28.6	28.6	27.1	29.6	28.9	28.9
25	29.3	26.7	28.6	28.7	27.1	29.5	28.8	28.8
26	29.3	26.6	28.6	28.7	27.1	29.6	28.9	28.9
27	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.8
28	29.2	26.6	28.6	28.6	27.1	29.4	28.8	28.7
29	29.3	26.6	28.6	28.6	27.2	29.6	28.9	28.9
30	29.3	26.6	28.6	28.6	27.1	29.5	28.8	28.8

(本研究整理)

表 4.39 第 4 次火害實驗區樓板測點 C44 溫度時間表例

Time(s)	TS-C44-t1	TS-C44-t2	TS-C44-t3	TS-C44-t4	TS-C44-b1	TS-C44-b2	TS-C44-b3	TS-C44-b4
0	34.0	33.8	34.4	32.6	32.7	32.3	34.8	33.4
1	34.1	33.8	34.5	32.7	32.8	32.5	35.0	33.5
2	34.1	33.8	34.5	32.8	32.7	32.4	34.9	33.5
3	34.0	33.8	34.4	32.7	32.8	32.5	35.0	33.5
4	33.9	33.7	34.4	32.5	32.7	32.3	34.9	33.3
5	34.0	33.8	34.4	32.6	32.8	32.5	35.0	33.5
6	33.9	33.7	34.4	32.5	32.7	32.4	34.8	33.3
7	34.1	33.8	34.5	32.8	32.7	32.4	34.9	33.4
8	34.1	33.8	34.4	32.7	32.8	32.5	35.0	33.5
9	34.1	33.8	34.4	32.8	32.7	32.4	34.8	33.3
10	34.1	33.8	34.4	32.7	32.8	32.4	34.8	33.3
11	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.3	34.8	33.4
12	34.1	33.8	34.5	32.8	32.7	32.4	34.8	33.3
13	34.1	33.8	34.5	32.7	32.7	32.4	34.8	33.4
14	34.1	33.8	34.4	32.7	32.8	32.4	34.9	33.4
15	34.1	33.8	34.4	32.6	32.8	32.5	34.9	33.4
16	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.8	33.4
17	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.8	33.4
18	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.9	33.4
19	34.1	33.9	34.5	32.8	32.8	32.5	35.0	33.5
20	34.1	33.9	34.5	32.8	32.6	32.3	34.8	33.3
21	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.9	33.4
22	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.9	33.5
23	34.1	33.8	34.5	32.7	32.8	32.5	34.9	33.4
24	34.1	33.9	34.4	32.7	32.7	32.4	34.9	33.5
25	34.1	33.8	34.5	32.7	32.7	32.4	34.8	33.4
26	34.2	33.8	34.5	32.8	32.7	32.4	34.8	33.3
27	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.9	33.5
28	34.1	33.8	34.4	32.6	32.8	32.5	35.0	33.5
29	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.8	33.4
30	34.1	33.8	34.4	32.7	32.7	32.4	34.9	33.5

(本研究整理)

表 4.40 第 4 次火害實驗區樓板測點 C20 溫度時間表例

Time(s)	TS-C20-g1	TS-C20-g2	TS-C20-g3	TS-C20-g4	TS-C20-g5	TS-C20-g6
0	30.7	29.1	29.6	28.6	29.9	29.6
1	30.8	29.2	29.6	28.8	30.0	29.6
2	30.8	29.1	29.6	28.8	30.1	29.7
3	30.7	29.1	29.6	28.6	29.9	29.6
4	30.7	29.0	29.5	28.7	29.9	29.6
5	30.7	29.1	29.6	28.7	30.0	29.6
6	30.6	29.0	29.5	28.6	29.9	29.5
7	30.7	29.0	29.5	28.7	29.9	29.6
8	30.6	29.0	29.6	28.6	29.9	29.6
9	30.8	29.1	29.6	28.6	29.9	29.5
10	30.5	28.9	29.5	28.7	29.9	29.6
11	30.7	29.0	29.6	28.7	29.9	29.6
12	30.7	29.1	29.6	28.6	29.9	29.6
13	30.8	29.2	29.7	28.8	29.9	29.6
14	30.7	29.1	29.5	28.6	29.9	29.5
15	30.7	29.1	29.5	28.8	30.0	29.6
16	30.6	29.0	29.5	28.6	29.9	29.6
17	30.7	29.0	29.5	28.6	29.8	29.5
18	30.8	29.2	29.6	28.7	29.9	29.6
19	30.8	29.2	29.6	28.7	29.9	29.6
20	30.7	29.1	29.6	28.8	29.9	29.6
21	30.8	29.2	29.6	28.8	30.0	29.6
22	30.7	29.1	29.6	28.7	29.9	29.6
23	30.8	29.1	29.6	28.7	29.9	29.6
24	30.7	29.1	29.6	28.7	29.9	29.6
25	30.7	29.1	29.6	28.7	29.9	29.6
26	30.8	29.1	29.6	28.7	29.9	29.5
27	30.7	29.1	29.6	28.7	29.9	29.6
28	30.8	29.2	29.6	28.8	30.0	29.7
29	30.8	29.2	29.7	28.8	30.0	29.7
30	30.7	29.1	29.7	28.7	29.9	29.6

(本研究整理)

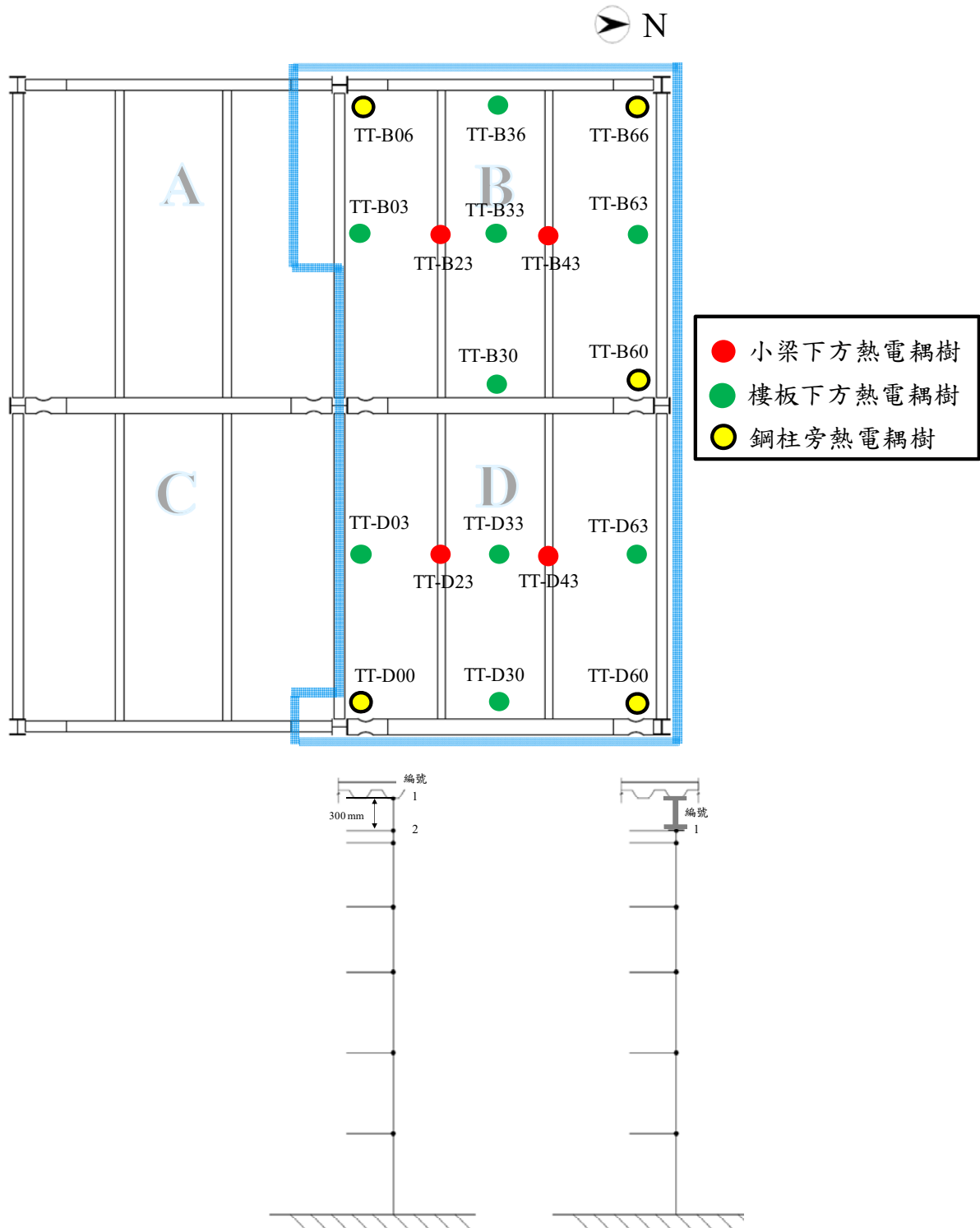
表 4.41 第 4 次火害實驗區樓板測點 C62 溫度時間表例

Time(s)	TS-C62-g1	TS-C62-g2	TS-C62-g4	TS-C62-g5	TS-C62-g6	TS-C62-gc	TS-C62-gNs	TS-C62-gOs	TS-C62-gTs
0	33.8	29.9	30.7	*	*	29.8	30.0	29.6	29.2
1	33.6	29.8	30.7	*	*	29.6	29.9	29.6	29.1
2	33.7	29.9	30.7	*	*	29.6	29.9	29.6	29.1
3	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.6	29.2
4	33.8	29.9	30.7	*	*	29.8	30.0	29.6	29.2
5	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	29.9	29.6	29.1
6	33.8	30.0	30.7	*	*	29.7	30.0	29.6	29.1
7	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.1	29.6	29.2
8	33.6	29.8	30.7	*	*	29.7	29.9	29.6	29.2
9	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.6	29.2
10	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.1	29.6	29.2
11	33.7	29.9	30.7	*	*	29.8	30.0	29.6	29.2
12	33.7	29.9	30.7	*	*	29.9	30.1	29.7	29.2
13	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.1	29.7	29.2
14	33.7	29.9	30.7	*	*	29.8	29.9	29.6	29.2
15	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.7	29.2
16	33.8	30.0	30.8	*	*	29.7	30.0	29.6	29.2
17	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.7	29.2
18	33.8	30.0	30.8	*	*	29.7	30.0	29.7	29.2
19	33.6	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.6	29.2
20	33.8	29.9	30.8	*	*	29.7	30.0	29.6	29.2
21	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.6	29.2
22	33.6	29.8	30.6	*	*	29.6	29.9	29.6	29.2
23	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	30.0	29.7	29.2
24	33.6	29.8	30.7	*	*	29.6	29.9	29.6	29.1
25	33.7	29.9	30.7	*	*	29.8	30.1	29.6	29.2
26	33.6	29.9	30.7	*	*	29.8	30.0	29.6	29.2
27	33.7	29.9	30.7	*	*	29.6	29.9	29.6	29.1
28	33.6	29.8	30.6	*	*	29.6	29.9	29.6	29.1
29	33.7	29.9	30.7	*	*	29.6	29.9	29.6	29.2
30	33.7	29.9	30.7	*	*	29.7	29.9	29.6	29.2

(本研究整理)

