

一、前言

寬翼(H)型鋼依製作過程之不同一般可分為熱軋及組合兩種，此兩種H型鋼之力學特性差異很有限，因此除了某些局部應力（主要在腹板與翼板交接處之應力）需檢核外一般只要斷面性質在容許誤差範圍內兩種可互換使用。目前國內每年結構鋼之用量約80萬噸，其中中國鋼鐵公司之產品（鋼板）約佔15~20萬噸，其餘主要為進口之鋼板及熱軋 H型鋼，另外目前已進入生產階段之東和鋼鐵公司亦提供部份之熱軋 H型鋼。目前國際市場上結構用熱軋 H型鋼常用之斷面有：(1)美國 ASTM (即AISC) 之 W系列，(2)日本 JIS 之 JIS系列，(3)英國 BS 之 UB 及 UC系列，(4)歐洲 Euronorm 之 IPE、HE、HD 系列。東和鋼鐵公司所生產的為日本之 JIS系列及由該系列所衍生之斷面，目前已能生產標稱深度600mm 之斷面，未來則可生產700mm 之斷面；至於進口之型鋼則各種系列都有，國內使用之斷面尺寸可謂種類繁多，斷面尺寸變化之規則亦不一致。

國內在鋼結構設計方面有兩個現象值得注意：(1)國內建築物之設計主要引用美國之設計規範，在鋼結構方面則主要引用美國鋼結構協會(AISC)之容許應力設計法(ASD)及荷重與強度因子設計法(LRFD)，此兩種設計法中設計規則或公式乃針對美國ASTM之 W系列斷面來訂定，(2)設計者為節省鋼材用量常以最輕斷面為斷面選擇或設計之指標，尤其是組合斷面之設計較有彈性，設計者常自訂斷面尺寸來滿足最輕斷面之要求，然而設計者所訂之斷面可能已超出 W系列之外而不適於AISC設計規範之適用範圍，另一方面所訂之斷面尺寸可能太多、太雜亂。

綜合上述之現象，不論使用熱軋型鋼或組合型鋼，國內所使用之型鋼斷面種類太過於雜亂，不但造成型鋼管理及製作上之不便，且接合種類亦繁多，不但設計工作加重，施工成本高且易出錯。這些不良影響不但提高鋼骨構造物之造價而且使得工程品質不易控制。國內目前鋼骨構造之發展快速，鋼骨之使用量已達相當之數量，因此不論就經濟效益或品質控制之觀點來看，皆應儘速研擬一套標準 H型鋼斷面。

二、現有 H型鋼斷面之特性

2.1 傳統熱軋 H型鋼斷面之特性

表1 所示為ASTM (即AISC) 標稱深度18英吋 (W18 系列) 斷面之尺寸，由此表可看出傳統斷面 (包括 JIS、BS、及 Euronorm 系列) 之一些特性：(1)同一標稱深度斷面之腹深 ($d - 2t_f$) 為定值，反之斷面全深 d 則不一致，(2)翼板全寬基本上每個斷面皆不同，事實上翼板寬隨腹板厚之增加而增，從另一觀點來看則會發現每一群斷面之($b_f - t_w$)為定值，(3)翼板及腹板厚度尺寸常有零頭出現，使用公制單位之 Euronorm 系列如此，使用英制之ASTM及BS系列更是雜亂無章。上述現象主要是配合斷面熱軋製作之技術與方便性所造成的，並常在設計上及施工上造成不便。

2.2 組合型鋼斷面之特性

組合型鋼斷面由三片鋼板銲接而成，而鋼板之寬度與厚度之設定一分具彈性，因此一般可將組合斷面尺寸設計成比熱軋型鋼更有效率且設計、施工上更方便之斷面如：全深一致、梁寬一致等等。唯組合型鋼斷面由於需由熱軋鋼板再次加工，因此製作成本比熱軋型鋼高；此外由於設計具彈性，若工程師一味尋求最輕斷面設計，則易造成斷面種類過多之現象。

2.3 新一代熱軋型鋼斷面之特性

由於型鋼之熱軋技術提高，日本之新日鐵公司及川崎鋼鐵公司已在生產兼具熱軋型鋼及組合型鋼優點之新一代熱軋型鋼斷面。表2 及表3 所示分別為新日鐵公司生產之Hyper-Beam及川崎鋼鐵生產之Super Hiscend-H 型鋼斷面尺寸。這些斷面有如下之特點：(1)同一系列斷面之全深為定值，(2)分成一群一群的，斷面之翼板寬為定值，(3)腹板基本上比傳統熱軋斷面薄，而比較經濟，(4)斷面各尺寸，如 d, b_f, t_f, t_w 等都沒有零頭。上述這些特點基本上對設計與施工皆有正面的影響，稱為新代之型鋼斷面不為過。此外這些型鋼斷面可非常容易的以鋼板來組合而成，且其斷面性質可近乎與熱軋型鋼相等；如此不論在設計或施工上都帶來很大的方便。

表1 ASTM W18系列型鋼断面尺寸

斷面	d (in)	tw (in)	bf (in)	tf (in)	d-2tf (in)	bf-tw (in)
W18x311	22.32	1.52	12.005	2.74	16.84	10.485
W18x283	21.85	1.4	11.89	2.5	16.85	10.49
W18x258	21.46	1.28	11.77	2.3	16.85	10.49
W18x234	21.06	1.16	11.65	2.11	16.84	10.49
W18x211	20.67	1.06	11.555	1.91	16.85	10.495
W18x192	20.35	0.96	11.455	1.75	16.85	10.495
W18x175	20.04	0.89	11.375	1.59	16.86	10.485
W18x158	19.72	0.81	11.3	1.44	16.84	10.49
W18x143	19.49	0.73	11.22	1.32	16.85	10.49
W18x130	19.25	0.67	11.16	1.2	16.85	10.49
W18x119	18.97	0.655	11.265	1.06	16.85	10.61
W18x106	18.73	0.59	11.2	0.94	16.85	10.61
W18x97	18.59	0.535	11.145	0.87	16.85	10.61
W18x86	18.39	0.48	11.09	0.77	16.85	10.61
W18x76	18.21	0.425	11.035	0.68	16.85	10.61
W18x71	18.47	0.495	7.635	0.81	16.85	7.14
W18x65	18.35	0.45	7.59	0.75	16.85	7.14
W18x60	18.24	0.415	7.555	0.695	16.85	7.14
W18x55	18.11	0.39	7.53	0.63	16.85	7.14
W18x50	17.99	0.355	7.495	0.57	16.85	7.14
W18x46	18.06	0.36	6.06	0.605	16.85	5.7
W18x40	17.9	0.315	6.015	0.525	16.85	5.7
W18x35	17.7	0.3	6	0.425	16.85	5.7

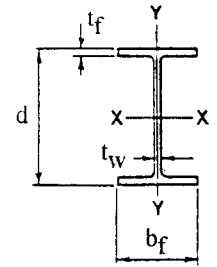


表2 新日鐵公司 Hyper Beam 斷面尺寸

(單位：mm)

d	t _w	b _f 150					b _f 200						b _f 250					b _f 300						
		9	12	16	19	22	9	12	16	19	22	25	28	12	16	19	22	25	28	19	22	25	28	
400	6	○	○	○			○	○	○															
	9			○	○	○		○	○	○	○													
	12										○													
450	6	○	○	○			○	○	○					○										
	9			○	○	○		○	○	○	○			○	○	○	○							
	12								○	○	○	○					○	○	○					
500	6	○	○	○			○	○	○					○										
	9			○	○	○		○	○	○	○			○	○	○	○							
	12								○	○	○	○					○	○	○					
550	6	○	○	○			○	○	○					○										
	9			○	○	○		○	○	○	○			○	○	○	○							
	12								○	○	○	○					○	○	○					
600	9						○	○	○	○	○			○	○					○				
	12							○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○

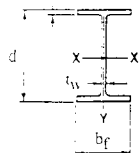


表2 新日鐵公司 Hyper Beam 斷面尺寸 (續) (單位: mm)

d	t _w	b _f 150					200						250					300					
		9	12	16	19	22	9	12	16	19	22	25	28	12	16	19	22	25	28	19	22	25	28
650	9						○	○	○	○	○				○	○							
	12							○	○	○	○	○	○			○	○	○	○				
700	9						○	○	○	○	○				○	○				○			
	12											○	○	○			○	○	○		○	○	
	14																	○	○		○	○	○
750	9							○	○	○													
	12														○	○	○						
	14																○	○	○				
800	14																○	○			○		
	16																	○	○		○	○	○
850	14																○	○					
	16																	○	○				
900	16																○	○	○	○	○	○	○

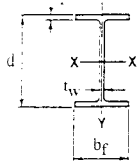


表3 川崎鋼鐵公司 Super Hisslend-H 断面尺寸 (續) (單位: mm)

d	b _f	t _w	150					200					250					300							
			9	12	16	19	22	9	12	16	19	22	25	28	12	16	19	22	25	28	19	22	25	28	
700	9						○	○	○	○					○	○					○				
	12										○	○	○			○	○	○			○	○			
	14																	○	○		○	○	○		
750	9						○	○	○																
	12									○	○	○	○		○	○	○								
	14																○	○	○						
800	14																○	○			○				
	16																		○	○		○	○	○	
850	14																○	○							
	16																		○	○					
900	16																○	○	○	○	○	○	○	○	

三、建議之標準型鋼斷面

3.1 梁斷面

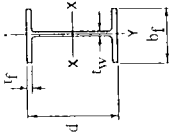
由於 (1)國內市場不大，(2)傳統標準熱軋型鋼斷面已有多種且已廣被採用及 (3)國內東和鋼鐵公司已在生產 JIS及其衍生斷面，因此在國內另訂一套傳統之熱軋型鋼標準斷面之實用性將非常非常的低。新一代之熱軋型鋼斷面有如 2.3節所述之諸多優點，因此本文即以其為藍本，加上本土性之考量加以增刪而成建議之標準型鋼梁斷面如表4 所示，其主要設計參數值如表 5 所示。此套梁型鋼斷面有如下之考量與特點：(1)中鋼生產之鋼板厚度為 6mm至50mm，因此所使用之翼板或腹板厚皆在此範圍，(2)梁深350mm (含)以下之小斷面(表4 中“△”記號者)，由於製作成本高且一般鋼構廠之斷面校正設備無法進行太小斷面之校正工作，因此這些斷面不適用於使用組合之方式來生產，所列之13個小斷面乃參考JIS及其衍生系列之RH斷面而訂，(3)梁深400mm (含)以上之167個斷面中有64個與川崎鋼鐵之 Super Hislend-H 熱軋斷面相同(表4 中“●”記號者)，可直接使用，(4)臺灣位處主要地震帶，因此大梁斷面必需為耐震斷面，因此建議之較深斷面大部份符合

$$\frac{b_f}{2 t_f} \leq \frac{52}{\sqrt{36}} = 8.67 \quad \text{及} \quad \frac{d}{t_w} \leq \frac{520}{\sqrt{36}} (1 - 0.125) = 75.8 \quad (\text{A36鋼材})$$

之要求。(5)“★”記號者之翼板屬厚板，使用這些斷面應考慮施工者對厚板銲接品質控制之能力，(6)翼板與腹板之厚度有6、9、12、14、16、18、22、25、28、30、32、35、38、42、46 及 50mm 等 16種，(7)翼板寬分成 100、125、150、175、200、250、300及400mm 等 8種，(8)梁深自100mm至 900mm每50mm一級，一共有17種梁深，(9)所列斷面計有180種。

3.2 柱斷面

國內鋼結構高樓大部份使用箱型柱斷面，甚少使用寬翼型鋼者；至於鋼骨鋼筋混凝土(SRC)構造則有使用交叉—H (CROSS-H)型鋼者，不過這些交叉—H 型鋼主要還是由梁斷面組合而成；因此標準柱斷面在國內似乎沒有太高之重要性。惟為讓此標準斷面更完整，本文還是訂定了一套標準柱組合斷面



(單位: mm)

表4 建議之標準梁斷面

d	b _f		200					250					300					400								
	100	125	150	175	9	12	14	16	19	22	25	28	12	14	16	19	22	25	28	30	32	35	38	42	46	50
200	6	△																								
250	6	△		△																						
300	6		△																							
350	6			△																						
	9				△								△	△												
400	6				●																					
	9					●	●	●	●	●	●											○	○			
	12																									
450	6				●																					
	9					●	●	●	●	●	●															
	12																									

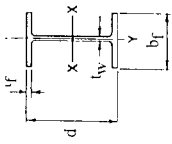


表4 建議之標準梁斷面 (續) (單位: mm)

b_f	200					250					300					400				
	100	125	150	175		9	12	14	16	19	22	25	28	30	32	35	38	42	46	50
9	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
14													●	●	●	●	●	●	●	●
16																				○
9	●	○	●	●	●															○
12																				○
14										○	○									
16											○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14											○									
16											●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
19																				○
22																				○
																			★★	★★★

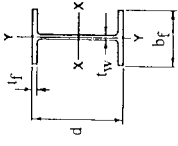


表4 建議之標準梁斷面 (續)

(單位: mm)

d	bf	200					250					300					400											
		100	125	150	175		9	12	14	16	19	22	25	28	12	14	16	19	22	25	28	30	32	35	38	42	46	50
850	14																											
	16																											
	19																											
	22																											
900	16																											
	19																											
	22																											

表5 梁斷面之設計參數值

尺寸		斷面積 單位重					彈性性質																		
		A W cm ² kg/m					X-X軸					Y-Y軸						rt	d/af	X1 ton/cm	X2 (ton/cm) ²				
							I	S	r	I	S	r	I	S	r	I	S					r			
d	bf	tw	tf	mm	mm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
200 x 100	6	9	29.3	22.98	1944	194	8.20	150	15.03	2.28	5.56	33.3	28.9	2.63	2.22	194.4	0.57								
200 x 150	6	9	38.3	30.04	2766	277	8.54	507	50.66	3.66	8.33	33.3	28.9	4.07	1.48	184.5	0.60								
250 x 125	6	9	36.8	28.87	3893	311	10.34	293	23.47	2.84	6.94	41.7	37.3	3.29	2.22	152.4	1.49								
250 x 175	6	12	55.9	43.89	6530	522	10.84	1072	85.78	4.39	7.29	41.7	36.3	4.80	1.19	187.8	0.52								
300 x 150	6	9	44.3	34.75	6839	456	12.48	507	33.78	3.40	8.33	50.0	45.6	3.94	2.22	125.3	3.22								
	6	12	52.9	41.54	8521	568	12.73	675	45.03	3.58	6.25	50.0	44.6	4.03	1.67	158.0	1.15								
300 x 200	9	12	73.6	57.80	11536	769	12.58	1602	106.8	4.69	8.33	33.3	29.3	5.33	1.25	171.2	0.88								
	9	14	81.3	63.80	12970	865	12.69	1868	124.6	4.82	7.14	33.3	28.8	5.39	1.07	192.7	0.52								
350 x 175	6	9	51.8	40.64	10989	628	14.62	805	45.97	3.96	9.72	58.3	53.9	4.59	2.22	106.4	6.15								
	6	12	61.9	48.60	13733	785	14.94	1072	61.28	4.17	7.29	58.3	52.9	4.70	1.67	133.8	2.22								
	9	14	78.8	61.84	16342	934	14.48	1252	71.57	4.01	6.25	38.9	34.4	4.62	1.43	168.7	0.98								
350 x 250	9	12	90.1	70.76	19742	1128	14.87	3127	178.7	5.92	10.42	38.9	34.8	6.69	1.17	143.5	1.71								
	9	14	99.8	78.32	22272	1273	15.00	3648	208.4	6.07	8.93	38.9	34.4	6.77	1.00	161.5	1.01								
400 x 200	6	9	59.3	46.53	16549	827	16.76	1201	60.03	4.51	11.11	66.7	62.3	5.24	2.22	92.4	10.74								
	9	12	82.6	64.87	22058	1103	16.42	1602	80.11	4.42	8.33	44.4	40.4	5.20	1.67	131.6	2.80								
	9	14	90.3	70.86	24730	1236	16.62	1869	93.45	4.57	7.14	44.4	39.9	5.27	1.43	146.0	1.74								
	9	16	97.9	76.86	27344	1367	16.78	2136	106.8	4.69	6.25	44.4	39.5	5.33	1.25	162.2	1.09								