第五節 第 5 次實尺寸鋼構屋火害實驗結果簡介

4.5.1 火害實驗空間溫度



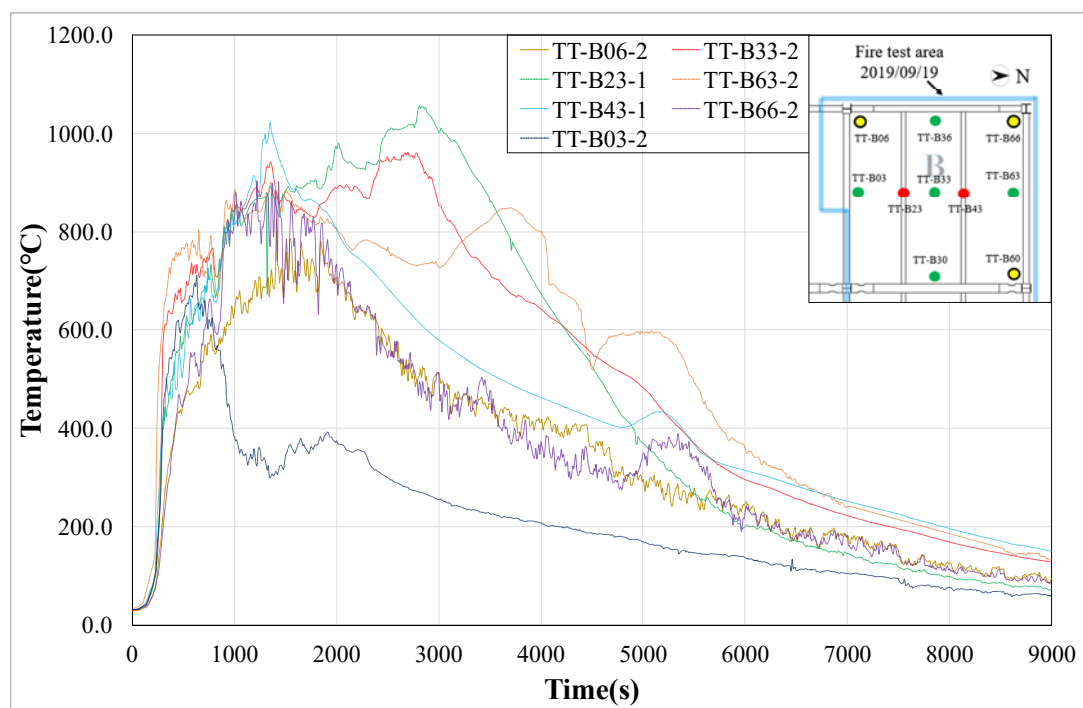


圖 4.70 第 5 次火害實驗區空間溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.42 第 5 次火害實驗區空間溫度時間表例

Time(s)	TT-B06-2	TT-B33-2	TT-B23-1	TT-B63-2	TT-B03-2	TT-B43-1	TT-B66-2
0	29.1	30.3	31.1	30.7	31.2	31.0	30.5
10	29.2	30.2	31.0	31.0	31.3	31.0	30.5
20	29.3	30.5	31.1	33.0	31.3	31.3	30.5
30	29.2	31.3	31.3	34.4	31.2	31.5	30.7
40	29.3	31.6	31.7	35.4	31.5	31.9	31.0
50	29.6	31.9	31.8	36.1	31.6	32.5	31.6
60	29.8	32.2	32.2	36.7	32.0	32.9	31.9
70	30.1	32.4	32.8	38.5	32.6	34.3	32.2
80	30.9	34.4	34.6	40.2	35.3	35.2	33.5
90	31.9	35.0	35.1	41.8	36.2	36.0	34.3
100	32.4	36.1	36.5	43.9	37.5	37.5	34.7
110	33.9	37.9	37.9	49.1	39.4	39.6	35.3
120	34.8	38.9	39.1	56.4	40.5	42.3	35.7
130	35.0	41.0	40.7	63.6	40.0	46.3	37.2
140	36.5	44.0	46.1	70.7	44.2	49.9	38.8
150	39.4	46.1	50.3	81.3	47.9	54.5	40.0

(本研究整理)

4.5.2 構件位移與溫度

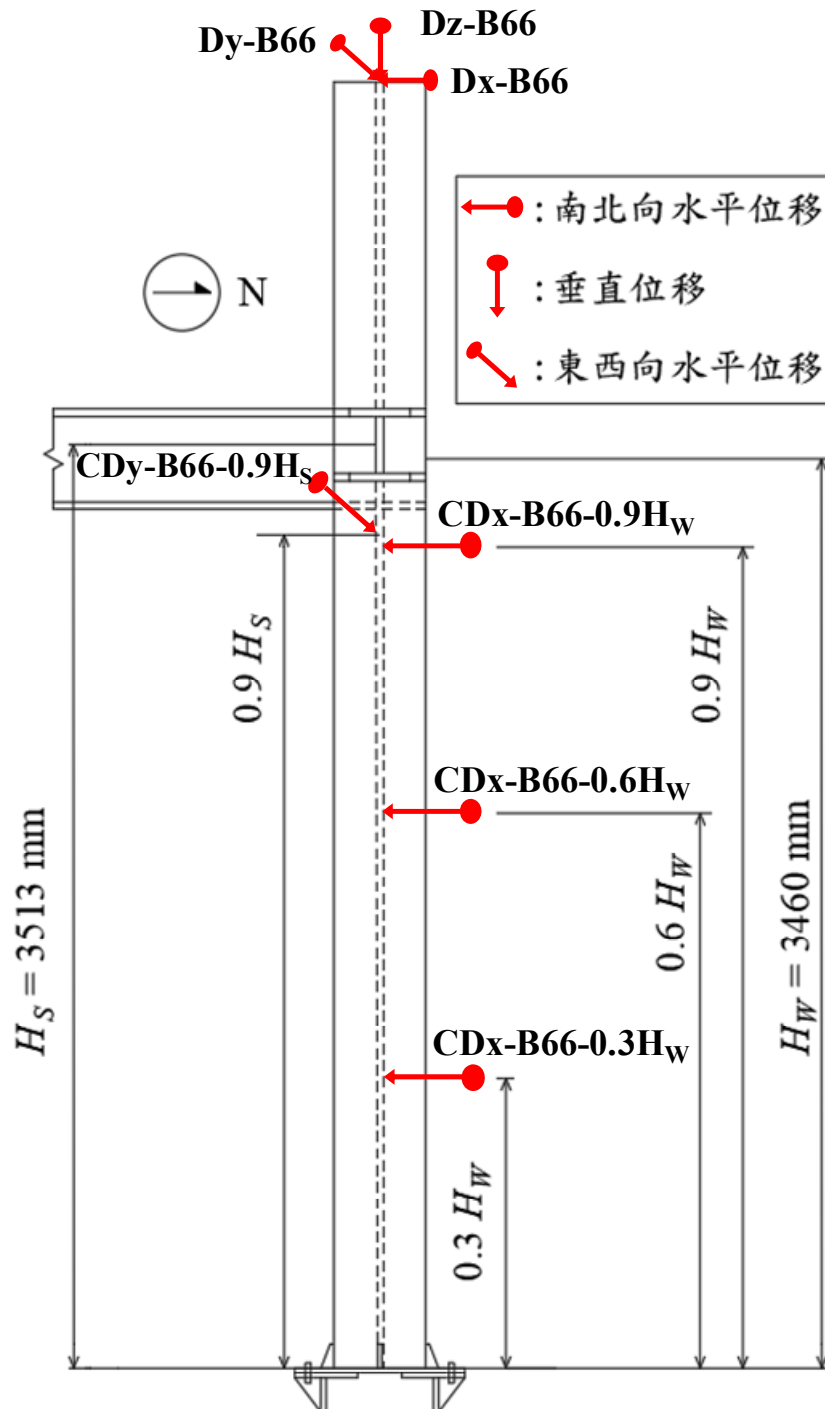


圖 4.71 第 5 次火害實驗區角柱位移計位置圖例(本研究整理)

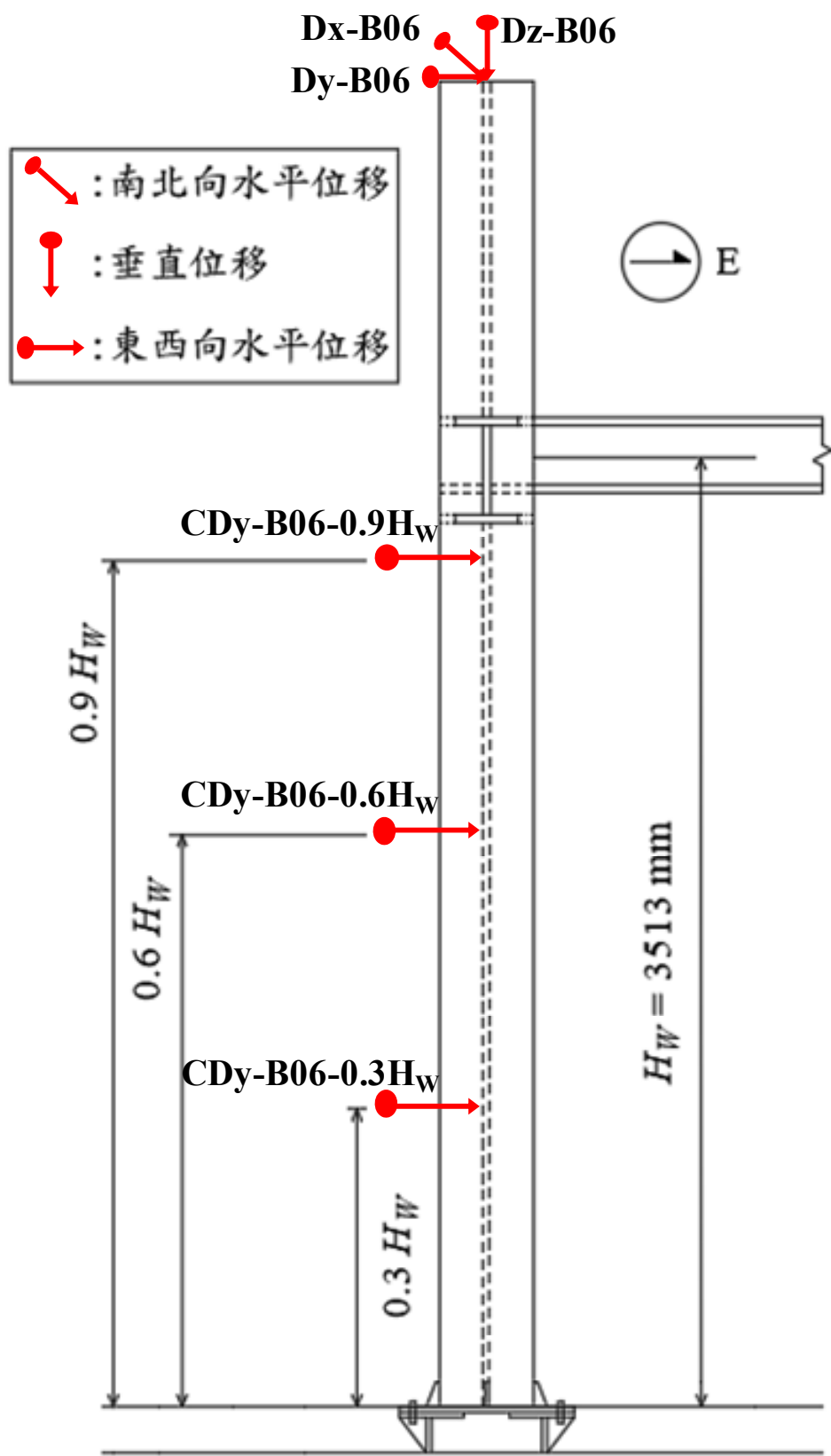


圖 4.72 第 5 次火害實驗區邊柱位移計位置圖例(本研究整理)

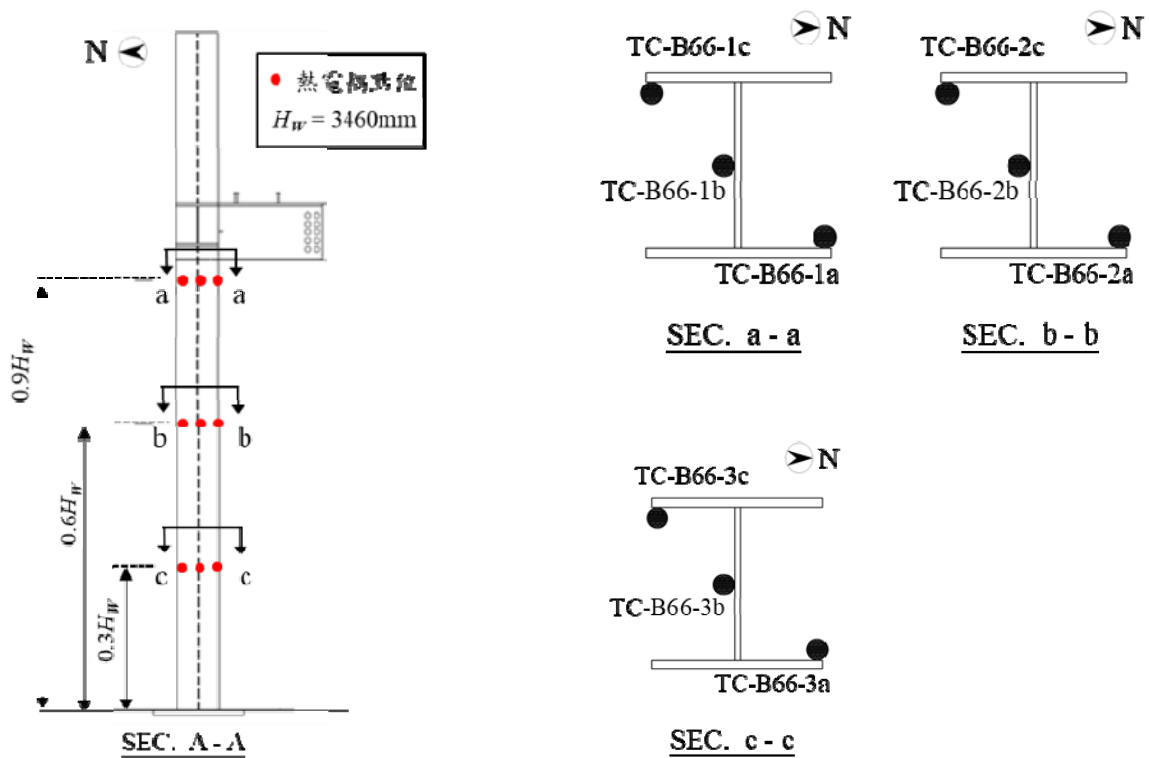


圖 4.73 第 5 次火害實驗區角柱熱電偶位置圖例(本研究整理)

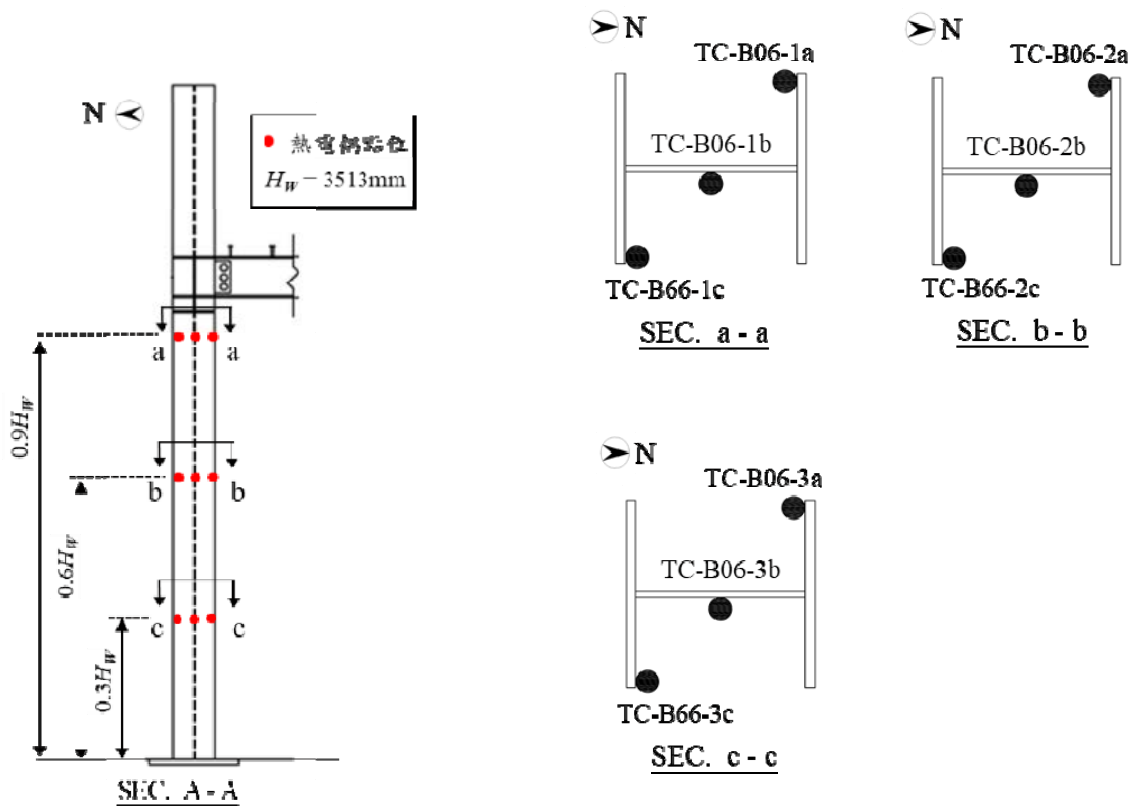


圖 4.74 第 5 次火害實驗區邊柱熱電偶位置圖例(本研究整理)

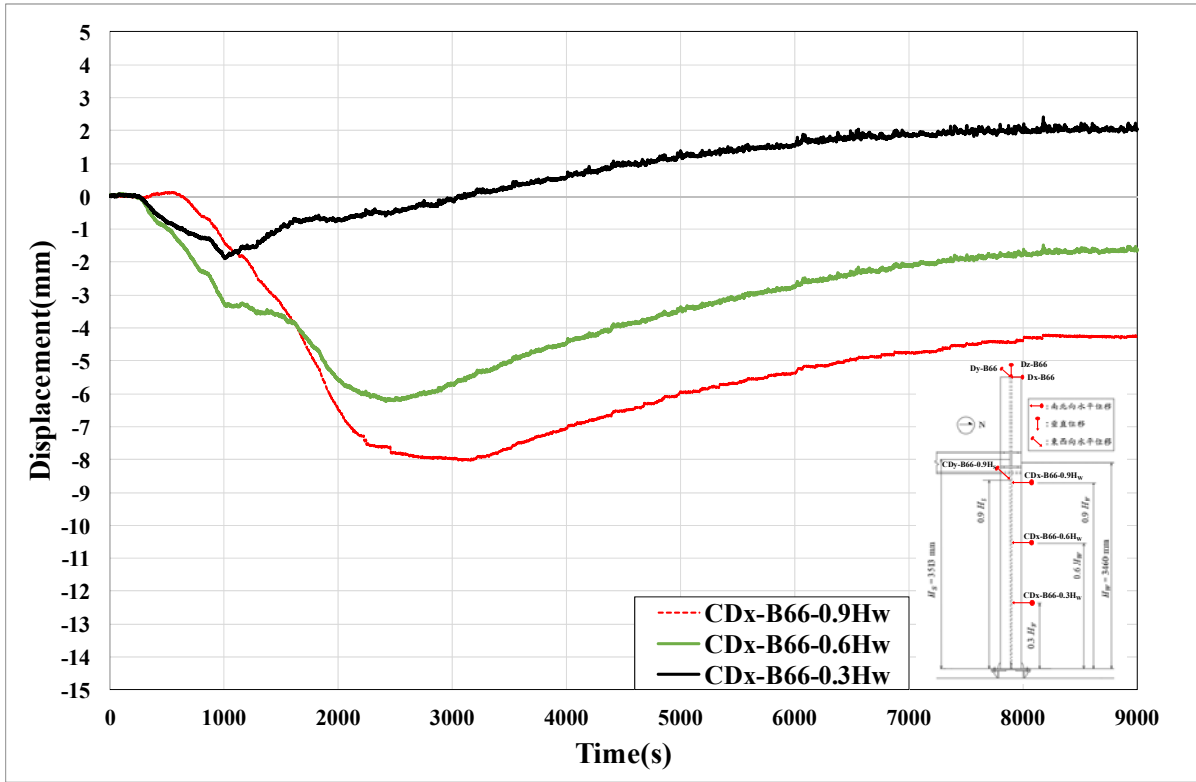


圖 4.75 第 5 次火害實驗區角柱弱軸水平位移歷時圖例(本研究整理)

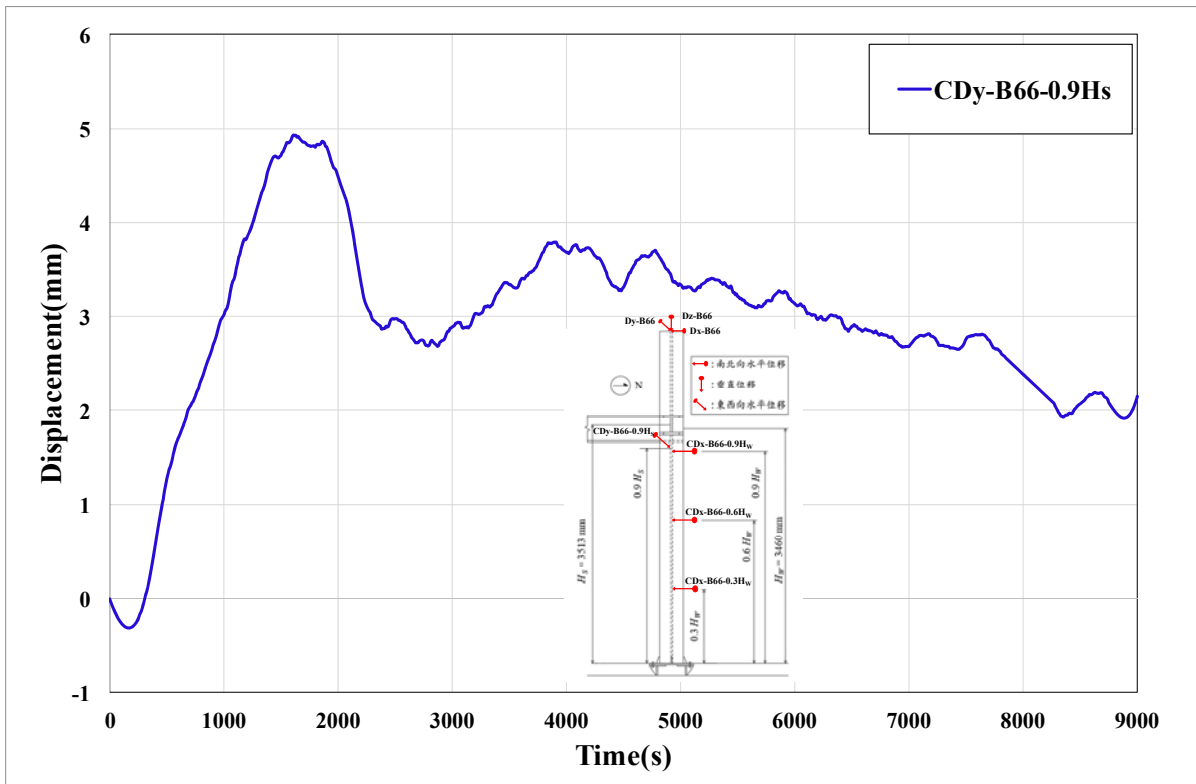


圖 4.76 第 5 次火害實驗區角柱強軸水平位移歷時圖例(本研究整理)