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質												
d x bf mm	tw mm	tf mm	A cm ²	W kg/m	X-X軸					Y-Y軸					rt cm	d/Af 1/cm	X1 ton/cm	X2 (ton/cm) ²
					I cm ⁴	S cm ³	r cm	I cm ⁴	S cm ³	r cm	bf/2tf	d/tw	h/tw					
9	19	109.4	85.86	31161	1558	16.94	2536	126.8	4.83	5.26	44.4	38.8	5.40	1.05	188.9	0.56		
9	22	120.8	94.85	34854	1743	17.04	2935	146.8	4.95	4.55	44.4	38.2	5.45	0.91	217.6	0.31		
12	25	143.4	112.6	39496	1975	16.68	3338	166.9	4.85	4.00	33.3	27.8	5.41	0.80	257.6	0.17		
12	28	154.7	121.4	42891	2145	16.73	3738	186.9	4.94	3.57	33.3	27.3	5.45	0.71	288.0	0.10		
400 x 300	9	14	118.3	92.8	35164	1758	17.30	6302	315.1	7.32	10.71	44.4	39.9	8.14	0.95	139.1	1.80	
450 x 200	9	16	129.9	102.0	39148	1957	17.41	7202	360.1	7.47	9.38	44.4	39.5	8.20	0.83	156.1	1.09	
	6	9	62.3	48.88	21537	957	18.65	1201	53.37	4.40	11.11	75.0	70.6	5.19	2.50	83.1	17.27	
	9	12	87.1	68.40	28825	1281	18.27	1603	71.23	4.31	8.33	50.0	45.9	5.13	1.88	118.5	4.47	
	9	14	94.8	74.40	32259	1434	18.53	1869	83.08	4.46	7.14	50.0	45.5	5.22	1.61	130.7	2.83	
	9	16	102.4	80.39	35628	1583	18.72	2136	94.93	4.58	6.25	50.0	45.0	5.28	1.41	144.6	1.79	
	9	19	113.9	89.39	40563	1803	18.94	2536	112.7	4.74	5.26	50.0	44.4	5.36	1.18	167.6	0.94	
	9	22	125.3	98.39	45355	2016	19.08	2936	130.5	4.86	4.55	50.0	43.7	5.41	1.02	192.4	0.52	
	12	25	149.4	117.3	51608	2294	18.67	3339	148.4	4.75	4.00	37.5	31.9	5.36	0.90	227.8	0.28	
	12	28	160.7	126.1	56053	2491	18.76	3739	166.2	4.85	3.57	37.5	31.4	5.41	0.80	253.9	0.18	
450 x 300	9	16	134.4	105.5	50704	2253	19.48	7203	320.1	7.34	9.38	50.0	45.0	8.15	0.94	138.8	1.80	
	9	19	151.9	119.2	58221	2588	19.63	8553	380.1	7.52	7.89	50.0	44.4	8.23	0.79	162.5	0.92	
	12	22	182.1	143.0	67196	2987	19.28	9906	440.3	7.40	6.82	37.5	32.4	8.17	0.68	195.3	0.47	

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質																	
						X-X軸					Y-Y軸					rt	d/af	X1	X2				
						I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf					d/tw	h/tw		
d	x	bf	tw	tf	A	W	I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf	d/tw	h/tw	rt	d/af	X1	X2	
mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm				cm	1/cm	ton/cm	(ton/cm) ²	
500 x 200	6	9	65.3	51.24	27299	1092	20.51	1201	48.03	4.30	11.11	83.3	78.9	5.13	2.78	75.6	26.37						
	9	12	91.6	71.93	36672	1467	20.09	1603	64.12	4.20	8.33	55.6	51.5	5.07	2.08	108.0	6.77						
	9	14	99.3	77.93	40963	1639	20.39	1870	74.78	4.36	7.14	55.6	51.0	5.16	1.79	118.6	4.36						
	9	16	106.9	83.93	45182	1807	20.63	2136	85.45	4.49	6.25	55.6	50.6	5.23	1.56	130.7	2.80						
	9	19	118.4	92.92	51377	2055	20.90	2536	101.4	4.64	5.26	55.6	49.9	5.31	1.32	150.8	1.48						
	12	22	144.1	113.1	59784	2391	20.47	2940	117.6	4.54	4.55	41.7	36.6	5.26	1.14	183.1	0.73						
	12	25	155.4	122.0	65571	2623	20.63	3340	133.6	4.66	4.00	41.7	36.1	5.32	1.00	204.5	0.45						
	12	28	166.7	130.9	71206	2848	20.76	3740	149.6	4.76	3.57	41.7	35.6	5.37	0.89	227.2	0.28						
500 x 300	9	16	138.9	109.0	63930	2557	21.51	7203	288.1	7.22	9.38	55.6	50.6	8.09	1.04	125.2	2.81						
	9	19	156.4	122.8	73368	2935	21.72	8553	342.1	7.41	7.89	55.6	49.9	8.18	0.88	146.0	1.45						
	12	22	188.1	147.7	84935	3397	21.33	9907	396.3	7.28	6.82	41.7	36.6	8.12	0.76	175.6	0.73						
550 x 200	6	9	68.3	53.59	33872	1232	22.33	1201	43.67	4.20	11.11	91.7	87.3	5.07	3.06	69.5	38.60						
	9	12	96.1	75.47	45654	1660	21.88	1603	58.30	4.10	8.33	61.1	57.0	5.01	2.29	99.5	9.85						
	9	14	103.8	81.46	50898	1851	22.23	1870	67.99	4.26	7.14	61.1	56.6	5.11	1.96	108.7	6.44						
	9	16	111.4	87.46	56063	2039	22.51	2136	77.69	4.39	6.25	61.1	56.2	5.18	1.72	119.4	4.18						
	12	19	138.9	109.0	67017	2437	22.08	2541	92.39	4.30	5.26	45.8	41.3	5.13	1.45	149.6	1.81						
	12	22	150.1	117.9	74323	2703	22.36	2941	106.9	4.45	4.55	45.8	40.8	5.21	1.25	166.8	1.10						

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質																														
						X-Y軸					Y-Y軸					rt	d/Af	X1	X2																	
						I	S	r	I	S	r	I	S	r	I					S	r	bf/2tf	d/tw	h/tw												
d	mm	bf	mm	tf	mm	A	cm ²	W	kg/m	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	bf/2tf	d/tw	h/tw	rt	cm	d/Af	l/cm	X1	toh/cm	(ton/cm) ²	X2				
		12	25	161.4	126.7	81458	2962	22.56	3341	121.5	4.57	4.00	45.8	40.3	5.27	1.10	185.7	0.68																		
		12	28	172.7	135.6	88424	3215	22.72	3740	136.0	4.67	3.57	45.8	39.8	5.32	0.98	205.8	0.44																		
550 x 300	9	16	143.4	112.6	78882	2868	23.52	7203	261.9	7.11	9.38	61.1	56.2	8.03	1.15	114.2	4.20																			
	9	19	160.9	126.3	90460	3289	23.77	8553	311.0	7.31	7.89	61.1	55.5	8.13	0.96	132.6	2.18																			
	12	22	194.1	152.4	105007	3818	23.34	9907	360.3	7.17	6.82	45.8	40.8	8.07	0.83	159.6	1.11																			
600 x 200	9	12	100.6	79.00	55828	1861	23.65	1603	53.45	4.01	8.33	66.7	62.6	4.95	2.50	92.3	13.83																			
	9	14	108.3	84.99	62121	2071	24.04	1870	62.34	4.17	7.14	66.7	62.2	5.05	2.14	100.5	9.18																			
	9	16	115.9	90.99	68326	2278	24.36	2137	71.23	4.31	6.25	66.7	61.7	5.13	1.88	110.0	6.02																			
	12	19	144.9	113.7	81910	2730	23.90	2541	84.71	4.21	5.26	50.0	45.4	5.07	1.58	138.0	2.59																			
	12	22	156.1	122.6	90722	3024	24.21	2941	98.04	4.36	4.55	50.0	44.9	5.16	1.36	153.3	1.60																			
	12	25	167.4	131.4	99346	3312	24.46	3341	111.4	4.49	4.00	50.0	44.4	5.23	1.20	170.2	1.00																			
	12	28	178.7	140.3	107784	3593	24.66	3741	124.7	4.59	3.57	50.0	43.9	5.28	1.07	188.2	0.64																			
600 x 300	12	16	165.6	130.0	100199	3340	24.71	7208	240.3	6.63	9.38	50.0	45.9	7.79	1.25	116.1	4.59																			
	12	19	182.9	143.5	113990	3800	25.06	8558	285.3	6.87	7.89	50.0	45.4	7.92	1.05	130.3	2.70																			
	12	22	200.1	157.1	127489	4250	25.33	9908	330.3	7.06	6.82	50.0	44.9	8.01	0.91	146.5	1.60																			
	12	25	217.4	170.7	140700	4690	25.52	11258	375.3	7.22	6.00	50.0	44.4	8.09	0.80	164.0	0.98																			
	12	28	234.7	184.2	153626	5121	25.66	12608	420.3	7.35	5.36	50.0	43.9	8.15	0.71	182.4	0.62																			

表5 梁斷面之設計參數值(續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質																	
						X-Y軸						Y-X軸						d/tw	h/tw	rt	d/af	X1	X2
						I	S	r	I	S	r	I	S	r	I	S	r						
d	x	bf	tw	tf	A	W	I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf	d/tw	h/tw	rt	d/af	X1	X2	
mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm				cm	1/cm	ton/cm	(ton/cm) ²	
		14	30	257.5	202.2	164711	5490	25.39	25.39	13512	450.4	7.27	5.00	42.9	37.2	8.11	0.67	199.4	0.45				
		14	32	269.0	211.1	172989	5766	25.45	25.45	14412	480.4	7.35	4.69	42.9	36.9	8.15	0.63	212.1	0.35				
		14	35	286.1	224.6	185176	6173	25.53	25.53	15762	525.4	7.45	4.29	42.9	36.5	8.19	0.57	231.8	0.24				
650 x 200		9	12	105.1	82.53	67250	2069	25.39	25.39	1604	49.35	3.92	8.33	72.2	68.2	4.90	2.71	86.3	18.88				
		9	14	112.8	88.53	74687	2298	25.83	25.83	1870	57.55	4.09	7.14	72.2	67.7	5.00	2.32	93.5	12.70				
		9	16	120.4	94.52	82029	2524	26.19	26.19	2137	65.76	4.23	6.25	72.2	67.3	5.09	2.03	102.1	8.41				
		9	19	131.9	103.5	92865	2857	26.62	26.62	2537	78.06	4.40	5.26	72.2	66.6	5.18	1.71	116.5	4.59				
		12	22	162.1	127.3	109054	3356	26.05	26.05	2942	90.52	4.28	4.55	54.2	49.1	5.11	1.48	141.9	2.25				
		12	25	173.4	136.1	119308	3671	26.34	26.34	3342	102.8	4.41	4.00	54.2	48.6	5.19	1.30	157.2	1.42				
		12	28	184.7	145.0	129359	3980	26.57	26.57	3742	115.1	4.52	3.57	54.2	48.1	5.25	1.16	173.5	0.91				
650 x 300		9	16	152.4	119.6	114192	3514	27.44	27.44	7204	221.7	6.89	9.38	72.2	67.3	7.93	1.35	97.3	8.45				
		12	19	188.9	148.2	136432	4198	26.98	26.98	8559	263.3	6.76	7.89	54.2	49.6	7.86	1.14	120.9	3.75				
		12	22	206.1	161.8	152454	4691	27.29	27.29	9909	304.9	6.96	6.82	54.2	49.1	7.96	0.98	135.5	2.25				
		12	25	223.4	175.4	168163	5174	27.52	27.52	11259	346.4	7.12	6.00	54.2	48.6	8.04	0.87	151.3	1.39				
		12	28	240.7	188.9	183559	5648	27.70	27.70	12609	388.0	7.26	5.36	54.2	48.1	8.11	0.77	168.0	0.88				
		14	30	264.5	207.6	197076	6064	27.39	27.39	13513	415.8	7.17	5.00	46.4	40.7	8.07	0.72	183.7	0.64				
		14	32	276.0	216.6	206964	6368	27.48	27.48	14413	443.5	7.25	4.69	46.4	40.5	8.10	0.68	195.2	0.49				

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質																													
						X-Y軸					Y-Y軸					d/tw	h/tw	rt	d/af	X1	X2														
						I	S	F	I	S	r	S	I	S	r							cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	ton/cm	(ton/cm) ²						
d	mm	bf	mm	tf	mm	A	cm ²	W	kg/m	I	cm ⁴	S	cm ³	F	cm	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	bf/2tf	d/tw	h/tw	rt	cm	d/af	1/cm	X1	ton/cm	X2	(ton/cm) ²			
mm																																			
700 x 200	9	12	109.6	86.06	79976	2285	27.11	1604	45.83	3.84	8.33	77.8	73.7	4.84	2.92	81.0	25.15																		
	9	14	117.3	92.06	88652	2533	27.59	1871	53.45	4.01	7.14	77.8	73.3	4.95	2.50	87.5	17.13																		
	9	16	124.9	98.06	97226	2778	27.99	2137	61.07	4.15	6.25	77.8	72.8	5.04	2.19	95.3	11.45																		
	9	19	136.4	107.1	109896	3140	28.47	2537	72.50	4.33	5.26	77.8	72.2	5.14	1.84	108.5	6.31																		
	12	22	168.1	132.0	129396	3697	27.86	2943	84.08	4.20	4.55	58.3	53.3	5.07	1.59	132.3	3.08																		
	12	25	179.4	140.8	141421	4041	28.19	3343	95.51	4.33	4.00	58.3	52.8	5.15	1.40	146.1	1.96																		
	12	28	190.7	149.7	153226	4378	28.45	3743	106.9	4.45	3.57	58.3	52.3	5.21	1.25	161.0	1.27																		
700 x 300	12	19	194.9	153.0	161218	4606	28.87	8560	244.6	6.65	7.89	58.3	53.8	7.80	1.23	112.9	5.09																		
	12	22	212.1	166.5	179979	5142	29.23	9909	283.1	6.86	6.82	58.3	53.3	7.91	1.06	126.1	3.08																		
	14	25	242.9	190.7	202977	5799	29.02	11265	321.9	6.84	6.00	50.0	45.0	7.90	0.93	145.8	1.76																		
	14	28	260.1	204.2	220936	6312	29.25	12615	360.4	6.99	5.36	50.0	44.6	7.98	0.83	160.3	1.16																		
	14	30	271.5	213.1	232723	6649	29.38	13515	386.1	7.08	5.00	50.0	44.3	8.02	0.78	170.4	0.88																		
	14	32	283.0	222.1	244365	6982	29.49	14415	411.8	7.16	4.69	50.0	44.0	8.06	0.73	180.9	0.68																		
	14	35	300.1	235.6	261555	7473	29.62	15764	450.4	7.27	4.29	50.0	43.6	8.11	0.67	197.1	0.47																		
700 x 400	14	22	269.8	211.8	235267	6722	29.64	23482	670.9	9.36	9.09	50.0	45.5	10.66	0.80	127.5	2.80																		
	14	25	292.9	229.9	259956	7427	29.89	26682	762.3	9.58	8.00	50.0	45.0	10.76	0.70	141.4	1.77																		