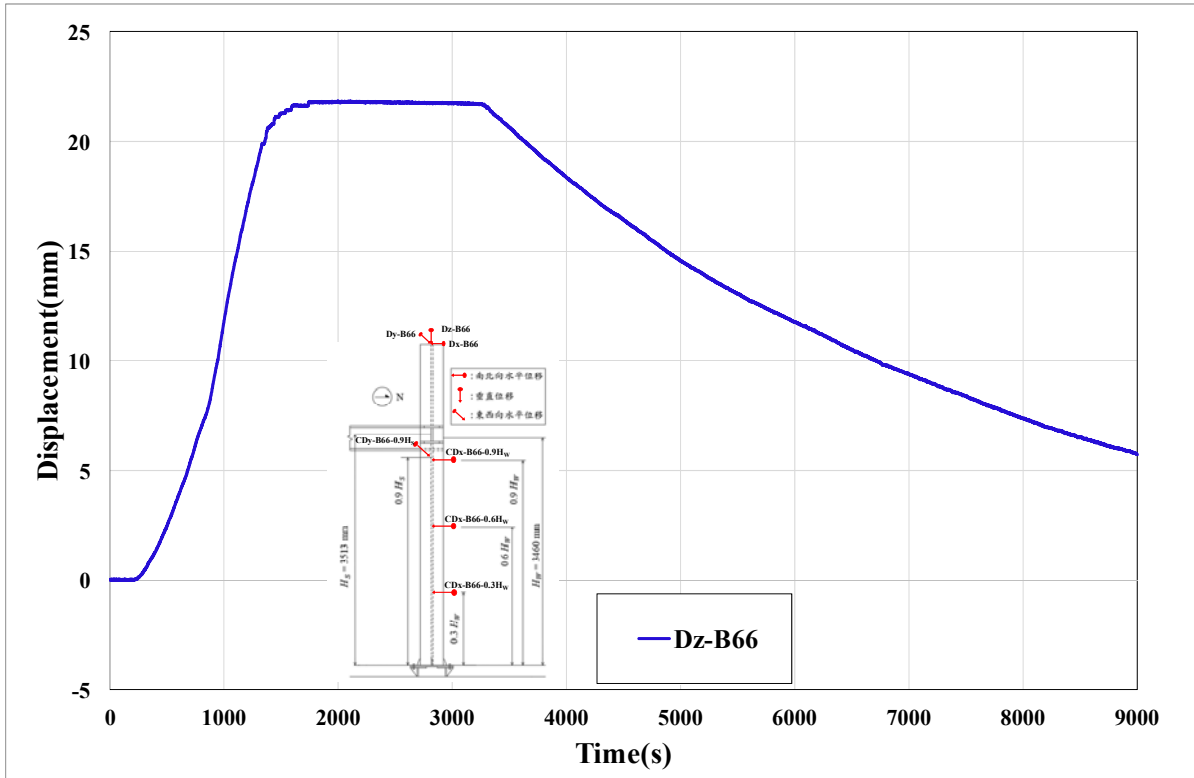


圖 4.77 第 5 次火害實驗區角柱柱頭軸向位移歷時圖例(本研究整理)

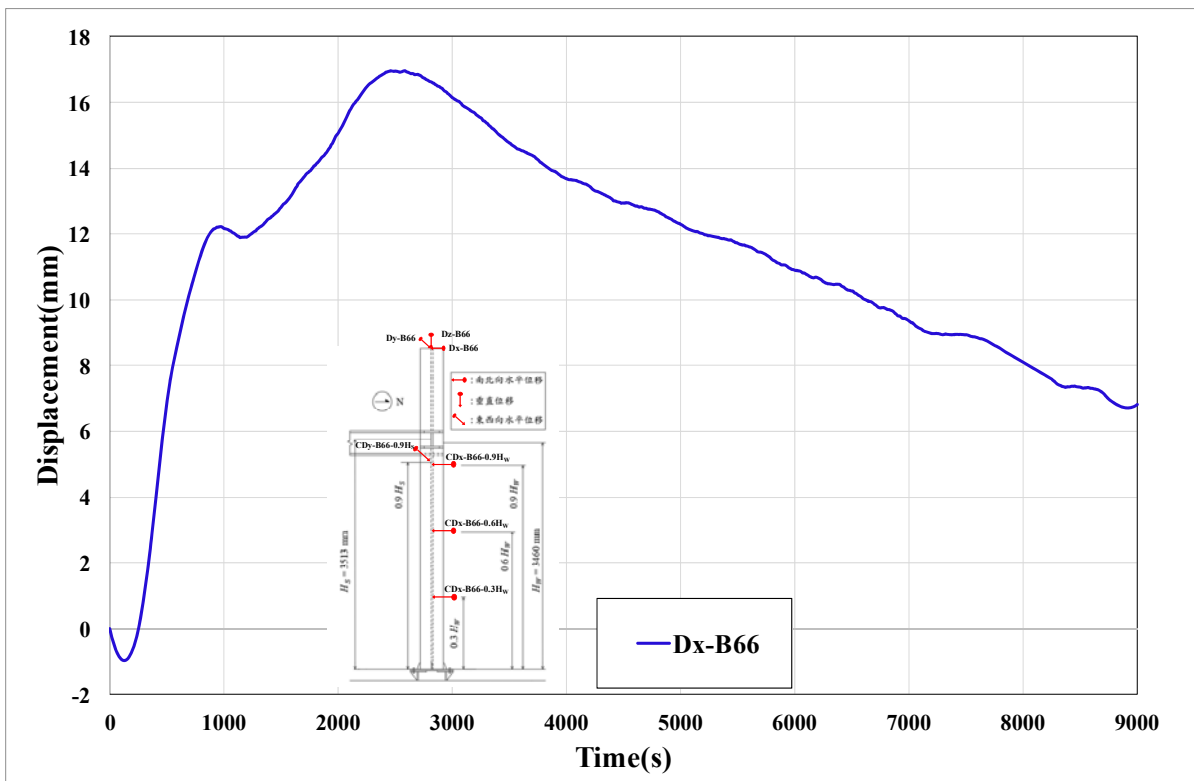


圖 4.78 第 5 次火害實驗區角柱柱頭南北向位移歷時圖例(本研究整理)

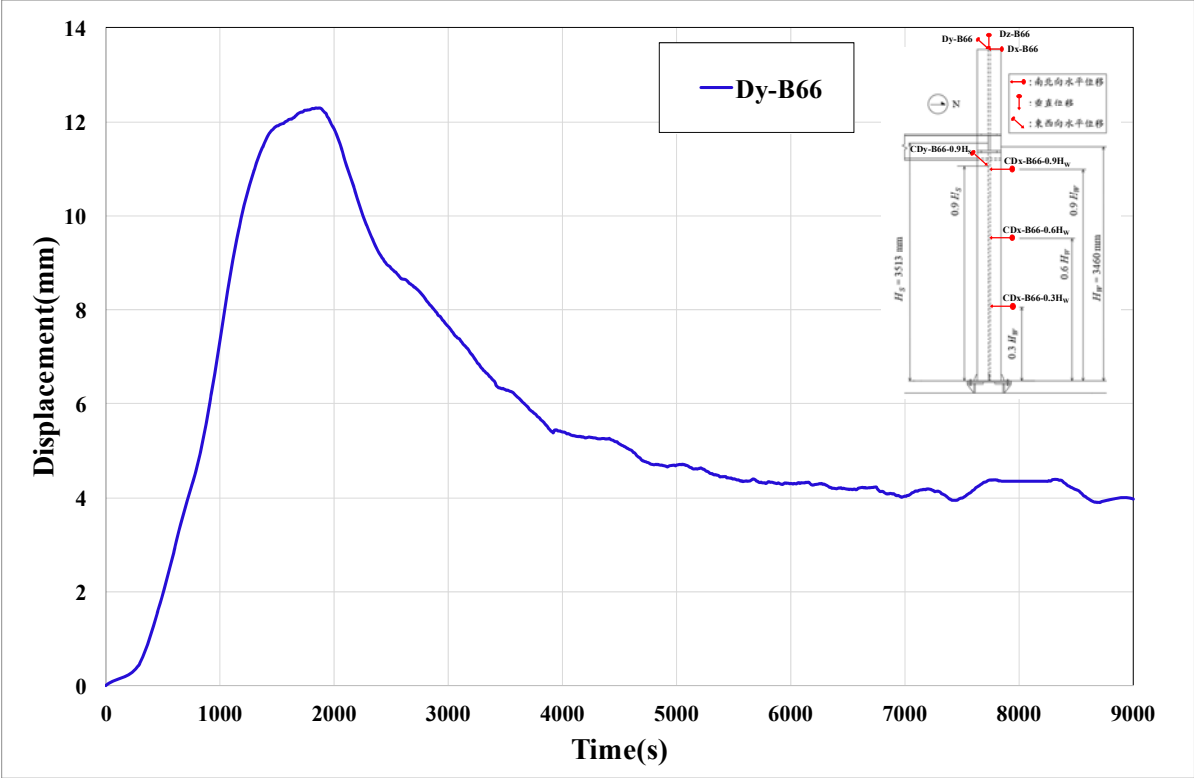


圖 4.79 第 5 次火害實驗區角柱柱頭東西向位移歷時圖例(本研究整理)

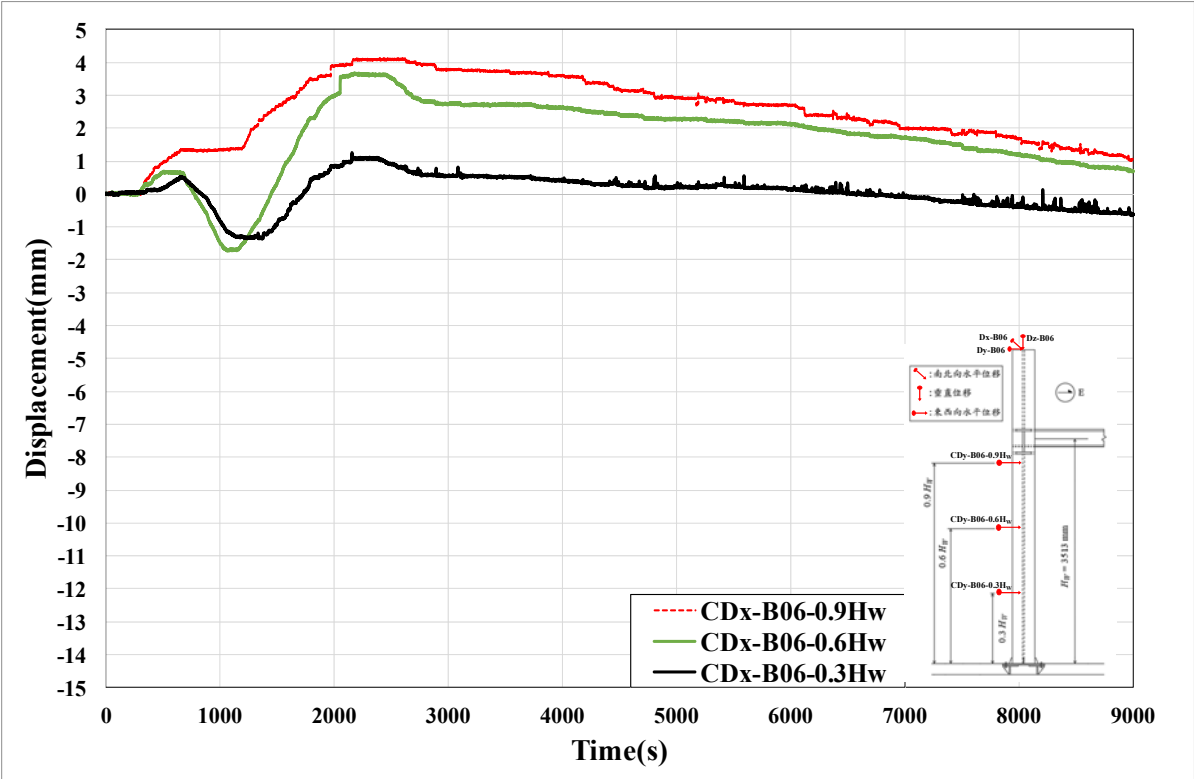


圖 4.80 第 5 次火害實驗區邊柱弱軸水平位移歷時圖例(本研究整理)

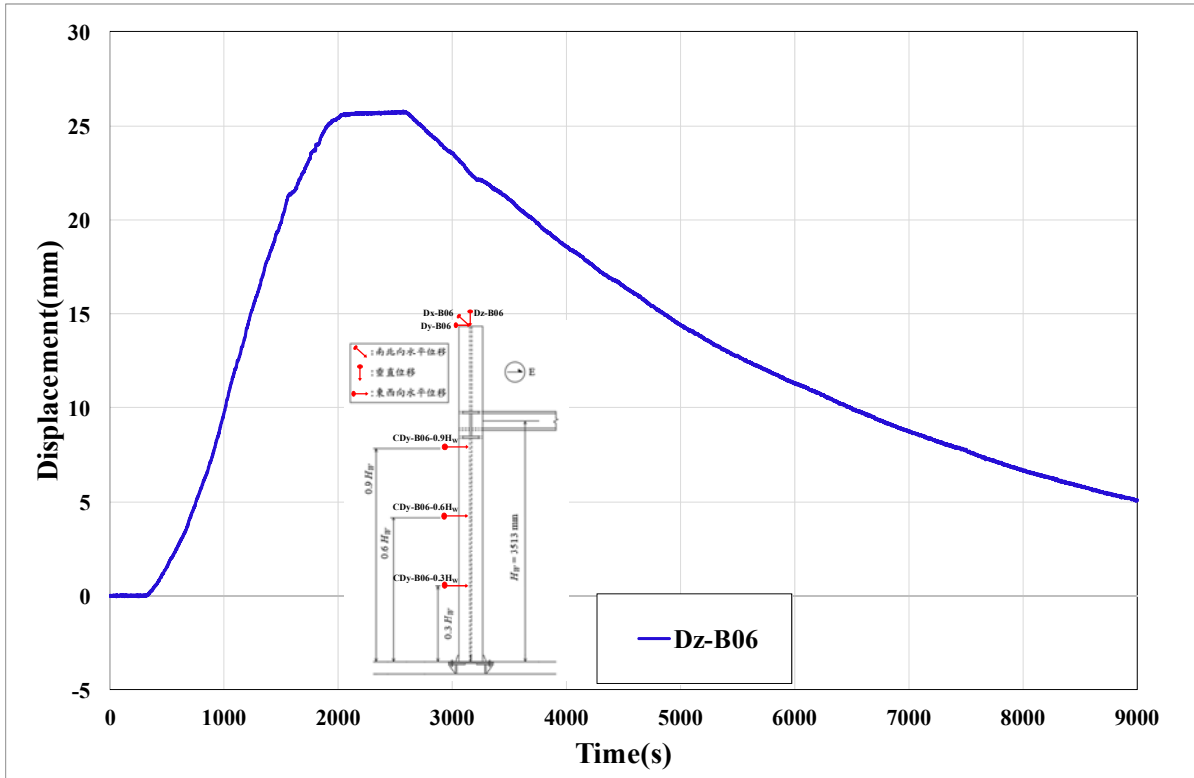


圖 4.81 第 5 次火害實驗區邊柱柱頭軸向位移歷時圖例(本研究整理)

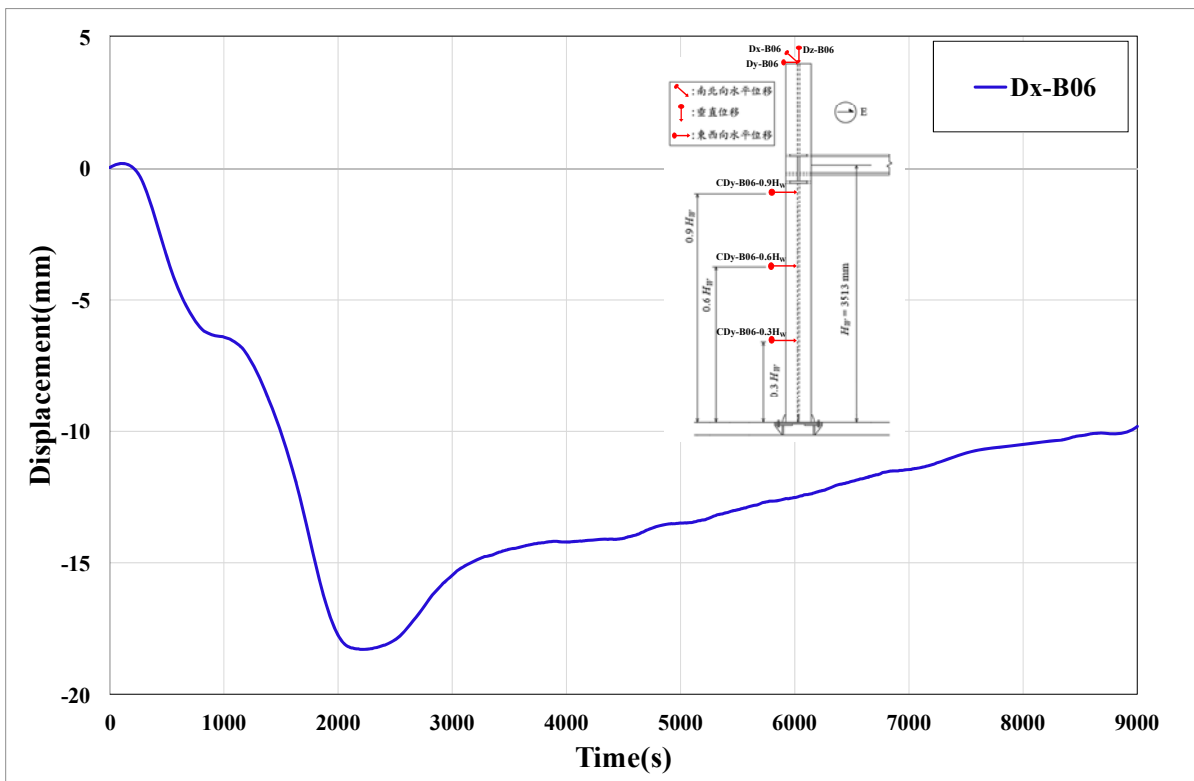


圖 4.82 第 5 次火害實驗區邊柱柱頭南北向位移歷時圖例(本研究整理)

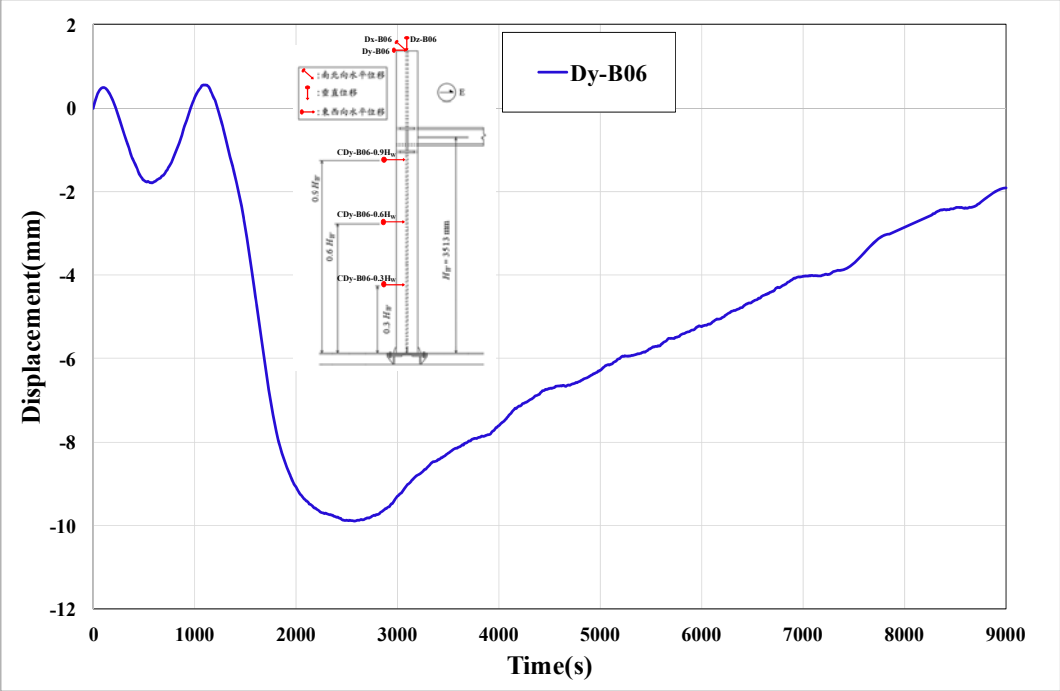


圖 4.83 第 5 次火害實驗區邊柱柱頭東西向位移歷時圖例(本研究整理)

表 4.43 第 5 次火害實驗區角柱位移時間表例

Time(s)	CDx-B66-0.9Hw	CDx-B66-0.6Hw	CDx-B66-0.3Hw	Dz-B66	Time(s)	Dx-B66	Dy-B66	CDy-B66-0.9Hs
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.013006	0.010152	-0.006877	0.006499	10	-0.14552	0.01917	-0.03361
2	0.006503	0.020305	0.006876	0	20	-0.27935	0.03647	-0.06558
3	0.009755	0.023689	0.024068	0	30	-0.40146	0.05208	-0.09586
4	-0.009756	0.016921	0.013753	0.012999	40	-0.51181	0.06616	-0.12439
5	0.016258	0.023689	0.003438	-0.00325	50	-0.61037	0.0789	-0.1511
6	0.006503	0.040611	0.006876	-0.016249	60	-0.69711	0.09047	-0.17594
7	-0.003252	0.030458	-0.003439	-0.012999	70	-0.77197	0.10106	-0.19885
8	-0.016259	0.027074	0	0	80	-0.83493	0.11083	-0.21977
9	-0.013007	0.013537	0.010315	-0.00975	90	-0.88594	0.11997	-0.23864
10	0.003251	0.037227	-0.006877	0	100	-0.92497	0.12865	-0.25539
11	0.013006	0.030458	0.010315	-0.0065	110	-0.95199	0.13704	-0.26999
12	0.013006	0.030458	0.024068	0.012999	120	-0.96694	0.14534	-0.28235
13	0.009755	0.003384	-0.010315	0.009749	130	-0.96981	0.1537	-0.29243
14	0.026013	0.040611	-0.024069	0.012999	140	-0.96054	0.16232	-0.30016
15	0.013006	0.027074	0.013753	0.032498	150	-0.93911	0.17136	-0.30549
16	0.01951	0.003384	0.003438	0.00325	160	-0.90547	0.181	-0.30835
17	0.006503	0.020305	0.010315	-0.0065	170	-0.85959	0.19143	-0.30869
18	-0.013007	0.030458	0.013753	-0.00975	180	-0.80142	0.20281	-0.30644
19	-0.009756	0.030458	0.030944	-0.032498	190	-0.73094	0.21533	-0.30156
20	-0.009756	0.006768	0.006876	-0.019499	200	-0.6481	0.22915	-0.29397
21	0.006503	0.027074	0.010315	0.00325	210	-0.55287	0.24447	-0.28363
22	0.01951	0.033842	0.010315	0.00325	220	-0.4452	0.26145	-0.27046
23	0.016258	0.023689	0.003438	0.00325	230	-0.32507	0.28028	-0.25442
24	0.009755	0.016921	0.02063	-0.035748	240	-0.19244	0.30112	-0.23544
25	0.006503	0.040611	0.006876	-0.016249	250	-0.04725	0.32416	-0.21346

(本研究整理)