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積 單位重			彈性性質													
d x bf	tw	tf	A	W	X-X軸					Y-Y軸					rt	d/af	X1	X2
					I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf				
mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	ton/cm	(ton/cm) ²
	14	28	316.1	248.1	284194	8120	30.08	29881	853.8	9.75	7.14	50.0	44.6	10.84	0.63	156.3	1.15	
	14	30	331.5	260.2	300103	8574	30.17	32015	914.7	9.86	6.67	50.0	44.3	10.89	0.58	166.6	0.87	
	16	32	360.3	282.8	320103	9146	29.91	34155	975.9	9.77	6.25	43.8	38.4	10.85	0.55	180.8	0.65	
	16	35	383.3	300.9	343183	9805	30.02	37355	1067.3	9.90	5.71	43.8	38.0	10.91	0.50	196.8	0.45	
	16	38	406.3	319.0	365827	10452	30.10	40555	1158.7	10.02	5.26	43.8	37.6	10.96	0.46	213.3	0.32	
750 x 200	9	12	114.1	89.60	94062	2508	28.81	1604	42.78	3.76	8.33	83.3	79.3	4.79	3.13	76.5	32.83	
	9	14	121.8	95.59	104074	2775	29.33	1871	49.89	3.93	7.14	83.3	78.8	4.90	2.68	82.3	22.63	
	9	16	129.4	101.6	113976	3039	29.77	2138	57.01	4.08	6.25	83.3	78.4	5.00	2.34	89.4	15.26	
	9	19	140.9	110.6	128622	3430	30.30	2538	67.67	4.26	5.26	83.3	77.7	5.10	1.97	101.5	8.49	
	9	22	152.3	119.6	143024	3814	30.72	2938	78.34	4.40	4.55	83.3	77.0	5.18	1.70	114.8	4.87	
	12	22	174.1	136.7	151822	4049	29.65	2943	78.49	4.13	4.55	62.5	57.4	5.03	1.70	123.9	4.13	
	12	25	185.4	145.5	165758	4420	30.01	3343	89.16	4.26	4.00	62.5	56.9	5.11	1.50	136.6	2.64	
	12	28	196.7	154.4	179458	4786	30.31	3743	99.82	4.38	3.57	62.5	56.4	5.17	1.34	150.3	1.72	
750 x 300	12	19	200.9	157.7	188422	5025	30.74	8560	228.3	6.55	7.89	62.5	57.9	7.75	1.32	105.9	6.76	
	12	22	218.1	171.2	210138	5604	31.14	9910	264.3	6.76	6.82	62.5	57.4	7.86	1.14	118.1	4.13	
	14	25	249.9	196.2	237204	6325	30.93	11266	300.4	6.74	6.00	53.6	48.6	7.85	1.00	136.4	2.36	
	14	28	267.1	209.7	258046	6881	31.20	12616	336.4	6.90	5.36	53.6	48.2	7.93	0.89	149.7	1.56	

表5 梁斷面之設計參數(續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質														
d	x	bf	tw	tf	A	W	X-X軸					Y-Y軸					d/af	X1	X2	
							I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf				d/tw
mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm		cm	1/cm	ton/cm	(ton/cm) ²
14	30	278.5	218.6	271741	7246	31.34	13516	360.4	6.99	5.00	53.6	47.9	7.98	0.83	159.0	1.19				
14	32	290.0	227.6	285279	7607	31.47	14416	384.4	7.07	4.69	53.6	47.6	8.02	0.78	168.6	0.92				
16	35	321.3	252.2	310532	8281	31.21	15773	420.6	7.03	4.29	46.9	41.1	8.00	0.71	187.6	0.62				
750 x 400	14	2276.8	217.3	274318	7315	31.59	23483	626.2	9.24	9.09	53.6	49.0	10.60	0.85	119.4	3.72				
14	25	299.9	235.4	302933	8078	31.88	26683	711.5	9.46	8.00	53.6	48.6	10.71	0.75	132.2	2.37				
16	28	337.5	265.0	336633	8977	31.70	29890	797.1	9.45	7.14	46.9	42.0	10.70	0.67	150.1	1.45				
16	30	352.9	277.0	355021	9467	31.83	32024	854.0	9.56	6.67	46.9	41.7	10.75	0.63	159.2	1.12				
16	32	368.3	289.1	373198	9952	31.94	34157	910.8	9.66	6.25	46.9	41.5	10.80	0.59	168.6	0.87				
16	35	391.3	307.2	400068	10568	32.08	37357	996.2	9.80	5.71	46.9	41.1	10.87	0.54	183.3	0.61				
16	38	414.3	325.3	426468	11372	32.18	40556	1081.5	9.92	5.26	46.9	40.7	10.92	0.49	198.4	0.43				
800 x 300	14	222.6	174.7	225492	5637	31.97	8567	214.2	6.23	7.89	57.1	53.0	7.56	1.40	107.1	7.17				
14	22	239.8	188.2	250206	6255	32.43	9917	247.9	6.46	6.82	57.1	52.6	7.70	1.21	117.0	4.72				
16	25	272.5	213.9	281563	7039	32.29	11276	281.9	6.46	6.00	50.0	45.5	7.70	1.07	134.4	2.74				
16	28	289.5	227.3	305334	7633	32.61	12625	315.6	6.63	5.36	50.0	45.1	7.79	0.95	145.8	1.89				
16	30	300.9	236.2	320970	8024	32.80	13525	338.1	6.73	5.00	50.0	44.9	7.85	0.89	153.9	1.48				
16	32	312.3	245.1	336438	8411	32.96	14425	360.6	6.82	4.69	50.0	44.6	7.89	0.83	162.4	1.16				
16	35	329.3	258.5	359326	8983	33.16	15775	394.4	6.95	4.29	50.0	44.2	7.96	0.76	175.7	0.82				

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質																												
						X-X軸					Y-Y軸					d/tw	h/tw	rt	d/af	X1	X2													
						I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf																			
d	mm	bf	mm	tw	mm	tf	mm	A	cm ²	W	kg/m	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	bf/2tf	d/tw	h/tw	rt	cm	d/af	1/cm	X1	ton/cm	X2	(ton/cm ²)
800 x 400	16	22	299.5	235.1	324007	8100	33.03	23492	587.3	8.89	9.09	33.39	26692	667.3	9.13	8.00	50.0	45.9	50.0	45.5	10.54	0.80	129.1	2.82	50.0	50.0	45.5	10.42	0.91	118.3	4.20			
	16	25	322.5	253.2	356667	8917	33.39	26692	667.3	9.13	8.00	33.67	29892	747.3	9.33	7.14	50.0	45.1	50.0	45.1	10.64	0.71	141.0	1.90	50.0	50.0	44.9	10.70	0.67	149.4	1.47			
	16	28	345.5	271.3	388808	9720	33.67	29892	747.3	9.33	7.14	33.95	34158	854.0	9.56	6.25	50.0	44.6	50.0	44.6	10.75	0.63	158.0	1.15	50.0	50.0	44.6	10.75	0.63	158.0	1.15			
	19	35	419.9	329.6	471538	11788	33.56	37375	934.4	9.45	5.71	33.71	40575	1014.4	9.59	5.26	42.1	37.0	42.1	37.0	10.70	0.57	177.4	0.75	42.1	42.1	37.0	10.70	0.57	177.4	0.75			
	19	38	442.8	347.6	501743	12544	33.71	40575	1014.4	9.59	5.26	33.40	48864	1121.6	9.53	4.76	36.4	31.1	36.4	31.1	10.74	0.48	215.3	0.35	36.4	36.4	31.1	10.74	0.48	215.3	0.35			
	22	42	495.3	388.8	550422	13761	33.40	48864	1121.6	9.53	4.76	33.53	49129	1228.2	9.69	4.35	36.4	30.8	36.4	30.8	10.81	0.43	234.2	0.24	36.4	36.4	30.8	10.81	0.43	234.2	0.24			
	22	46	525.5	412.5	588748	14719	33.53	49129	1228.2	9.69	4.35	33.62	53395	1334.9	9.82	4.00	36.4	30.4	4.00	36.4	10.87	0.40	253.9	0.17	36.4	36.4	30.4	10.87	0.40	253.9	0.17			
	22	50	555.8	436.3	626217	15655	33.62	53395	1334.9	9.82	4.00	33.16	8578	201.8	5.93	7.89	53.1	49.4	7.89	53.1	7.38	1.49	110.3	7.04	53.1	53.1	49.4	7.38	1.49	110.3	7.04			
850 x 300	16	19	246.4	193.4	268229	6311	33.16	8578	201.8	5.93	7.89	33.69	9928	233.6	6.17	6.82	53.1	49.0	6.82	53.1	7.53	1.29	117.8	5.04	53.1	53.1	49.0	7.53	1.29	117.8	5.04			
	16	22	263.5	206.8	296110	6967	33.69	9928	233.6	6.17	6.82	34.12	11277	265.3	6.37	6.00	53.1	48.6	6.00	53.1	7.64	1.13	127.1	3.51	53.1	53.1	48.6	7.64	1.13	127.1	3.51			
	16	25	280.5	220.2	323579	7614	34.12	11277	265.3	6.37	6.00	34.47	12627	297.1	6.54	5.36	53.1	48.2	5.36	53.1	7.74	1.01	137.6	2.44	53.1	53.1	48.2	7.74	1.01	137.6	2.44			
	16	28	297.5	233.6	350639	8250	34.47	12627	297.1	6.54	5.36	34.68	13527	318.3	6.64	5.00	53.1	48.0	5.00	53.1	7.80	0.94	145.1	1.91	53.1	53.1	48.0	7.80	0.94	145.1	1.91			
	16	30	308.9	242.5	368454	8669	34.68	13527	318.3	6.64	5.00	34.86	14427	339.5	6.74	4.69	53.1	47.7	4.69	53.1	7.85	0.89	153.0	1.51	53.1	53.1	47.7	7.85	0.89	153.0	1.51			
	16	32	320.3	251.4	386088	9084	34.86	14427	339.5	6.74	4.69	35.09	15777	371.2	6.86	4.29	53.1	47.4	4.29	53.1	7.91	0.81	165.3	1.07	53.1	53.1	47.4	7.91	0.81	165.3	1.07			
	16	35	337.3	264.8	412206	9699	35.09	15777	371.2	6.86	4.29	35.09	15777	371.2	6.86	4.29	53.1	47.4	4.29	53.1	7.91	0.81	165.3	1.07	53.1	53.1	47.4	7.91	0.81	165.3	1.07			

表5 梁斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質															
d	x	bf	tw	tf	A	W	X-X軸					Y-Y軸					rt	d/Af	X1	X2	
							I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf					d/tw
mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	1/cm	ton/cm	(ton/cm) ²
900	x	400	16	22	315.5	247.6	422890	9398	36.76	23496	522.1	8.66	9.09	56.3	52.1	10.29	1.02	106.5	6.73		
			16	25	338.5	265.7	464800	10329	37.19	26696	593.2	8.91	8.00	56.3	51.7	10.43	0.90	115.7	4.58		
			16	28	361.5	283.8	506123	11247	37.55	29895	664.3	9.12	7.14	56.3	51.4	10.54	0.80	125.9	3.12		
			16	30	376.9	295.9	533347	11852	37.74	32029	711.7	9.25	6.67	56.3	51.1	10.60	0.75	133.1	2.44		
			19	32	416.0	326.6	574920	12776	37.23	34181	759.6	9.08	6.25	47.4	42.6	10.51	0.70	146.9	1.72		
			19	35	438.9	344.5	614576	13657	37.47	37381	830.7	9.24	5.71	47.4	42.3	10.60	0.64	157.9	1.25		
			19	38	461.8	362.5	653663	14526	37.67	40580	901.8	9.39	5.26	47.4	42.0	10.67	0.59	169.4	0.92		
			22	42	517.3	406.1	718484	15966	37.33	44872	997.2	9.33	4.76	40.9	35.7	10.64	0.54	191.1	0.58		
			22	46	547.5	429.8	768331	17074	37.52	49138	1092.0	9.49	4.35	40.9	35.3	10.72	0.49	207.4	0.41		
			22	50	577.8	453.5	817200	18160	37.67	53404	1186.8	9.63	4.00	40.9	35.0	10.79	0.45	224.3	0.29		

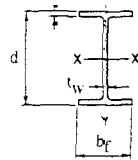


表 6 建議之標準柱斷面

d (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)
100	100	6	9
125	125	6	9
150	150	6	9
175	175	6	12
200	200	9	12
200	200	12	16
250	250	9	12
250	250	9	14
300	300	9	14
300	300	9	16
300	300	9	19
300	300	12	22
300	300	14	25
300	300	14	28
350	350	9	16
350	350	12	19
350	350	14	22
350	350	14	25
350	350	14	28
350	350	16	30
350	350	16	32

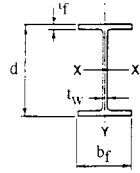


表 6 建議之標準柱斷面 (續)

d (mm)	b_f (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)
350	350	19	35
350	350	19	38
400	400	12	22
400	400	14	25
400	400	14	28
400	400	16	30
400	400	16	32
400	400	19	35
400	400	19	38
450	450	14	25
450	450	14	28
450	450	16	30
450	450	16	32
450	450	19	35
450	450	19	38
450	450	22	40
450	450	22	42
450	450	25	46
450	450	25	50

表7 柱斷面之設計參數值

尺寸		斷面積		單位重		彈性性質																									
						X-X軸					Y-Y軸					rt	d/af	X1	X2												
						I	S	r	I	S	r	I	S	r	bf/2tf					h/tw											
d	mm	bf	mm	tf	mm	A	cm ²	W	kg/m	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	I	cm ⁴	S	cm ³	r	cm	bf/2tf	h/tw	rt	cm	d/af	1/cm	X1	ton/cm	X2	(ton/cm) ²
100 x 100	6	9	23.3	18.27	401	80	4.19	150	30.0	2.56	5.56	16.7	12.3	2.76	1.11	394.2	0.03														
125 x 125	6	9	29.3	22.98	820	131	5.32	293	46.9	3.18	6.94	20.8	16.4	3.45	1.11	303.4	0.08														
150 x 150	6	9	35.3	27.69	1459	195	6.46	506	67.5	3.81	8.33	25.0	20.6	4.13	1.11	246.4	0.18														
175 x 175	6	12	51.4	40.36	2967	339	7.62	1072	122.5	4.58	7.29	29.2	23.8	4.88	0.83	274.0	0.11														
250 x 250	9	12	81.1	63.69	9370	750	10.80	3126	250.1	6.24	10.42	27.8	23.7	6.84	0.83	197.9	0.43														
	9	14	90.8	71.26	10579	846	10.84	3647	291.8	6.37	8.93	27.8	23.3	6.90	0.71	226.3	0.24														
300 x 300	9	14	109.3	85.78	18700	1247	13.13	6302	420.1	7.62	10.71	33.3	28.8	8.27	0.71	184.9	0.54														
	9	16	120.9	94.92	20822	1388	13.17	7202	480.1	7.74	9.38	33.3	28.4	8.32	0.63	209.5	0.32														
	9	19	138.4	108.6	23887	1592	13.18	8552	570.1	7.88	7.89	33.3	27.7	8.38	0.53	248.8	0.16														
	12	22	164.1	128.8	27235	1816	12.94	9904	660.2	7.80	6.82	25.0	19.9	8.34	0.45	299.2	0.08														
	14	25	186.9	146.7	30260	2017	12.79	11256	750.4	7.80	6.00	21.4	16.5	8.34	0.40	348.7	0.04														
	14	28	204.1	160.2	32878	2192	12.75	12606	840.4	7.90	5.36	21.4	16.0	8.38	0.36	393.3	0.03														
350 x 350	9	16	141.4	111.0	33671	1924	15.47	11435	653.4	9.02	10.94	38.9	33.9	9.70	0.63	176.6	0.62														
	12	19	171.9	134.9	39506	2257	15.22	13582	776.1	8.93	9.21	29.2	24.6	9.66	0.53	217.9	0.28														
	14	22	198.8	156.0	44825	2561	15.09	15728	898.7	8.94	7.95	25.0	20.5	9.67	0.45	257.3	0.15														
	14	25	218.9	171.9	49452	2826	15.10	17871	1021.2	9.08	7.00	25.0	20.0	9.72	0.40	291.4	0.09														
	14	28	239.1	187.7	53898	3080	15.08	20015	1143.7	9.19	6.25	25.0	19.6	9.77	0.36	327.6	0.05														

表7 柱斷面之設計參數值 (續)

尺寸		斷面積			彈性性質																				
		單位重			X-Y軸					Y-Y軸					d/Af	rt	h/tw	d/tw	bf/2tf	d/af	X1	X2			
		d	bf	tw	tf	A	W	I	S	r	I	S	r	I									S	r	I
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm									cm ⁴	cm ³	cm
16	30	258.9	203.2	57169	3267	14.93	21447	1225.6	9.15	5.83	21.9	16.7	9.75	358.1	0.04										
16	32	272.3	213.7	59940	3425	14.91	22876	1307.2	9.21	5.47	21.9	16.5	9.78	383.7	0.03										
19	35	299.4	235.0	64501	3686	14.71	25026	1430.1	9.16	5.00	18.4	13.3	9.76	431.9	0.02										
19	38	319.3	250.6	68311	3903	14.66	27170	1552.6	9.24	4.61	18.4	13.0	9.79	472.8	0.01										
400 x 400	12	220.1	172.8	67452	3373	17.56	23472	1173.6	10.36	9.09	33.3	28.3	11.11	215.8	0.28										
14	25	250.9	197.0	75419	3771	17.40	26675	1333.7	10.35	8.00	28.6	23.6	11.10	250.1	0.16										
14	28	274.1	215.2	82391	4120	17.40	29875	1493.7	10.48	7.14	28.6	23.2	11.15	280.5	0.10										
16	30	296.9	233.1	87561	4378	17.25	32012	1600.6	10.43	6.67	25.0	19.9	11.13	306.2	0.07										
16	32	312.3	245.1	91948	4597	17.23	34145	1707.2	10.50	6.25	25.0	19.6	11.16	327.6	0.05										
19	35	343.9	270.0	99233	4962	17.02	37352	1867.6	10.44	5.71	21.1	16.0	11.14	367.8	0.04										
19	38	366.8	287.9	105345	5267	16.98	40552	2027.6	10.53	5.26	21.1	15.7	11.18	401.7	0.02										
450 x 450	14	25	282.9	222.1	109185	4853	19.71	37978	1687.9	11.63	9.00	32.1	27.2	427.6	0.27										
14	28	309.1	242.6	119493	5311	19.72	42534	1890.4	11.77	8.04	32.1	26.7	12.54	465.3	0.17										
14	28	309.1	242.6	119493	5311	19.72	42534	1890.4	11.77	8.04	32.1	26.7	12.54	465.3	0.17										
16	30	334.9	262.9	127182	5653	19.56	45576	2025.6	11.71	7.50	28.1	23.0	12.52	506.4	0.12										
16	32	352.3	276.5	133715	5943	19.55	48613	2160.6	11.79	7.03	28.1	22.7	12.55	547.7	0.09										
19	35	390.7	306.7	144637	6428	19.33	53178	2363.5	11.72	6.43	23.7	18.6	12.52	602.2	0.06										
25	50	543.6	426.7	189870	8439	18.79	75983	3377.0	11.89	4.50	18.0	12.6	12.59	865.5	0.01										

，如表 6 所示，設計參數值如表 7 所示。此套柱型鋼斷面有如下之考量與特點：(1)板厚介於 6mm 至 50mm 之間，(2)深 250mm (含) 以下之小斷面，基本上不適合以組合之方式生產，所列之 8 個小斷面乃參考 JIS 及其衍生系列之 RH 斷面而訂，(3)較深斷面大部份符合 $\frac{b_f}{2t_f} \leq 8.67$ 及 $\frac{d}{t_w} \leq 75.8$ 之要求，(4)斷面深與翼板寬一致，共有 100、125、150、175、200、250、300、350、400 及 450 等 10 種尺寸，(5)由於 BH 不同斷面深之柱接續並不如 RH 柱困難，因此斷面種類不需太多，所列斷面計有 40 種，(6)翼板與腹板厚度種類與梁斷面同。

3.3 翼板與腹板交接處之圓弧切角與銲接

熱軋斷面在翼板與腹板交接處有一圓弧角隅，如圖 1 所示，其圓弧之半徑應隨斷面之愈大而增加，在標準梁斷面中可為熱軋型鋼之部份 (表 4 中 “●” 所示者)，其圓弧半徑如表 8 所示。

表 8 熱軋 H 型鋼之圓弧半徑

斷面深 H (mm)	圓弧半徑 r (mm)
$H \leq 550$	12
$550 < H \leq 750$	15
$750 < H$	18

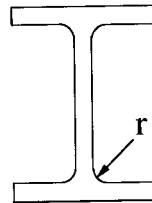


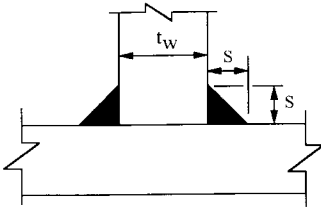
圖 1

若欲以組合之方式組成標準斷面 (包括梁與柱)，當腹板厚 $t_w \leq 16\text{mm}$ 時使用填角銲來接合腹板與翼板，若使用 E60 銲條，填角銲之尺寸 S (如圖 2a 所示) 為 $0.7t_w$ ，若使用其他強度銲條或潛伏銲則只要保持銲接強度不變，可使用較小之填角銲尺寸，惟應注意規範中最小填角銲尺寸之規定。當腹板厚度 $t_w \geq 19\text{mm}$ 時，則腹板必需先開槽而後銲接 (如圖 2b 所示)，若使用 E60 銲條則可參考表 7 所示之銲接尺寸，若使用其他強度之銲條或不同之銲接幾何形狀

則只要保持銲接強度不變，銲接尺寸可自行設計。

表9 組合 H型鋼銲接尺寸 ($t_w \geq 19\text{mm}$)

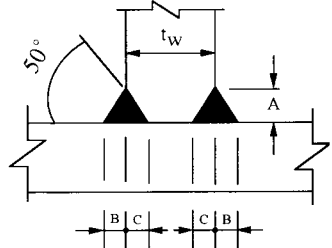
t_w (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)
19	10	6	7
20	10	6	7.5
21	11	8	7.5
22	11	8	8
25	12	8	9



$$t_w \leq 16\text{mm}$$

$$S = 0.7t_w$$

圖2a



$$t_w \geq 19\text{mm}$$

圖2b

一、前言

由於鋼結構之梁柱構件若能選用標準型鋼斷面則其產生錯誤之機率不高，唯這些桿件之接合則隨著接合構件尺寸、位置而有各種不同的變化，也因這些變化造成鋼構接合之複雜性，而各種不同的接合型態也影響其力學行為，因此鋼構之接合一向是世界各國學者、專家研究之重點，也有各種不同的接合專書出版，本文則針對國內鋼構的工程實務進行探討，以期建立一套適合於國內使用之建議接合型式，其主要內容則為依據各種鋼結構接合位置可能採用之各種接合型式，研究分析其優劣點及其適用性，並建議此類接合設計與施工之注意事項。

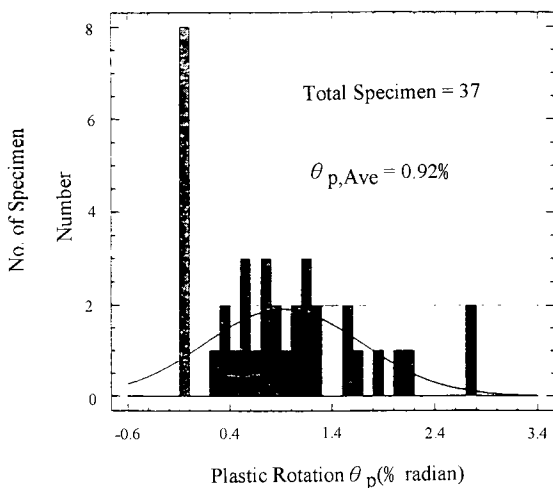
二、目前國內鋼骨高樓接合常見之問題

2.1 H型梁與箱型柱接頭之力學特性

一般H型梁—箱型柱接頭與H型梁—H型柱接頭最大的力學行為差異，在於前者經由梁腹板將彎矩或軸力傳入柱內的能力遠小於後者，此因箱型柱是以柱板平面外之勁度及強度承擔由梁腹板傳入之彎矩，而因箱型柱柱板平面外之勁度及強度遠低於H型柱腹板之平面內勁度與強度，因此對於H型梁與箱型柱接頭而言，梁端彎矩主要是經由梁翼將力量傳遞到柱內橫隔板或柱外橫隔板繼而將力量分配到其他構件。

雖然在H型梁與箱型柱的接頭中，梁腹無法依其斷面性質將標稱彎矩傳遞至柱上，而相對地梁翼必需承擔比斷面性質之計算值更大的應力，這種現象並會隨著梁腹斷面具有較大的標稱彎矩傳遞能力而更形嚴重。直覺上這種接頭並無法傳遞梁構件的斷面塑性彎矩，但由於一般鋼材之實際降伏強度約在其標稱降伏強度之 1.2 倍以上，且鋼材是應變硬化材料，根據過去國立台灣工業技術學院與台灣大學所進行的實尺寸接頭試驗結果顯示[1~6]，在三十七組梁柱接頭試體，其梁柱接頭強度試驗值與標稱值之比，平均達 1.386，意即“從強度的觀

點”在接頭銲接過程與檢驗符合規範要求的狀況下，目前H型梁與箱型柱的接頭設計均可合乎AISC極限設計法對接頭強度可靠度的要求，但其平均塑性轉角則僅為0.92%（見下圖），與一般要求之1.5%相去甚遠，且有近五分之一之接頭為脆性斷裂，顯示依目前方法設計、施工之接頭仍有甚多問題有待克服。



2.2 H型梁與箱型柱接頭之破壞模式

因為H型梁與箱型柱接頭的強度在正常的狀況下均可超過設計標稱值，因此H型梁與箱型柱接頭的設計，應著眼於其變形消能的能力、破壞模式及如何確保梁端接頭區在受力破壞前能有足夠的韌性而不致產生脆性斷裂的情形，藉以降低可靠度分析中接頭破壞發生的機率。而所謂破壞的定義應包含過大的變形與某一比例強度的喪失，根據過去實尺寸梁柱接頭試體的破壞描述，H型梁與箱型柱破壞的模式包括：

1. 局部挫曲：一般鋼構桿件通常避免在整體強度發揮前產生局部挫屈

，而這可由斷面肢材之寬厚比或深厚比限制之，如極限設計規範中所規定之 λ_{pd} 值即是為免除局部挫屈之發生(12)，而若斷面已滿足 λ_{pd} 韌性設計之要求，則在梁斷面載重達到標稱強度，且產生甚大之塑性轉角後發生翼板或腹板的局部挫曲，將是所有接頭破壞模式中最佳，而且是最有韌性的一種形式。

2. 翼板撕裂：翼板的撕裂是一般翼板無加勁之梁柱接頭的主要破壞型式。而發生翼板撕裂的起始位置有二，一是翼板鄰近扇形鐸接孔的位置，另一則是翼緣鐸道或鐸道上方。雖然梁翼與箱型柱接合部份的應力分佈是兩翼緣較翼板中間高，但由於目前國內扇形鐸接孔大都以乙炔切割，並且未作適當磨平或補鐸處理，致造成相當明顯的凹痕存在，從破壞力學的觀點，一旦凹痕相當尖銳則可視為初始裂縫的存在，並造成微觀上的應力集中，因此在反復載重作用下極易於此處開裂。而另一翼板撕裂之起始位置則為翼緣鐸道或鐸道附近之熱影響區。此部份除了因為翼緣有較高的應力集中現象外，更由於翼緣鐸道為鐸接起弧位置，而根據檢驗或試片切割發現此部份較易產生氣孔、夾渣、鐸蝕等造成不連續面的鐸接瑕疵存在，復以部份施工單位未依規定設置正確之鐸接導板等影響，因而造成梁端受力後裂縫極易於此形成。

3. 梁端鐸道斷裂：鐸道本身具有較母材為高的強度，但其韌性卻較差。因此除非接頭母材部份提供極大的塑性變形，否則鐸道脆性破壞時，梁端塑性變形將會很小，甚至無任何塑性轉角可言。梁端鐸道斷裂時，斷裂面常相當平整，而斷裂的原因主要是鐸道內含有過多或太大的氣孔、夾渣等瑕疵或是存在鐸接界面間熔融不完全的缺陷，而鐸接滲透不足與鐸接點附近因束制而於鐸道內形成裂縫，這些因素都造成鐸道內應力的集中，一旦其中的裂縫或缺陷之尖端達裂縫延伸的界限時，則因鐸道韌性不佳，裂縫隨之迅速沿伸，若鐸道內缺陷過多，則形成脆性斷裂面。