表 4.44 第 5 次火害實驗區邊柱位移時間表例

Time(s)	CDx-B06-0.9Hw	CDx-B06-0.6Hw	CDx-B06-0.3Hw	Dz-B06	Time(s)	Dx-B06	Dy-B06
0	0	0	0	0	0	0	0
1	-0.013003	0.006513	-0.013608	-0.0196	10	0.0246	0.10085
2	0.029255	0.029309	0.010205	0.013065	20	0.04763	0.18927
3	0.006501	0.006513	0.003402	0.013065	30	0.06894	0.2657
4	0.026004	0.016283	0.027215	0.019598	40	0.08837	0.33057
5	0.013002	0.00977	0.006804	0.032663	50	0.10574	0.38432
6	0.009751	0.003257	0	0.019598	60	0.12091	0.4274
7	0.006501	0.006513	0.003402	0.029397	70	0.13371	0.46023
8	-0.022754	-0.003256	0.003402	0.029397	80	0.14398	0.48327
9	0	0	0	0	90	0.15155	0.49693
10	0.019503	0.006513	-0.010206	0.019598	100	0.15627	0.50167
11	0.009751	-0.016283	-0.010206	0.009799	110	0.15797	0.49791
12	-0.013003	-0.00977	0.003402	0.003266	120	0.15648	0.4861
13	0.00325	0.029309	-0.013608	0.003266	130	0.15166	0.46668
14	0.019503	0.00977	0.003402	0.029397	140	0.14332	0.44008
15	0	-0.00977	-0.006804	-0.0196	150	0.13133	0.40674
16	-0.009752	0.016283	-0.006804	-0.02286	160	0.1155	0.36709
17	-0.013003	0	0.017009	-0.00653	170	0.09568	0.32158
18	0.016253	0.016283	0.006804	0.009799	180	0.07171	0.27065
19	0.016253	0.006513	-0.003402	0.029397	190	0.04342	0.21472
20	0	0.003257	-0.003402	0.009799	200	0.01066	0.15424
21	-0.019504	0.003257	-0.003402	0.019598	210	-0.02674	0.08965
22	0.032505	0.003257	-0.003402	0.016332	220	-0.06894	0.02138
23	0.032505	0.013026	-0.010206	0.013065	230	-0.11611	-0.05012
24	0.026004	0.006513	-0.027215	0.022864	240	-0.1684	-0.12443
25	0.029255	0.003257	-0.003402	0.022864	250	-0.22598	-0.2011

(本研究整理)

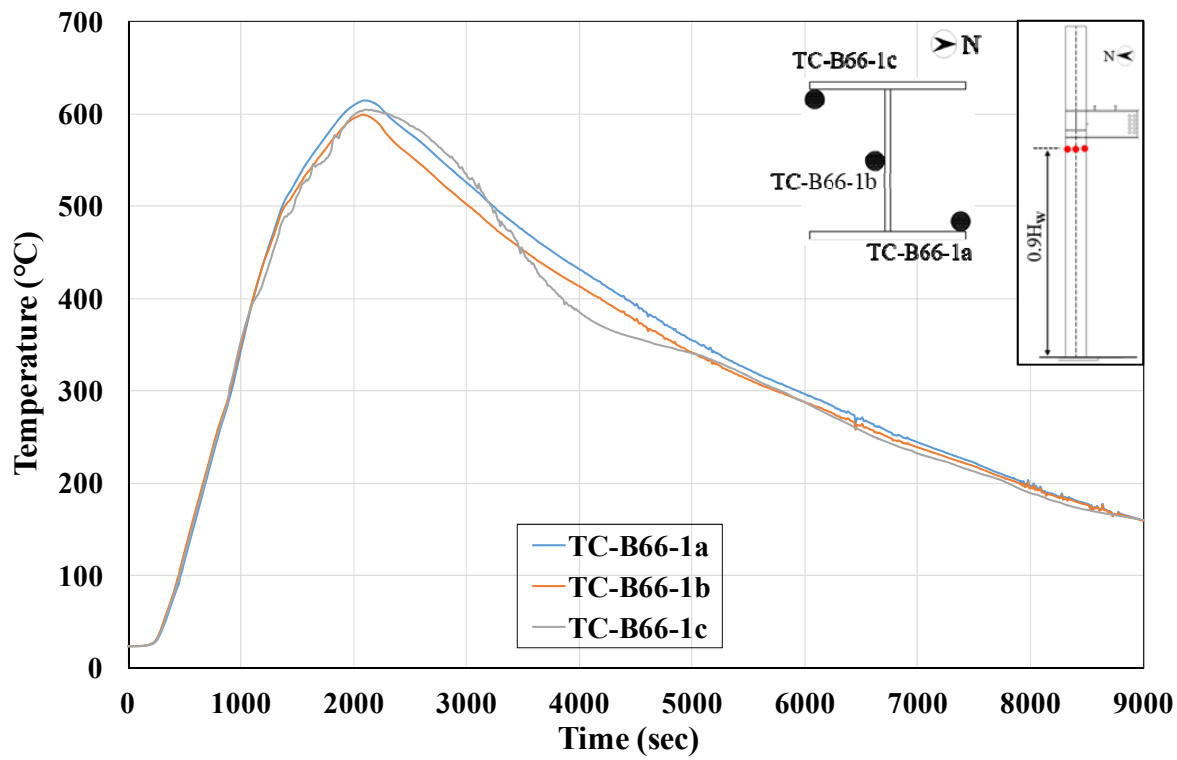


圖 4.84 第 5 次火害實驗區角柱於 0.9Hw 斷面溫度歷時圖例(本研究整理)

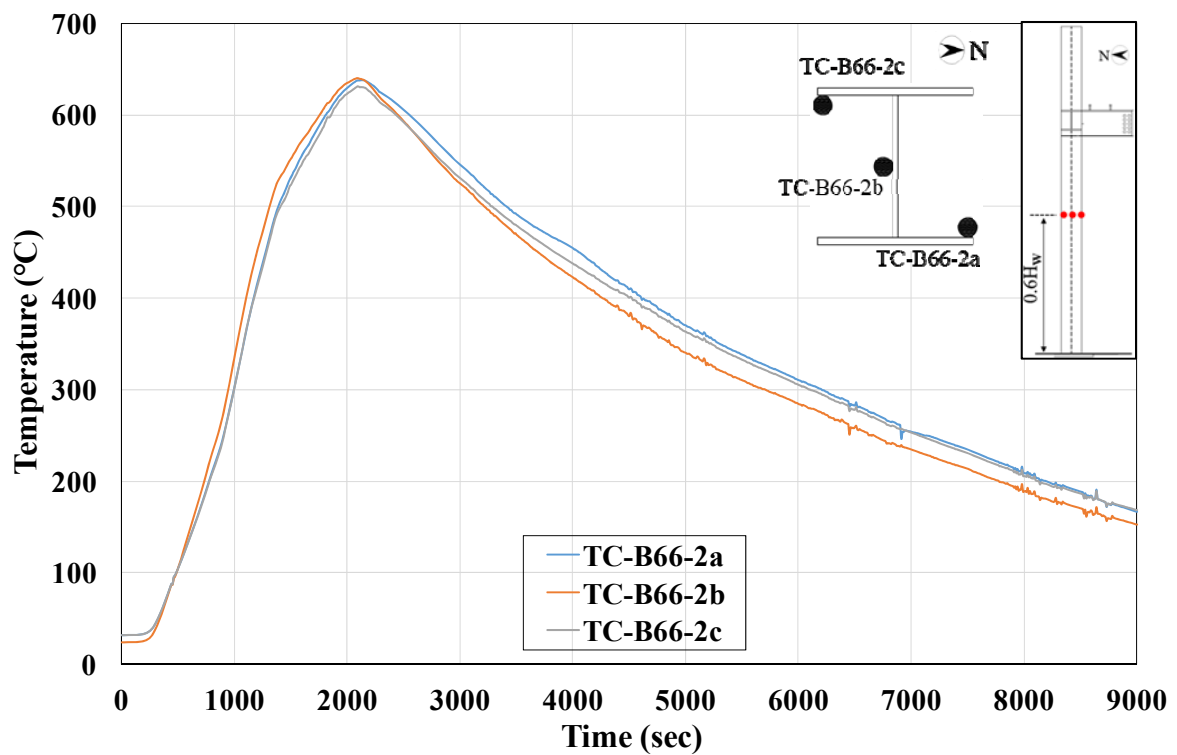


圖 4.85 第 5 次火害實驗區角柱於 0.6Hw 斷面溫度歷時圖例(本研究整理)

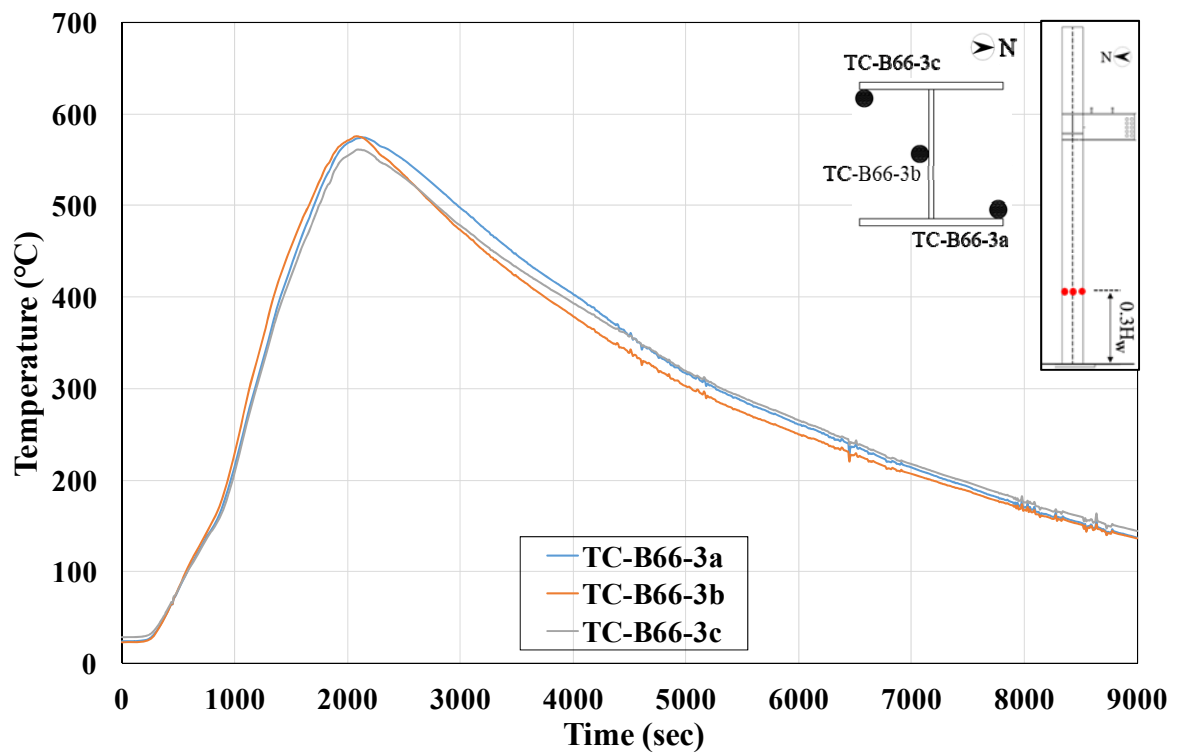


圖 4.86 第 5 次火害實驗區角柱於 0.3Hw 斷面溫度歷時圖例(本研究整理)

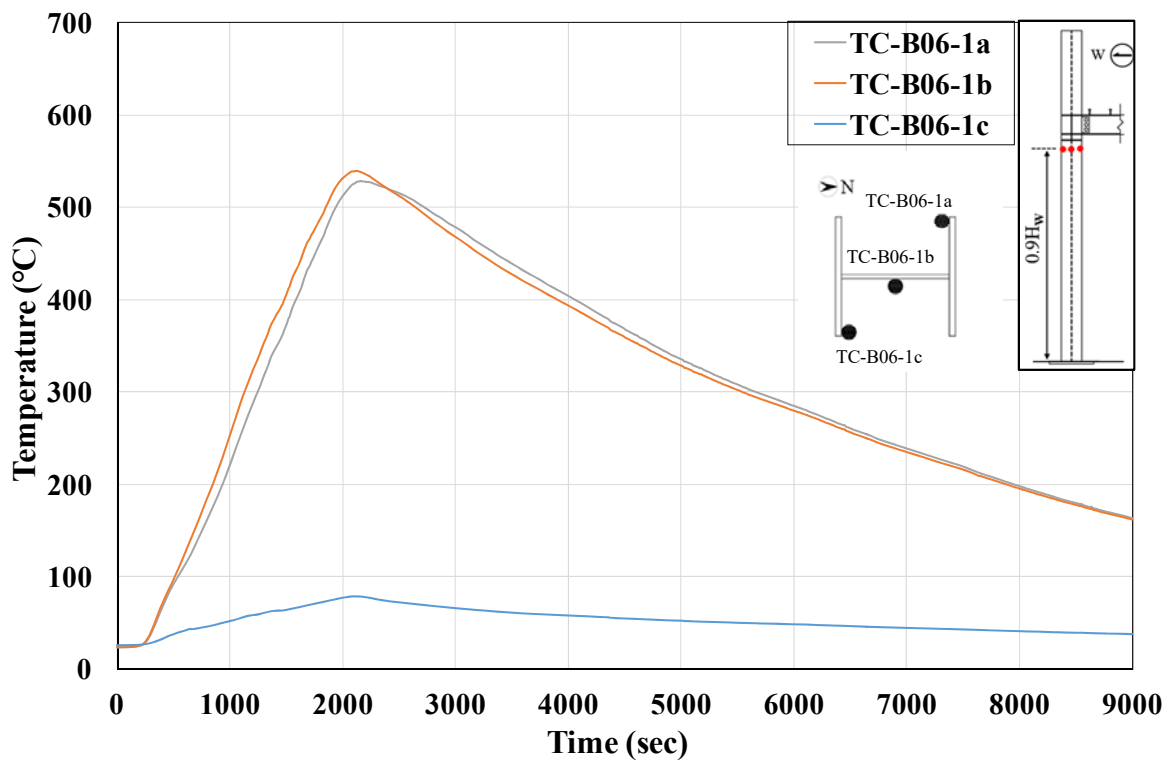


圖 4.87 第 5 次火害實驗區邊柱於 0.9Hw 斷面溫度歷時圖例(本研究整理)