4. 柱板撕裂：目前H型梁與箱型柱的接頭方式，在箱型柱內與梁翼同高處須加銲內部橫隔板以傳遞梁翼應力，而內部橫隔板之二側可以角銲或滲透銲與柱板相連，另二側則需施以電渣銲或溶渣銲（ESW or EGW），亦有四側皆以電渣銲為之者。而電渣銲之入熱量非常高，復因梁翼與柱板再以全滲透銲接合，使得與梁翼相接之柱板受到雙重的熱影響，而改變柱板局部的金相，並因而降低其韌性。一旦銲道部份初始裂縫形成，則因裂縫向最弱的界面方向延伸之特性，柱板因此可能撕裂。且對於厚柱板而言，熱軋過程所造成的層裂現象更可能造成柱板脆性的破壞。此因箱型柱通常在500mm~800mm之斷面，致於ESW 或EGW銲接時若銲線導管(Nozzle) 偏斜將造成銲道融溶不良導致橫隔板功能無法發揮終致柱板撕裂，另一種柱板撕裂的原因則是柱內橫隔板與翼板不在同一平面，即存在一高程差。而內部橫隔板電渣銲兩側的固定夾板與柱板之間間隙，可視為一初始裂縫，一旦梁端受力後與梁翼受拉側相接的柱板，極易因此一初始裂縫的延伸，而導致梁翼將柱板撕裂。此外，若柱板厚度相對於梁腹板太薄時且剪力連接板與梁腹板連結束制過大時，於試驗之過程中，亦發現梁腹傳入應力致使柱板承受平面外應力而隆起，繼而造成柱板撕裂的情形發生。

5. 柱內橫隔板銲道斷裂：此種破壞方式，主要原因在於電渣銲與柱板的融透不足，再加上電渣銲兩側夾板與柱板間天然裂縫的形成，而電渣銲銲道內部又存在極大的殘餘應力，因此造成銲道的斷裂。

另外則於試驗過程中發現部份試體於剪力連接板與柱板銲接部份的上下緣，有柱板或銲道撕裂的現象發生，經判斷除因銲接瑕疵造成外，剪力連接板與梁腹板間因過量的螺栓與額外的銲接亦會造成上下接合部份因傳遞過多的彎矩應力而導致柱板受平面外變形而撕裂，顯示目前規範使用於H型梁與箱型柱接合設計時，其接頭剪力強度不僅足夠，且可能因過量而有不良之影響，因此有必要加以檢討修正。

三、鋼結構之建議接合型式與細部研擬

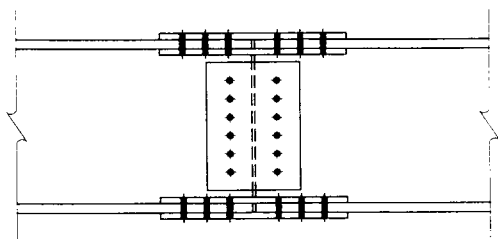
本研究所研擬之接合型式主要包含 (1)梁與梁 (2)柱與柱 (3)梁與柱(4)斜撐接合等各類不同構件之接合，所研擬之接合為較常用者，並針對各接合分別說明其設計及施工之基本考慮事項，討論其優點、缺點及提出建議事項。

一、梁與梁接合例(Beam-to-Beam Connection)

梁之剛性續接基本考慮事項【型式 BB1~BB9】

1. 梁之長度超出生產設備，或運輸之限制，或安裝需要，可分段製作再行續接。
2. 工地接合以栓接為原則，因其易於施工且品質較佳。
3. 梁以栓接無法滿足需求時，得全部或局部使用銲接。
4. 梁之續接位置宜避開受力最大之位置。

【型式 BB1】工地螺栓接合例



【優點】

1. 工地完全以螺栓接合，品質容易控制。
2. 安裝容易、迅速，不受天候限制。

【缺點】

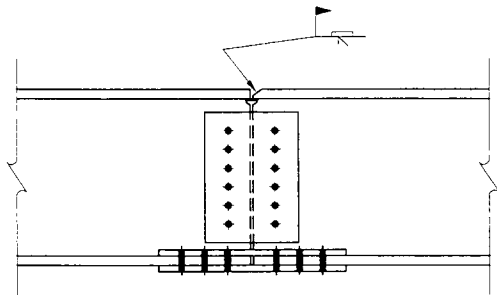
1. 接合位置之勁度會因螺栓滑動之影響而略為減小。
2. 須鑽孔且精度要求較高，增加製作費用。
3. 螺栓根數太多時，接合部位延伸甚長影響觀瞻。

4. 翼板接合板及螺栓突出梁頂，可能影響使用空間。
5. 同一斷面螺栓孔過大或太多均會減少桿件之有效斷面積。
6. 腹板螺栓接合對剪力之傳遞會產生偏心彎矩。

【建議】

1. 設計時須考慮鎖螺栓之施作空間是否足夠。
2. 鎖螺栓之方法須能達到足夠之預張力。
3. 各翼板接合板之螺栓配置以對稱為原則，且各接合板之斷面應足夠傳遞其所負擔之螺栓剪力。
4. 腹板螺栓儘可能排滿全高，以提高剪力勁度。
5. 腹板接合板以使用二片為宜。

【型式 BB2】下翼板及腹板栓接，翼板工地銲接



【優點】

1. 先將腹板及下翼板等不會妨礙使用空間之位置先以螺栓接合，可迅速完成，使對品質控制較不利之因素減至最低。
2. 上翼板以銲接接合後視需要再予磨平，可符合使用空間之需求。
3. 亦可選擇於應力較小處，設置接頭。

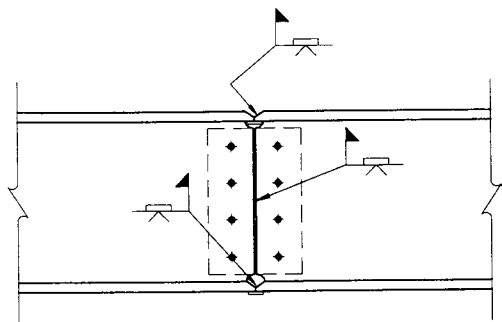
【缺點】

1. 上翼板採用銲接，品質較不易控制。如須磨平時更費工時。
2. 腹板以螺栓接合對剪力之傳遞會產生偏心彎矩。
3. 現場銲接部份，較費工時且品質較不易控制。
4. 翼板接合螺栓根數太多時，接合部位 延伸甚長，影響觀瞻。
5. 同一斷面螺栓孔過大或太多時會減少桿件之有效斷面積。
6. 銲接前如已有被覆處理，易受損壞。

【建議】

1. 若承受動載重時，接頭位置儘可能設置於上翼板為壓力區之處，以避免發生疲勞現象。
2. 各翼板接合板之螺栓配置，以對稱為原則，且各接合板之斷面應足夠傳遞其所負擔之剪力。
3. 鎖螺栓之方法須預先考慮設備施作之空間，並使充分達到預張力。
4. 腹板接合板以使用二片為宜。

【型式 BB3】工地腹板鎖螺栓，銲上下翼板



【優點】

1. 先將腹板以螺栓接合固定後，可方便翼板之銲接。
2. 上翼板以銲接接合後，可視使用需求予以磨平，故不會妨礙使用空間。
3. 可選擇應力較小處設置接頭。
4. 上下翼板均無接合板突出，可得較平整之外觀。

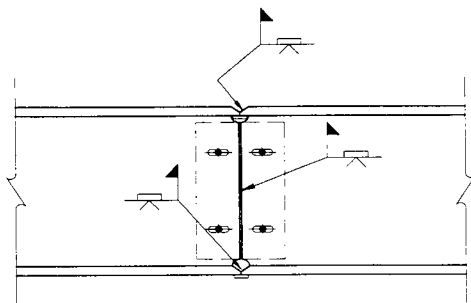
【缺點】

1. 翼板採用銲接，品質較不易控制，如須磨平亦費工時。
2. 腹板以螺栓接合，剪力之傳遞會對接合板產生偏心彎矩。
3. 如須高空施作銲接較具危險性。
4. 厚板銲接時不易施作。
5. 鋼材如有表層被覆易受損。
6. 須做接合面加工，較費工時。

【建議】

1. 如銲接品質不易達到需求時，應另加補強措施。
2. 接合位置宜選擇應力較小處。
3. 厚板銲接應先預熱。
4. 腹板接合螺栓之數量須足以承受施工載重。

【型式 BB4】



【優點】

1. 全部以銲接接合可得較平整之外觀。
2. 使用上與未續接之梁相當，較方便。
3. 不會減少接合斷面之有效面積。
4. 臨時固定用腹板接合板，可兼作銲接用背墊板。
5. 不會產生因腹板螺栓偏心接合所產生之二次彎矩。
6. 對桿件斷面性質之影響最小。

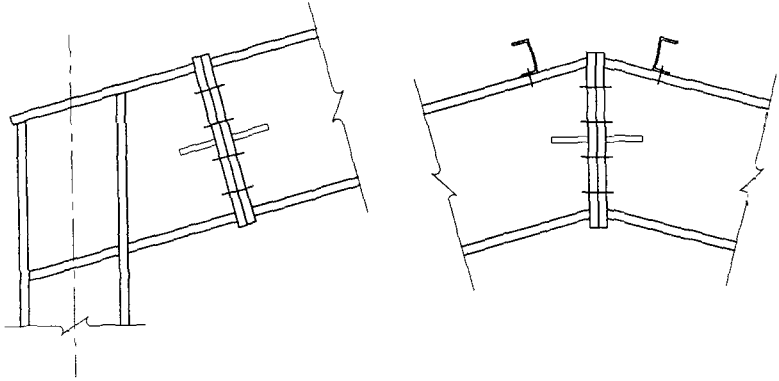
【缺點】

1. 銲接品質易受工地不良施工環境影響。
2. 如須磨平以符使用需求時，較麻煩。
3. 厚板銲接時不易施作。
4. 鋼梁如有表層被覆，易被損壞。
5. 部份銲接為立銲較難施作。
6. 銲接前須做接合面加工。

【建議】

1. 於銲接較困難之位置，宜考慮另設補強措施。
2. 接頭位置宜選擇力量較小處。
3. 先以安裝螺栓固定再銲接，較容易定位。
4. 先銲翼板再銲腹板可減少束制程度。
5. 腹板臨時安裝螺栓，須足以承受施工載重。

【型式 BB5】端板栓接



【優點】

1. 接頭長度較小，對空間需求之影響較小。
2. 接合較方便。
3. 螺栓承受張力，故所需螺栓數較少。
4. 銲接部份在工廠內施作，品質較易控制。

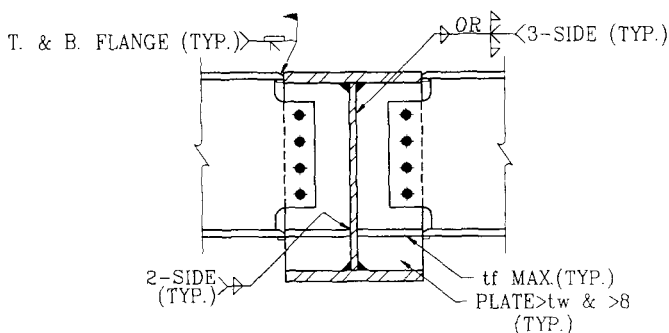
【缺點】

1. 接合端板承受面外彎矩，較易變形影響接頭之勁度。
2. 接合端板之厚度，一般均較厚，用量較少，備料作業較麻煩。
3. 接合端板突出梁翼板以外較其他型式為多，使用空間及運輸稍受限制。
4. 螺栓如僅配置於梁深內側，則因螺栓間之力臂減少較不經濟。
5. 接合端板受力變形後，會導致力量重新分配。
6. 接合剛性較差。

【建議】

1. 須防桿件未鎖螺栓前掉落。
2. 接合螺栓設計須考慮槓抬作用。

【型式 BB6】小梁接大梁彎矩接合



【優點】

1. 小梁接大梁彎矩接合可增加平面系統之勁度，減低變形量及振動等。
2. 增加系統之超靜定度，提高強度。
3. 可使用較小斷面之小梁。
4. 小梁可作為大梁之側向支撐。

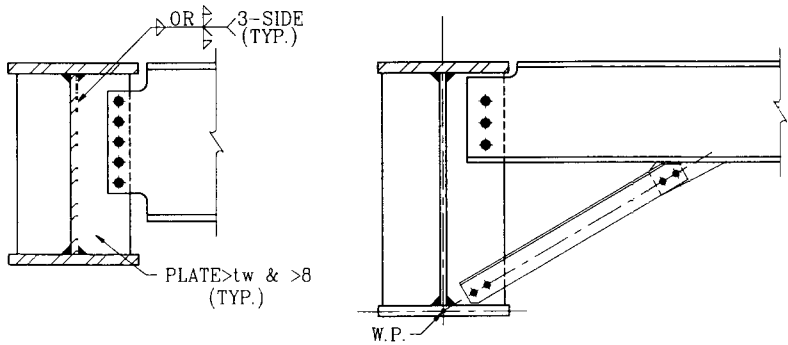
【缺點】

1. 彎矩接合造價較貴。
2. 現場銲接品質較難控制。
3. 小梁翼板厚度較大梁翼板為小，銲接較不易處理。
4. 小梁伸入大梁吊裝較不易。
5. 大梁翼板受雙向應力，易於斷裂。

【建議】

1. 設計時應檢核大梁所受之扭力。
2. 受疲勞載重時勿採用。

【型式 BB7】小梁與大梁彎矩接合



【優點】

1. 小梁接大梁彎矩接合可增加平面系統之勁度，減低變形量及振動等。
2. 增加系統之超靜定度，提高強度。
3. 可使用較小斷面之小梁。
4. 連接板伸出大梁，吊裝較容易。
5. 小梁可作為大梁之側向支撐。

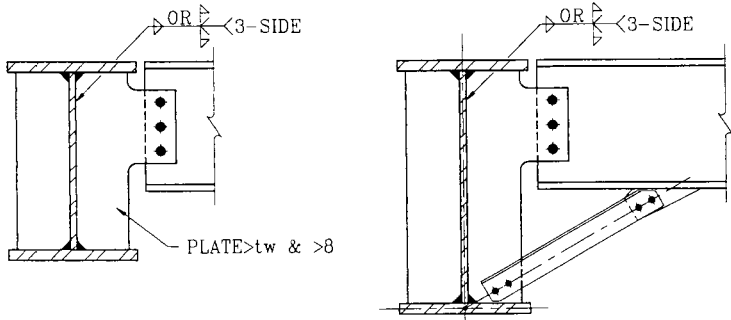
【缺點】

1. 彎矩接合造價較貴。
2. 現場銲接品質較難控制。
3. 小梁翼板較大梁翼板為小，銲接較不易處理。
4. 大梁翼板受雙向應力，易於撕裂。

【建議】

1. 設計時應檢核大梁所受之扭力。
2. 受疲勞載重時勿採用。

【型式 BB8】小梁與大梁剪力接合



【優點】

1. 現場鎖螺栓，品質易於控制。
2. 可有效傳遞剪力。
3. 小梁可當大梁之側向支撐。
4. 大梁所受之扭矩較型式BB8 為小。

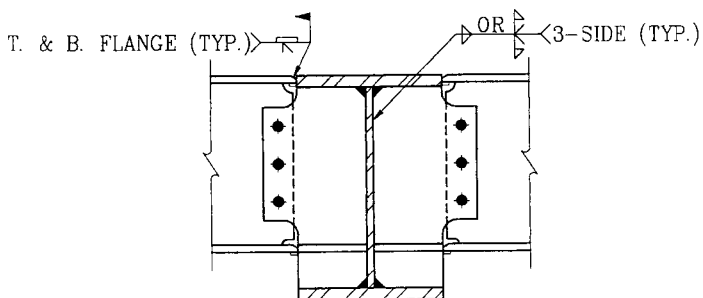
【缺點】

1. 小梁伸入大梁，吊裝不易。
2. 螺栓偏心將使大梁受扭矩。

【建議】

1. 儘量降低螺栓之偏心量。
2. 應檢討扭力對大梁及螺栓組之影響。
3. 應檢核塊狀撕裂(Block shear tearing)強度。
4. 大梁較深時為增加側向支撐之勁度，可採如上圖右之處理。

【型式 BB9】小梁與大梁剪力接合



【優點】

1. 現場鎖螺栓，品質易於控制。
2. 可有效傳遞剪力。
3. 吊裝較容易。

【缺點】

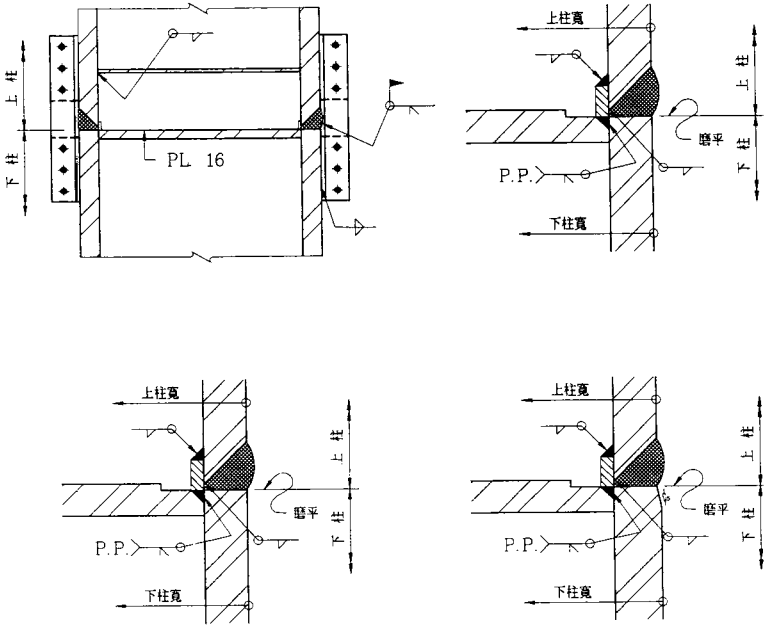
1. 剪力連接板伸出，故偏心剪力所產生之扭矩較型式BB7 為大。

【建議】

1. 儘量降低螺栓之偏心量。
2. 應檢討扭力對大梁及螺栓組之影響。
3. 應檢核塊狀撕裂(Block shear tearing)強度。
4. 大梁較深時為增加側向支撐之勁度，可採如上圖右之處理。

二、柱續接(Column Splice)

【型式 CC1】箱型柱續接—全滲透鐸對接



【優點】

1. 全滲透鐸可傳遞鋼柱全部之張力或壓力強度。
2. 上下柱內先鐸以封板，接合處勁度較高。
3. 接觸面以銑床銑平，可得平整之接觸。

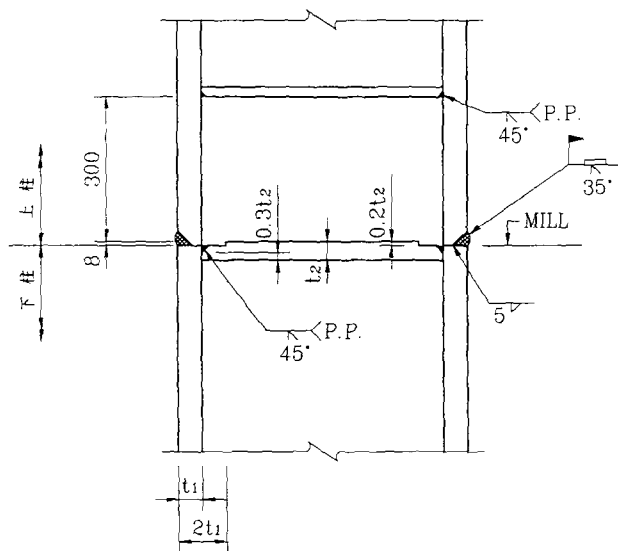
【缺點】

1. 造價昂貴。
2. 須具銑床設備方可承做。
3. 柱內之背墊板僅於上端有角鐸，故易於下端產生間隙，內易有雜物及水氣存在，不利於鐸接。
4. 接觸面若不平整易於產生鐸接氣孔。
5. 柱板若在50mm以上時鐸接困難，且品質不易控制。

【建議】

1. 可於背墊板之下部先以點鐸固定，施行全滲透鐸前再予磨平，以減少孔隙之存在。
2. 柱續接處宜離梁柱接頭區梁之上翼板上方一倍柱深以上。

【型式 CC2】箱型柱續接—半滲透鐸對接



【優點】

1. 兩邊以施工螺栓假固定，便於鐸接。
2. 上下柱內先鐸以封板，接合處勁度較高。
3. 接觸面以銑床銑平，可得平整之接觸。
4. 造價較便宜。

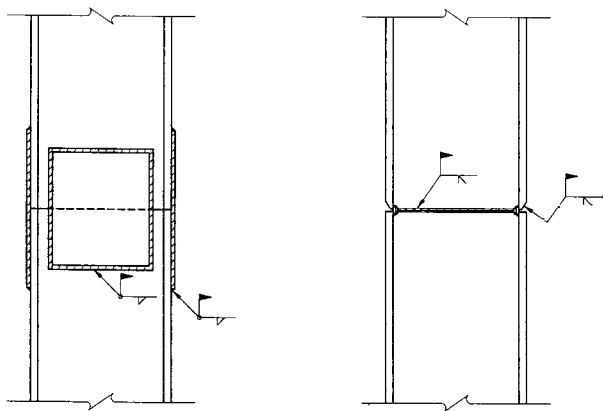
【缺點】

1. 僅適宜傳遞壓力，對張應力之抵抗強度甚弱。

【建議】

1. 採半滲透鐸續接時其張力強度應至少為在放大之地震作用下軸拉力之1.25倍以上。

【型式 CC3】H柱續接（含電銲）



【優點】

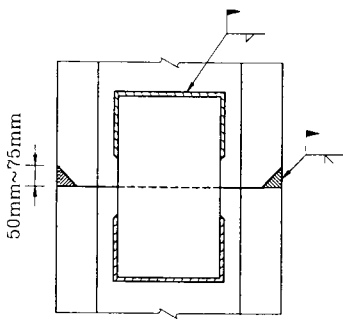
1. 接合處之勁度較高。
2. 可傳遞柱之全部強度。
3. 造價便宜。

【缺點】

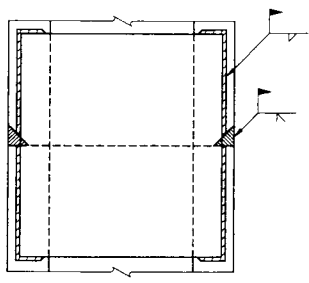
1. 現場銲接品質較不穩定。
2. 柱之接合面須銑平，增加造價。
3. 厚板銲接困難，且易發生斷裂。

【建議】

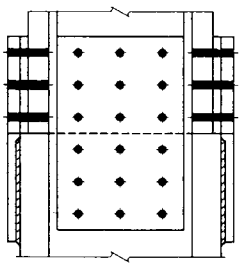
1. 僅適用於板厚50mm以下之柱。
2. 巨型柱之銲接，參考下圖之處理方式，唯其僅適用於受壓力之柱。



A. SHEAR PLATE WELDED TO WEB

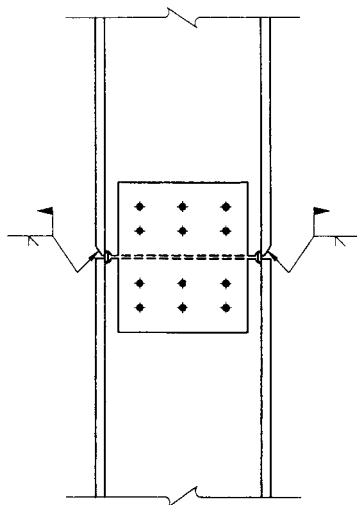


B. SHEAR PLATE WELDED TO FLANGE TIPS



C. BOLTED SPLICE PLATE

【型式 CC4】H柱續接（電銲+螺栓）



【優點】

1. 以螺栓先固定腹板再銲翼板，易於施工。
2. 造價較便宜。
3. 工地之電銲較不致於腹板與翼板交接處發生斷裂。

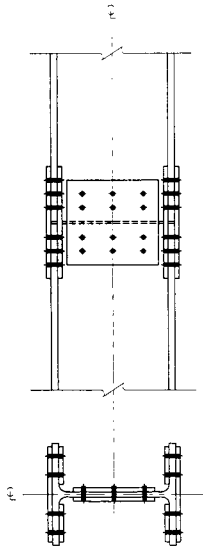
【缺點】

1. 工地電銲品質較不穩定。
2. 不適用於厚板之銲接。
3. 柱深相差在翼板板厚以上時不適用於使用。

【建議】

1. 對於厚板之銲接應檢核其強度，在容許範圍內可採用半滲透銲。

【型式 CC5】H柱續接（螺栓）



【優點】

1. 以螺栓續接，品質穩定。
2. 施工容易。

【缺點】

1. 若孔位過多將造成斷面積折減。
2. 造價較高。
3. 接頭之勁度較低。
4. 上下柱深不同時較難處理。

【建議】

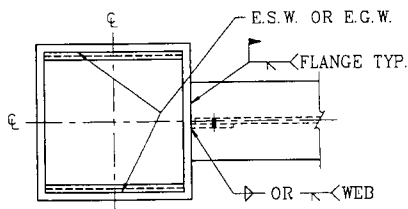
1. 應檢核鑽孔對面積之折損。
2. 檢核鄰近腹板與翼板接合處螺栓之施工性。
3. 若上下柱板厚不同時可以填板(Filler plate)處理，唯應檢討偏心剪力所引致之局部彎矩應力。
4. 螺栓孔之排列應以接合之軸向長度最小為原則。

三、樑與柱接合例(Beam-to-Column Connection)

梁柱剛性接合（梁接入柱翼板）【型式 BC1~BC12】

1. 梁接入柱翼板以剛性接合可承受正負彎矩，為韌性立體剛構架(Rigid frame)不可缺少之梁柱接合方式。尤其柱之左右均有梁接入時，可充分利用連續梁之特性，故可減小梁之尺寸，亦可避免柱負擔過大左右梁之不平衡彎矩。
2. 梁柱剛性接合可有效傳遞彎矩、剪力及軸力，當其他接合型式又不易符合需求時，可採用剛性接合，惟因接合型式會影響結構行為，故於分析之前即須預作判斷，選用合適之接合型式。
3. 可提供較大之勁度，為韌性立體剛構架之主要接合型式。

【型式 BC1】箱型柱之樑柱接頭（橫隔板置於箱型柱內）



此類接合通常於工廠釐上剪力連接板(Shear Tab)，再於現場利用高強度螺栓將梁腹板與柱上之剪力連接板連接，後再將梁之上下翼板利用全滲透開槽釐與柱連結，為國內鋼骨高樓廣為採用之梁柱接頭型式。

【優點】

1. 箱型鋼柱具有甚佳之抗壓、抗彎及抗扭強度。
2. 橫隔板位於箱型柱內，在運輸過程中不佔空間。
3. 箱型柱斷面為雙對稱，在柱之四面可以剪力連接板與樑相連接，可達成雙向之抗彎接合，施工容易。
4. 由於柱內橫隔板之存在，柱腹板之壓皺降伏問題，一般不致控制。
5. 接頭區之梁柱接頭腹板交會區剪力不致控制。

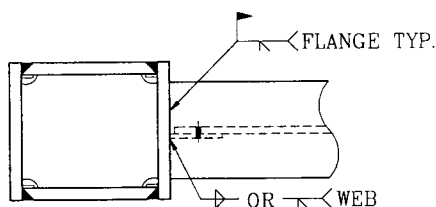
【缺點】

1. 接頭區柱內橫隔板之施工較為困難。
2. 由於在梁柱接頭區需要靠內橫隔板以傳遞梁翼板之水平力，若梁翼板與柱內橫隔板具高程差，將易於導致柱板之撕裂。
3. 倘若在柱之四面有不同深度之樑相接時，內橫隔板與翼板勢必產生偏心，易產生柱板撕裂。
4. 若箱型柱於組立時其釐接之開槽如下圖，在與樑相接處，由於承受樑翼板所傳進之水平力，因此容易在角隅處產生層裂的現象，而層裂之現象將隨著柱板板厚之增加而愈形嚴重。

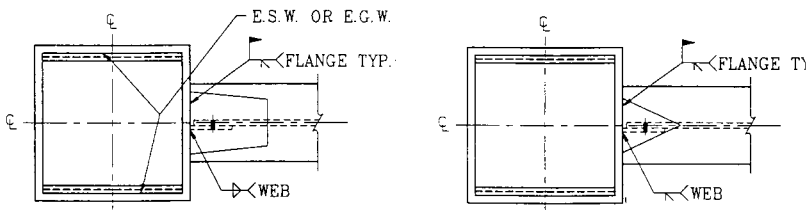
5. 箱形柱與H形梁翼板交接處，應力最大值發生在翼板最外端，因此在銲道起弧部位，若有缺陷易發生應力集中而斷裂。
6. 在梁柱交會區，對應於梁腹板之箱形柱內，由於無加勁板，因此在剪力連接板承受柱面外拉力時，容易產生柱面外之變形甚而撕裂。
7. 剪力連接板與梁腹板宜以抗滑型螺栓接合，而若外加額外之工地填角銲，將使剪力連接板傳遞過大比例之梁彎矩至柱板，造成柱板斷裂或剪力連接板與柱面銲接部份產生破壞。

【建議】

1. 實驗結果顯示，倘若樑翼板與內橫隔板間之高程差超過二分之一樑翼板厚時，將造成梁翼板水平力傳遞過程中因偏心而產生二次彎矩及應力集中的現象，內橫隔板與柱板交接處容易產生脆性斷裂。
2. 在另一方面，由於樑腹板所對應到箱型柱內的位置，並無加勁板，因此其柱板容易產生斷裂，經研究成果顯示，為避免柱板之斷裂，剪力連接板之厚度不宜大於柱板之厚度。
3. 箱型柱不宜與梁斜交，經實驗與理論分析顯示，箱型柱與梁成斜交之接頭韌性甚差，易於箱型柱之角隅處產生脆性斷裂。
4. 柱內橫隔板宜與梁翼板等厚為宜。