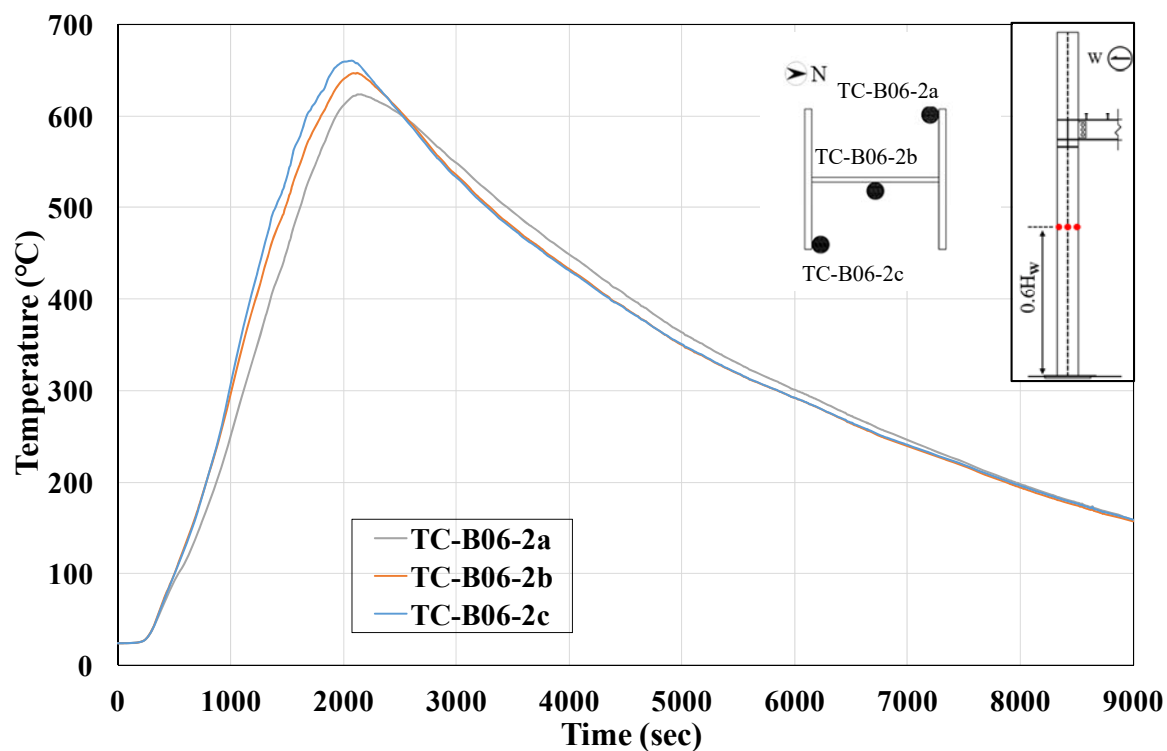


圖 4.88 第 5 次火害實驗區邊柱於 0.6Hw 斷面溫度歷時圖例(本研究整理)

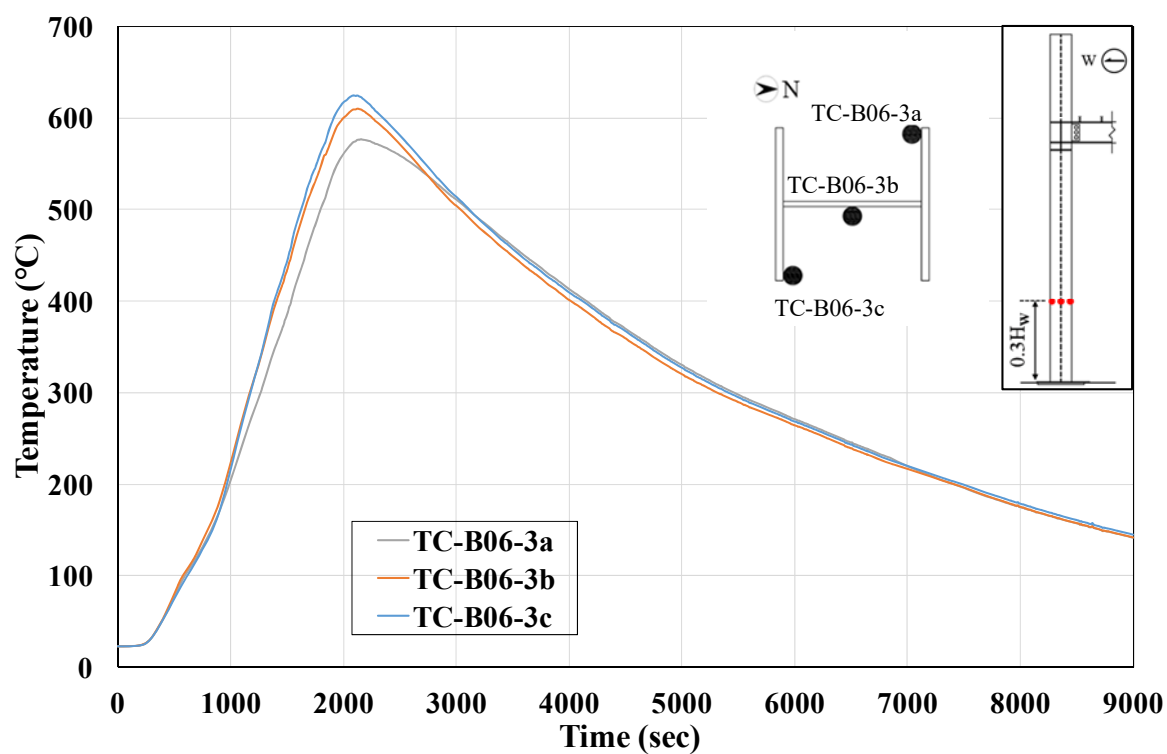


圖 4.89 第 5 次火害實驗區邊柱於 0.3Hw 斷面溫度歷時圖例(本研究整理)

表 4.45 第 5 次火害實驗區角柱溫度時間表例

Time(s)	TC-B66-11	TC-B66-12	TC-B66-13	TC-B66-21	TC-B66-22	TC-B66-23	TC-B66-31	TC-B66-32	TC-B66-33
0	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
1	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
2	23.4	23.6	49.7	31.9	24.1	31.9	23.9	23.4	29.0
3	23.3	23.6	49.7	32.0	24.2	31.9	23.9	23.5	29.0
4	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
5	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.5	29.0
6	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.5	29.0
7	23.4	23.6	49.6	32.0	24.1	31.9	23.9	23.4	29.0
8	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.4	29.0
9	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
10	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.4	29.1
11	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
12	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.4	29.0
13	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
14	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
15	23.4	23.6	49.7	32.0	24.2	32.0	23.8	23.4	29.0
16	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
17	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
18	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.5	29.0
19	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.4	29.0
20	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
21	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.5	29.0
22	23.4	23.6	49.7	32.0	24.2	32.0	23.9	23.5	29.0
23	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.5	29.0
24	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.4	29.0
25	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	31.9	23.9	23.5	29.0
26	23.3	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.4	29.0
27	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
28	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
29	23.4	23.6	49.7	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.0
30	23.4	23.6	49.8	32.0	24.1	32.0	23.9	23.5	29.1

(本研究整理)

表 4.46 第 5 次火害實驗區邊柱溫度時間表例

Time(s)	TC-B06-11	TC-B06-12	TC-B06-13	TC-B06-21	TC-B06-22	TC-B06-23	TC-B06-31	TC-B06-32	TC-B06-33
0	22.8	22.8	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
1	22.8	22.9	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
2	22.8	22.8	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
3	22.8	22.8	25.5	24.2	24.4	24.1	22.7	22.5	22.6
4	22.8	22.9	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
5	22.8	22.9	25.5	24.2	24.4	24.0	22.8	22.5	22.7
6	22.8	22.9	25.4	24.2	24.4	24.1	22.7	22.5	22.6
7	22.8	22.9	25.4	24.2	24.3	24.1	22.8	22.5	22.6
8	22.9	22.8	25.4	24.2	24.4	24.1	22.7	22.6	22.6
9	22.9	22.8	25.5	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
10	22.8	22.9	25.4	24.2	24.4	24.0	22.8	22.5	22.6
11	22.8	22.8	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
12	22.8	22.9	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
13	22.9	22.9	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
14	22.9	22.8	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
15	22.8	22.9	25.4	24.2	24.3	24.1	22.8	22.5	22.6
16	22.8	22.9	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
17	22.8	22.9	25.4	24.2	24.4	24.1	22.7	22.5	22.6
18	22.9	22.9	25.5	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
19	22.8	22.8	25.5	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
20	22.8	22.8	25.4	24.3	24.4	24.0	22.8	22.5	22.6
21	22.8	22.8	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
22	22.8	22.8	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
23	22.9	22.9	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
24	22.8	22.9	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
25	22.8	22.8	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
26	22.9	22.8	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
27	22.8	22.8	25.4	24.2	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
28	22.8	22.9	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
29	22.8	22.8	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6
30	22.9	22.9	25.4	24.3	24.4	24.1	22.8	22.5	22.6

(本研究整理)

第五章 結論與建議

第一節 結論

- 一、 由蒐集的文獻顯示，NIST 為美國政府機構其相關研究計畫報告資料於網站免費提供下載，有關 Cardington 火害實驗資料，亦可從網站獲得相關訊息及下載，如英國鋼鐵公司所出版的實驗數據集與成果報告，另加州大學聖地亞哥分校所進行 5 層樓實尺寸鋼筋混凝土實驗屋實驗的研究報告，從網站下載獲得，此外有些研究機構部分研究成果須付費購買或加入會員取得。
- 二、 本所實尺寸鋼構屋火害實驗資料彙編，考量資安與使用對象的篩選，將參考英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據集方式，以紙本方式發行。
- 三、 本研究已完成彙集整理 105 年起所進行之實尺寸鋼構屋火害實驗數據共計 5 次，其內容包含歷次實尺寸鋼構屋火害實驗目的與規劃、歷次實驗的溫度與位移量測位置圖及歷次實尺寸鋼構屋火害實驗之各構件的溫度與位移數據，以圖形及表格呈現。
- 四、 由文獻所獲得的 Cardington 實驗數據運用，大部分投稿國際期刊論文及發展數值模擬模型，並修改鋼結構設計規範，此可做為本研究未來數據公開之借鏡。

第二節 建議

建議一

防火實驗資料庫之功能擴充與改進研究：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：

本所防火實驗中心之防火實驗資料庫於 99 年建置，迄今已 10 年，當時完成資料庫骨幹建置；與熱釋放率實驗資料作為防火實驗資料庫之主幹，然防火實驗中心已進行相當多不同類型火害實驗，如結構防火實驗、材料性質實驗、大尺度火災及客製化實驗，獲得大量實驗數據及材料燃燒特性資料，建議後續可將防火實驗資料庫之實驗項目進