【型式 BC2】箱型柱與 I 型梁之接合（梁翼板上加蓋板）



【優點】

1. 加鐸蓋板使梁與柱界面強度增加，並使塑性鉸往外移，以避開工地電鐸之位置。
2. 梁翼板上加上蓋板可有效的減低應力集中效應。

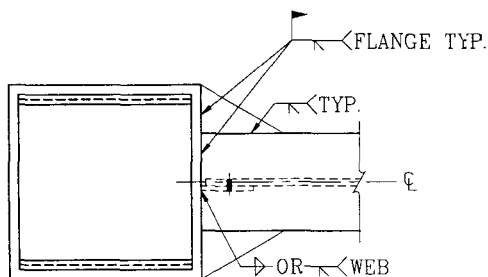
【缺點】

1. 造價較貴。
2. 工地電鐸量增加，鐸接之難度增加，瑕疵之概率隨之增加。
3. 若梁翼板厚度再加額外之蓋板厚度，易形成厚板鐸接，品質不易控制，容易在鐸道瑕疵處產生斷裂的問題。
4. 加鐸蓋板後易造成柱面接合處梁翼板與柱內橫隔板之高程差，容易因偏心而造成應力集中現象，最後產生內橫隔板與柱面板間之斷裂。
5. 由於蓋板與梁鐸板間之隙，易於鐸接時造成氣體由此滲入，而致產生過多氣孔，影響鐸接品質。

【建議】

1. 蓋板上梁翼板之厚度應小於35mm以下者為宜。
2. 梁翼板與蓋板間之空隙可於工廠以小鐸條手鐸封住，再予以磨平即可避免氣體進入。

【型式 BC3】箱型柱與 I 型梁之接合（梁翼板上加銲水平翼板）



【優點】

1. 加銲水平翼板使梁與柱界面強度增加，並使塑性鉸往外移，以避開工地電銲之位置。
2. 梁翼板上加上水平翼板可有效的減低應力集中效應。

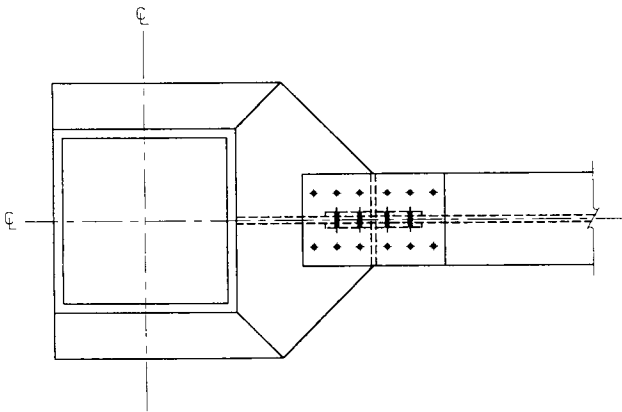
【缺點】

1. 由於擴大梁柱接頭，易於影響建築使用。
2. 由於工地銲量大幅增加，致造價昂貴，且瑕疵之機率亦大幅提高。
3. 若側翼板與原來梁之翼板厚度不同將造成此二者交界面之銲接品質不佳。
4. 由於銲道起弧處之鋼板為斜向，致起弧較困難。

【建議】

1. 銲接時除應符合一般之規定外，於起弧、收弧及側翼板與原翼板接合處銲道應特別注意。

【型式 BC4】箱型柱之樑柱接頭（橫隔板置於箱型柱外）



【優點】

1. 由於外橫隔板位於柱外，因此製作簡單、品質較易控制。
2. 外橫隔板之應力集中現象較內橫隔板為緩和，因為在樑柱接合處由於外橫隔板向外延伸，其截面積較大，且轉折角度較小，因此在翼板與外橫隔板之相接處，應力集中現象較採用內橫隔板製作之樑柱接頭翼板梁端為緩和，可避免翼板與外橫隔板間之脆性斷裂。

【缺點】

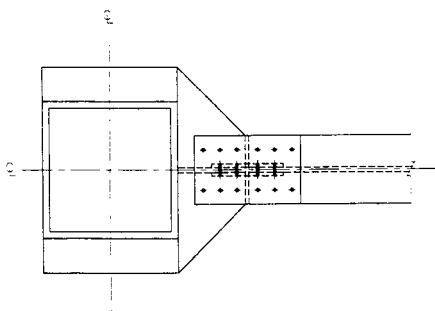
1. 箱型柱之斷面由於是四方形，因此在角隅處會有應力集中的現象，容易產生斷裂的情形，為避免此種現象，外橫隔板之寬度必須達到一定之寬度。
2. 外橫隔板傳遞水平力的效果低於內橫隔板。
3. 在運送吊裝的過程中外橫隔板容易遭到碰撞變形，在運送過程中較佔空間。
4. 通常於工地再以螺栓連結翼板及腹板，致增加造價。
5. 外橫隔板過寬易造成局部挫屈。
6. 力學行為複雜。

7. 由角柱處應避免使用，且箱型柱兩側之外橫隔板應對稱為宜，以利傳遞水平力。

【建議】

1. 經研究顯示連接柱面與梁翼板間之外橫隔板長度至少應達0.6倍的柱寬，方可使其應力集中的現象降至最低。
2. 箱型柱之側面，不與梁相接之外橫隔板寬度，至少應達0.3倍的柱寬，以減低其應力集中的現象，並避免脆性斷裂。
3. 由於運送困難，且造價較高，採用須審慎考慮。

【型式 BC5】箱型柱之樑柱接頭（橫隔板置於箱型柱外）



【優點】

1. 橫隔板之切割及銲接較規則。
2. 製作簡單、且品質較易控制。
3. 外橫隔板之應力集中現象較內橫隔板為緩和，可避免翼板與外橫隔板間之脆性斷裂。

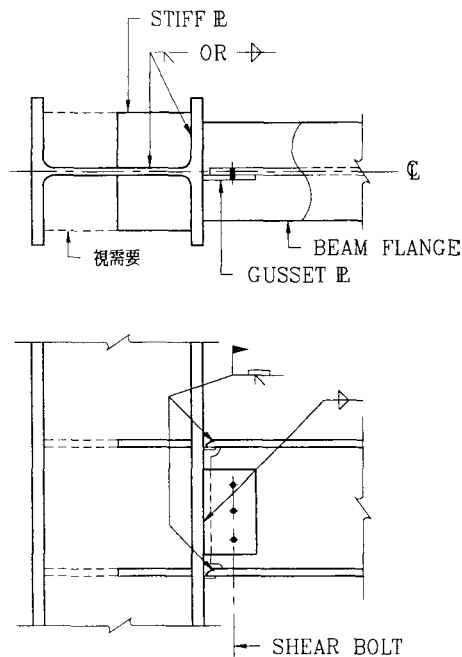
【缺點】

1. 箱型柱角隅處之應力集中的現象嚴重，容易產生斷裂的情形，因此外橫隔板之寬度必須達到一定寬度，方可避免柱板之過大變形，同時降低箱型柱角隅之應力集中的現象。
2. 外橫隔板運送過程中較佔空間，影響運輸量。
3. 銲接量較大，倘若有瑕疵存在，容易在箱型柱之角隅處產生脆性斷裂。

【建議】

1. 經研究顯示連接柱面與梁翼板間之外橫隔板長度至少應達0.6倍的柱寬，方可使其應力集中的現象降至最低。
2. 箱型柱之側面，不與梁相接之外橫隔板寬度，至少應達0.3倍的柱寬，以減低其應力集中的現象，並避免脆性斷裂。
3. 由於運送困難，且造價較高，採用時須審慎為之。

【型式 BC6】工廠銲接連接板—工地鎖腹板並銲翼板



【優點】

1. 接頭型式簡單。
2. 剛性接合，適合於傳遞較大之剪力、彎矩、軸力等同時發生之情況。
3. 吊裝容易，施工性良好。
4. 梁腹板以螺栓接合可避免工地之立銲。

【缺點】

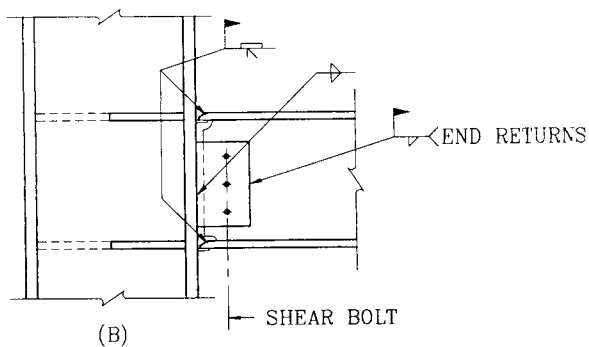
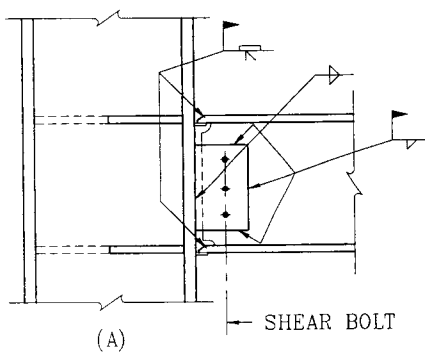
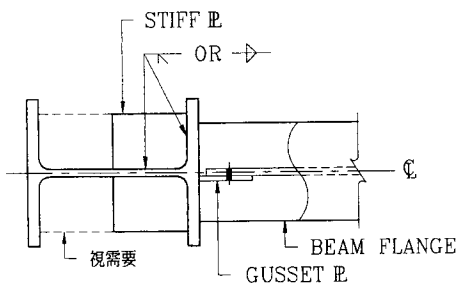
1. 梁翼板與柱翼板間於工地以銲接接合，銲接品質易受施工環境及銲接技術影響，品質控制不易。

2. 工地銲接之非破壞檢驗較不易施作。
3. 梁之剪力連接板有因偏心產生之彎矩，會增加剪力連接板之額外應力負擔。
4. 剛性接合之造價較其他接合方式為高。

【建議】

1. 剪力連接板之設計及其與柱翼板接合處之銲道設計均應考慮剪力偏心接合所產生之偏心彎矩。
2. 梁柱接頭處除須檢核對應於受壓梁翼板處之柱腹板是否會發生壓皺降伏等問題外，亦須檢核梁柱腹板交會區之剪力，如柱腹板之厚度不足以承受設計剪力，則應以腹板加層板或斜向加勁板，配合柱腹板之水平加勁板補強之。
3. 剪力螺栓宜儘可能為單排或剪力連接板儘可能延伸至梁全深，以提高梁之剪力勁度及抵抗剪力偏心接合所產生之彎矩。
4. 雖然AISC-ASD第 9版中第K1節規定，如果柱腹板有足夠的厚度，柱之腹板不必設置加勁板，但在無柱腹板加勁板之情況下，由於柱翼板的外緣之勁度比中央部份低，容易產生梁翼板端之應力集中於中央部位的現象，而致銲道較易破裂，甚至產生連續裂痕擴大之現象，故儘可能使用與梁翼板同厚之柱腹板水平加勁板補強。惟於不須使用腹板加層板或對角加勁板時，柱腹板加勁板之長度不需大於柱深之一半。
5. 剪力連接板不宜採用雙角鋼，因角鋼之變形較大致勁度較低，與翼板銲道之勁度不一致，對翼板銲道頗為不利。
6. 柱翼板內外二側與柱腹板加勁板及梁翼板間之銲道宜使用相同之銲接型式，以利力量傳遞順暢。
7. 柱翼板厚度不宜小於梁翼板之厚度。
8. 設計者宜考慮剪力連接板偏心之影響，剪力連接板之厚度 $t > 16\text{mm}$ 宜採用開槽銲， $t \leq 16\text{mm}$ 則可採用填角銲。

【型式 BC7】工廠銲接連接板—工地鎖腹板並銲翼板及腹板



【優點】

1. 剪力連接板之空間不足以配置剪力螺栓或梁翼板之全滲透鐸不足以達到梁之塑性彎矩能力時，得以鐸接方式或高強度螺栓接合或二者共用，以加強剪力連接板傳遞剪力及彎矩之能力。

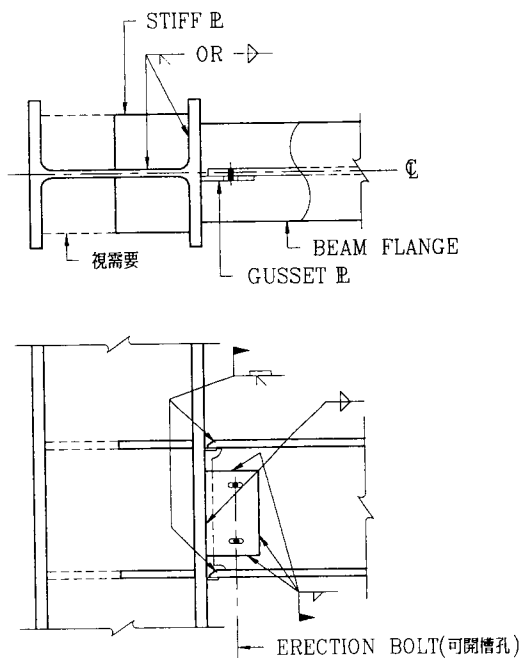
【缺點】

1. 剪力連接板會因增加鐸接而提高束制程度，接頭承受塑性變形時，剪力連接板與柱間之鐸道較易產生裂痕。
2. 剪力連接板與梁腹板間之鐸道為工地立鐸，較不易施作且品質較難控制。
3. 工地立鐸及仰鐸困難度高，較不易施作。
4. 設計者宜考慮剪力連接板偏心之影響。

【建議】

1. 設計方法可參照下列資料
美國統一建築規範UBC 1991 SEC. 2710(g)
或AISC之SPECIFICATIONS OF SEISMIC PROVISIONS FOR STRUCTURAL STEEL BUILDING AND COMMENTARY 1990 SEC. 7.2
2. 為使梁翼板鐸道之束制力減至最低以避免柱翼板發生層狀撕裂現象，剪力連接板與梁腹板間之鐸接宜待梁翼板與柱翼板間之鐸道完成後再施作。
3. 柱翼板內外二側與柱腹板加勁板及梁翼板間之鐸道，宜使用相同之鐸接方式，以利力量傳遞順暢。

【型式 BC8】工廠銲連接板—工地以安裝螺栓鎖腹板並銲翼板後再銲腹板



【優點】

1. 力量傳遞明確。
2. 安裝螺栓為普通螺栓且其數量僅須足夠承受吊裝載重即可，故螺栓之數量可減至最少，減少鑽孔工作。
3. 安裝螺栓可於連接板上開槽孔，安裝時可有較大的調整空間，使安裝工作更順利。