行擴充及使用介面之修改，使其更加完整與便利貼近使用者操作，並提供產學界研發與規範修訂的參考。

附錄 審查會議紀錄

(一)、期初審查會議紀錄與回應

審查意見	研究回應
1. 本案資料庫建議格式統一，如實驗數據的蒐集頻率，另需考慮未來擴充性及運用績效。 2. 建議本案蒐集國內外有關實驗資料庫收費方式與規定。	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。

(二)、期中審查會議紀錄與回應

審查意見	研究回應
蔡簡任研究員銘儒： 1. 本研究數據資料量相當龐大，如何運用，建議先行將資料區分為重要性及具參考性 2 種，以利後續整理及應用。 2. 結論提及鋼構屋火害實驗資料可供業界付費下載，建議須考慮資安問題及預防資料被竄改。 3. 業界付費取得彙編資料是單一費額取得全部資料，或依不同費額取得其所要資料，請加以考量。	1. 遵照辦理，本研究實驗數據整理原則以火害中後的 150 分鐘資料為主。 2. 本案擬以紙本方式發行，參考英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據集方式進行。 3. 謝謝指教，本案擬定發行之訂價時納入考量。
王研究員天志： 1. 報告書第三章內容有關火害實驗之敘述，建議改納入文獻資料，避免誤解以為本案有做實驗。 2. 建議補充國外研究單位實驗數據之整理及呈現方式，供本案參考。 3. 本研究目前資料的整理方式，較偏向每案的結果顯示，建議可提供橫向之比較方式，以了解不同次實驗間之異同，有助使用者參考選用，較能顯現彙編之意義。 4. 資料彙編其名詞定義、各項設定解說及條件限制皆相當重要，建議需注意其一致性，讓使用者易於了解資料的意義。 5. 未來彙編資料供外界下載引用時，應做好免責聲明。有關付費方式，可先做簡要揭露引起興趣，以吸引業者付費下載。	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 一般實驗數據彙編多以完整陳現所蒐集的數據，以供使用者自行選用比較分析。 4. 遵照辦理。 5. 謝謝指教，本案擬以紙本方式發行。

詹副研究員家旺： 建議本案完成實尺寸鋼構屋火害實驗資料彙編手冊供業界參考。	謝謝指教。
財團法人台灣建築中心 傅副理健峰： 本案實驗資料供外界下載時，宜注意資安問題。	本案擬以紙本方式發行，參考英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據集方式進行。
主席： 1. 建議本案評估潛在可能的使用者及其數量，才能知道如何設計合適的資料開放方式，以及必須投入的事務管理與人力。 2. Open data 與資安問題，兩者間如何取得平衡，以免因為資安限制技術發展，請一併考量。 3. 本案未來提供業界下載使用之對象宜有所限制與篩選。	1. 遵照辦理。 2. 本案擬以紙本方式發行，參考英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據集方式進行。 3. 遵照辦理。

(三)、期末審查會議紀錄與回應

審查意見	研究回應
王研究員天志： - 實尺寸火害實驗相當耗費人力、物力，研究成果更是寶貴，本案將近年的實驗資料統整彙編，對後續研究參考引用，有很大的助益。 - 研究成果未來如以網路平台提供給各界參考引用時，不同使用單位是否有不同的下載權限，對內容做分級管理？	- 謝謝指教。 - 本案考量資安與使用對象的篩選，將以紙本方式發行，並參考英國鋼鐵公司出版 Cardington 火害實驗數據集方式，數據資料存放於光碟片。
陳助理研究員佳玲： 實尺寸鋼構屋火害實驗數據已經完成彙整，建議未來可納入如何運用方面之研究。	由文獻所獲得的 Cardington 實驗數據運用，大部分投稿國際期刊論文及發展數值模擬模型，並修改鋼結構設計規範，此可做為本研究未來數據公開之借鏡。
王副研究員鵬智： 實尺寸鋼構屋火害實驗的火載量為 40kg/m^2 (辦公室)，是否可應用於火載量超過 40kg/m^2 的場所，如廠房或倉庫。	實尺寸鋼構屋火害實驗係參考 Cardington 實驗參數，模擬辦公室火災情境，所得實驗結果無法應用於超過 40kg/m^2 的場所。
主席： - 本研究已蒐集國外相關研究機構資料，請補充國家地震工程研究中心之作法。 - 本研究公開的方式，建議可分階段將數據公開；並請評估公開後之影響及效益。	- 遵照辦理。 - 遵照辦理，由文獻所獲得的 Cardington 實驗數據運用，大部分投稿國際期刊論文及發展數值模擬模型，並修改鋼結構設計規範，此可做為本研究未來數據公開之借鏡。

參考書目

1. CNS 12514-1, 「建築物構造構件耐火試驗法—第 1 部:一般要求事項」, 中華民國國家標準, 經濟部標準檢驗局, 2014。
2. CNS 12514-4, 「建築物構造構件耐火試驗法—第 4 部: 承重垂直區劃構件特定要求」, 中華民國國家標準, 經濟部標準檢驗局, 2014。
3. CNS 12514-5, 「建築物構造構件耐火試驗法—第 5 部: 承重水平區劃構件特定要求」, 中華民國國家標準, 經濟部標準檢驗局, 2014。
4. CNS 12514-6, 「建築物構造構件耐火試驗法—第 6 部: 梁特定要求」, 中華民國國家標準, 經濟部標準檢驗局, 2014。
5. CNS 12514-7, 「建築物構造構件耐火試驗法—第 7 部: 柱特定要求」, 中華民國國家標準, 經濟部標準檢驗局, 2014。
6. CNS 12514-8, 「建築物構造構件耐火試驗法—第 8 部: 非承重垂直區劃構件特定要求」, 中華民國國家標準, 經濟部標準檢驗局, 2014。
7. 朱聖浩、鍾興陽、朱世禹、施健泰, 「實尺寸鋼構屋之剪力連接複合鋼梁火害結構行為研究」, 內政部建築研究所委託研究計劃成果報告, 臺北, 2016。
8. 李其忠, 「實尺寸鋼構屋之混凝土鋼承板火害下承重行為研究」, 內政部建築研究所自行研究計劃成果報告, 臺北, 2016。
9. 朱聖浩、鍾興陽、朱世禹、施健泰, 「實尺寸鋼構屋彎矩連接與剪力連接鋼梁之火害結構行為研究」, 內政部建築研究所委託研究計劃成果報告, 臺北, 2017。
10. 李其忠, 「實尺寸鋼構屋火害後修復混凝土鋼承板之耐火行為研究」, 內政部建築研究所自行研究計劃成果報告, 台北, 2017。
11. 朱聖浩、鍾興陽、朱世禹、施健泰, 「實尺寸鋼構屋切削減弱式接頭鋼梁(RBS)與梁柱接頭之火害結構行為研究」, 內政部建築研究所委託研究計劃成果報告, 臺北, 2018。
12. 李其忠, 「剪力針對混凝土鋼承板耐火性能影響之研究」, 內政部建築研究所自行研究計劃成果報告, 臺北, 2018。
13. 鍾興陽、朱聖浩、施健泰, 「實尺寸鋼構屋角柱之火害結構行為研究」, 內

政部建築研究所委託研究計劃成果報告，臺北，2019。

14. 李其忠，「實尺寸鋼構屋邊柱之火害結構行為研究」，內政部建築研究所自行研究計劃成果報告，臺北，2019。
15. “Behaviour of Steel Framed Structures under Fire Conditions,” Main Report, DETR-PIT Project, School of Civil and Environmental Engineering, University of Edinburgh, 2000.
16. O'Connor, M. A. and Martin, D. M., “Behaviour of a Multi-Storey Steel Framed Building Subjected to Fire Attack,” Journal of Constructional Steel Research, Vol. 46, 1998, pp.295.
17. O'Connor, M. A., Kirby, B. R., Martin, D. M. , “ Behaviour of a multi-storey composite steel framed building in fire,” Structural Engineering, Vol. 81, No. 30, 2003, pp. 27-36.
18. Wald, F., Simões da Silva, L., Moore, D. B., Lennon, T., Chladná, M., Santiago, A., Beneš, M., Borges, L., “Experimental Behaviour of a Steel Structure under Natural Fire,” Fire Safety Journal, Vol. 41, Issue 7, pp. 509-522
19. Foster, S., Chladná, M., Hsieh, C., Burgess, I., Planck, R. , “ Thermal and structural behaviour of a full-scale composite building subject to a severe compartment fire,” Fire Safety Journal, Vol. 42, Issue 3, 2007, pp. 183-199.
20. Gillie, M., Usmani, A. S., Rotter, J. M. , “ A structural analysis of the Cardington British steel corner test,” Journal of Constructional Steel Research, Vol. 58, Issue 4, 2002, pp. 427-442.
21. Bailey, C. G., White, D. S., Moore, D. B., “ The tensile membrane action of unrestrained composite slabs simulated under fire conditions,” Engineering Structures, Vol. 22, Issue 12, 2000, pp. 1583-1595.
22. Bailey, C. G., “ Membrane action of slab/beam composite floor systems in fire,” Engineering Structures, Vol. 26, Issue 12, 2004, pp. 1691-1703.
23. Kirby, B. R., “The behaviour of a multi-storey steel framed building subjected to fire attack,” British Steel plc, UK., 1998.
24. Martin, D et al., “The behaviour of multi-storey steel framed buildings in fire,” British Steel plc, UK., 1999.
25. Full-Scale Structural and Nonstructural Building System Performance during Earthquakes & Post-Earthquake Fire.<http://nees.ucsd.edu/projects/2011-five-story/>
26. Brian J. Meacham, “Post-Earthquake Fire Performance of Buildings: Summary of

- a Large-Scale Experiment and Conceptual Framework for Integrated Performance-Based Seismic and Fire Design,” *Fire Technology*, Vol. 52, 2016, pp. 1133-1157
27. 王天志，考察實大規模建築複合災害驗證技術及實驗設施報告，內政部建築研究所，2016。
 28. <https://www.nist.gov/el/fire-research-division-73300/national-fire-research-laboratory-73306/projects>
 29. Dong, Y. L., Zhu, E. C., Prasad, K., “Thermal and structural response of two-storey two-bay composite steel frames under furnace loading,” *Fire Safety Journal*, Vol. 44, 2009, pp. 439-450.
 30. Dong, Y. L. and Zhu, C. J., “Limit load carrying capacity of two-way slabs with two edges clamped and two edges simply supported in fire,” *Journal of Structural Engineering*, Vol. 137, Issue 10, 2011, pp. 1182-1192.
 31. Yang, Z. N., Dong, Y. L., Xu, W. J., “Fire tests on two-way concrete slabs in a full-scale multi-storey steel-framed building,” *Fire Safety Journal*, Vol. 58, 2013, pp. 38-48.
 32. Wang, Y., Dong, Y. L., Li, B., Zhou, G. C., “A fire test on continuous reinforced concrete slabs in a full-scale multi-story steel-framed building,” *Fire Safety Journal*, Vol. 61, 2013, pp. 232-242.
 33. Li, B., Dong, Y. L., Zhang, D. S., “Fire behaviour of continuous reinforced concrete slabs in a full-scale multi-storey steel-framed building,” *Fire Safety Journal*, Vol. 71, 2015, pp. 226-237.
 34. Lou, G. B., Wang, C. G., Jiang, J., Jiang, Y. Q., Wang, L. W., Li, G. Q., “Fire tests on full-scale steel portal frames against progressive collapse,” *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 145, 2018, pp. 137-152.
 35. Lou, G. B., Wang, C. G., Jiang, J., Jiang, Y. Q., Wang, L. W., Li, G. Q., “Experimental and numerical study on thermal-structural behavior of steel portal frames in real fires,” *Fire Safety Journal*, Vol. 98, 2018, pp. 48-62.
 36. 朱聖浩、朱世禹、施健泰，「複合性災害實驗用實尺寸鋼構屋結構行為研究」，內政部建築研究所委託研究計劃成果報告，臺北，2015。