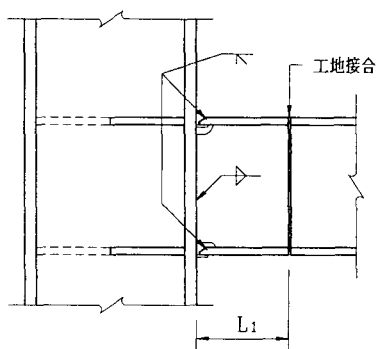
【缺點】

1. 剪力偏心接合現象仍然存在，鐸道設計須予考慮。
2. 接頭全部均以鐸接接合容易產生束制現象，而造成梁翼板與柱翼板間之接合鐸道產生拉裂或接合鐸道附近之柱翼板產生層狀撕裂現象。

【建議】

1. 腹板與剪力接合板間之角鐸道宜待梁翼板與柱翼板間之鐸道鐸接完成後再施作，以避免層狀撕裂現象產生。
2. 柱翼板內外二側與柱腹板加勁板及梁翼板間之鐸道，宜使用相同之鐸接型式，以利力量傳遞順暢。
3. 不論計算結果是否須使用柱腹板加勁板，建議仍設置腹板加勁板，以避免梁翼板與柱翼板接合處應力過度集中。

【型式 BC9】工廠銲接翼板及腹板—工地接合梁



【優點】

1. 梁柱接合於工廠內製作可確保銲接品質。
2. 在工廠內製作之部份成本較低。
3. 製作時間較短。
4. 延伸至外側接合，可避開彎矩最大位置，可提高安全性。
5. 梁與柱面間之剪力接合無偏心現象。

【缺點】

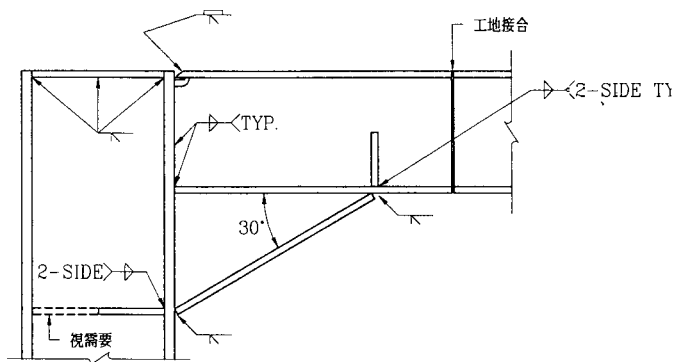
1. 因須用到二次接合，總成本較高。
2. 由工廠運輸至工地，因突出肢而影響載運量。
3. 吊裝時易受損。

【建議】

1. 此種接合方式適用於製作工廠設於工地內者。
2. 應注意銲接順序，避免柱翼板產生層狀撕裂現象。
3. 柱翼板內外二側與柱腹板加勁板及梁翼板間之銲道，宜使用相同之銲接型式，以利力量傳遞順暢。

4. 不論計算結果是否須使用柱內水平加勁板，建議仍設置柱腹板加勁板，以避免梁翼板與柱翼板接合處應力過度集中。
5. 梁之工地接合以栓接為宜，在圖中L1之距離應儘量接近四分之一梁跨距。
6. 工地接合處，翼板之螺栓孔距離柱面至少應達二分之一梁深。

【型式 BC10】工廠製作梁端托肩接頭—工地接合梁



【優點】

1. 力量傳遞明確。
2. 梁與柱面間之剪力接合無偏心現象。
3. 梁與柱接合於工廠內製作，銲接品質較易控制。
4. 工地接合位置遠離彎矩最大位置，可提高安全性。
5. 梁端托肩可承受端部較大之彎矩，故梁中間段較小彎矩之處可採用較小之斷面，因而可節省材料。
6. 梁柱接頭腹板交會區之腹板厚度因托肩放大，剪應力較低所以可採用較薄之鋼板。

【缺點】

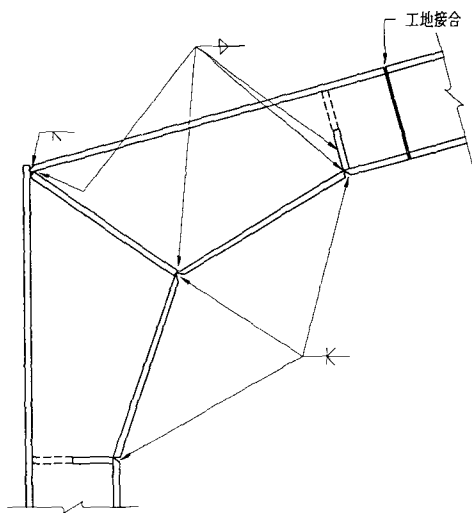
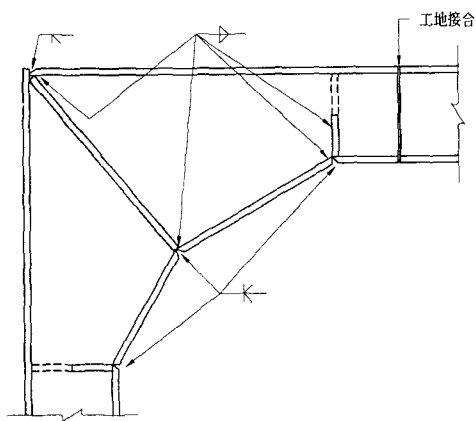
1. 接頭區之構件體積增大，尤其托肩之長度增長時，增加運輸及吊裝之困難度。

2. 若為廠房結構且含天車設備時，托肩所佔空間常會影響天車之行走淨空。
3. 托肩之角度較小時，端部銲接之銲量較大。

建議】

1. 梁或柱之腹板補強板與托肩補強板應與梁或柱之翼板等各肢材之重心交會於一點。
2. 應注意銲接順序以免使柱翼板產生層狀撕裂。
3. 柱上方中斷時，腹板加勁板宜用全深。
4. 托肩可採用弧形，唯設計及施工均較困難。

【型式 BC11】工廠製作托肩接頭—工地接合梁



【優點】

1. 此種型式構造簡單且用料較省。
2. 力量傳遞模式簡明，類似桁架行為。
3. 托肩之大小及長度可配合桿件之彎矩圖變化，可得較經濟之斷面。
4. 全部以鐸接接合無剪力偏心問題。
5. 梁柱接頭於工廠內製作，鐸接品質較易控制。
6. 梁柱接頭腹板交會區之接頭剪力，因托肩放大可減少剪應力，故一般無需再以加層板補強。
7. 安全性高且較經濟。

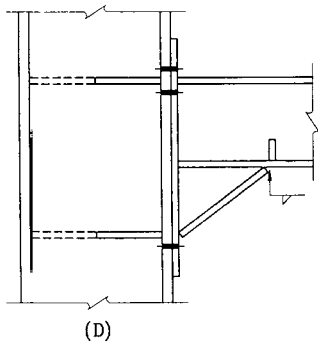
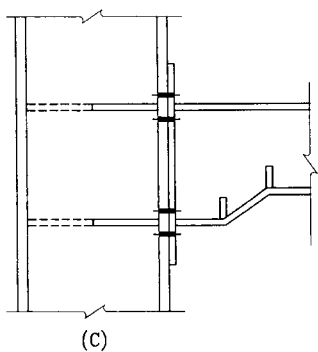
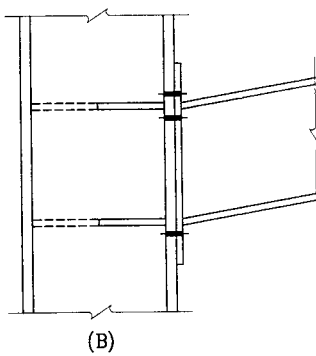
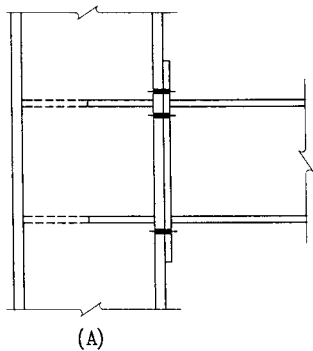
【缺點】

1. 托肩之大小，或多或少會影響使用空間。
2. 由於托肩長度較長，運輸或搬運及吊裝均較困難。
3. 各板因斜交致鐸接較不規則，會有鐸量較大或不易鐸接之情形。
4. 製作接頭之人工耗費較多。

【建議】

1. 整體而言托肩之使用於目前之環境尚屬較經濟。
2. 各板之重心應使交會於一點，以便各肢材發揮最大效益。
3. 須考慮運搬及吊裝之容量，以便調整托肩長度。
4. 梁接合位置可選擇彎矩較小處，惟應考慮使用功能。

【型式 BC12】工廠鑄製端板—工地栓接



【優點】

1. 銲接工作均在工廠內進行，品質較易控制。
2. 吊裝容易。
3. 梁與柱面間之剪力接合無偏心現象。
4. 梁端斷面托肩放大後可配合梁彎矩圖變化，減少中央部份梁斷面之尺寸，故較經濟。

【缺點】

1. 螺栓及端板之設計需考慮槓抬作用（Prying action）
2. 因梁翼板之軸向拉力須經由端板之彎矩傳遞，須使用厚端板。
3. 柱翼板之厚度受限制與端板厚度不搭配，須補強柱翼板厚度。
4. 為降低端板厚度及柱翼板之負擔，須將梁端擴大，以減低螺栓拉力。
5. 梁如同時承受軸向拉力及彎矩時，接合螺栓須考慮由軸力與彎矩二者產生之合應力，故設計較費時。
6. 因接合螺栓之存在，不易使用接頭區斜向加勁板。
7. 托肩有時會影響設備、管線或天車等之使用空間。
8. 托肩補強板端之銲縫，當補強板角度平緩時，銲接量較大。
9. 托肩增加製作人力、造價較高。
10. 接頭應力須賴端板及柱翼板之面外彎矩傳遞力量、變形量較大，故接頭之束制較差，不易達到剛性接合。
11. 柱翼板同時承受軸向力與接合螺栓產生之面外拉力，會減低柱之強度，且韌性較差。

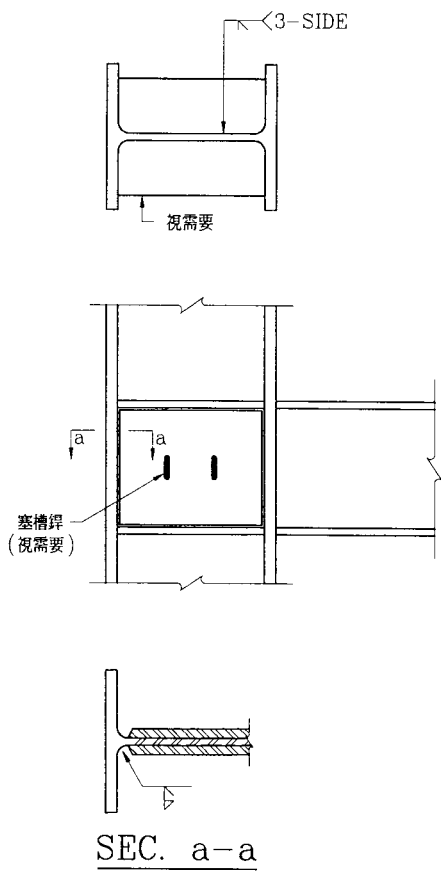
【建議】

1. 建議應使用柱腹板加勁板以提高勁度及強度。
2. 當須使用柱腹板加層板時，須核算螺栓之施工淨空。
3. 端部擴大之偏折轉角處須加補強加勁板，以平衡作用於梁之側向分力。
4. 偏折處加勁板之設置位置應使各肢材之重心交於一點。
5. 為方便安裝可預留隙縫，於工地再加填板。

梁柱接頭區腹板補強【型式 BC13~BC15】

1. 梁柱腹板交會區須檢討其剪力強度，如檢核結果柱腹板厚度不足以承受剪應力，則應以腹板加層板或斜向加勁板等方式補強之，並與柱之腹板加勁板配合使用。
2. 由許多試驗顯示，製作適當的接頭區，可在發生剪力降伏後，仍具有很穩定的消能特性。

【型式 BC13】接頭區柱腹板加層板



【優點】

1. 使用腹板加層板較不妨礙接頭區空間，且垂直於本接頭方向有梁接入時較易接合。
2. 使用腹板加層板局部補強接頭區，可避免因接頭剪力抵抗能力不足而更換整根鋼料。
3. 可在工廠內製作品質較易控制。

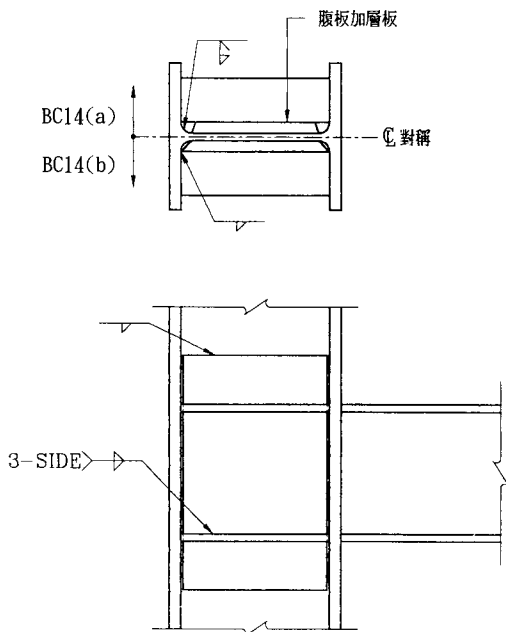
【缺點】

1. 在須使用腹板加層板之情況下，垂直於本接頭之弱軸方向上於二側均有梁接入且須傳遞軸向力時，其接合板無法直接經由柱腹板之加層板傳遞梁之軸力。

【建議】

1. 腹板加層板必須配合柱腹板加勁板，才能達到傳遞剪力至腹板。
2. 檢核結果如須使用柱腹板加層板，則此時柱腹板加勁板與柱腹板間之銲道，宜以全滲透開槽銲為宜。
3. 腹板加層板四周應直接與柱腹板水平加勁板及柱翼板銲接，如留有間隙會減低加層板之效果。
4. 腹板加層板之寬厚比須考慮剪力挫屈之影響，必要時得以塞槽銲補強。
5. 加層板與柱翼板間之銲道須考慮柱腹板端角隅半徑之影響。

【型式 BC14】接頭區腹板加層板



【優點】

1. 此型加層板可避開柱腹板加勁板與柱腹板間之開槽銲，而僅用角銲。
2. 銲接較型式BC13 簡單，腹板加層板製作較容易。
3. 型式BC14(b)之銲接較型式BC14(a)簡單，惟須檢討剪力傳遞能力。

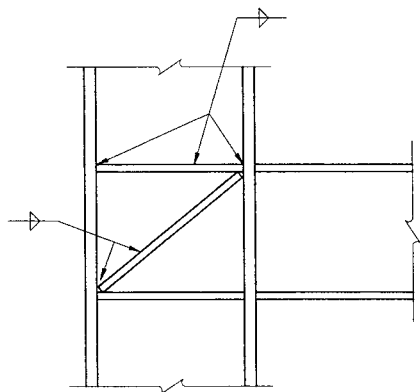
【缺點】

1. 柱腹板接頭區內之剪力須經由加層板之上下二端之角鋸傳遞，力學行為較複雜。
2. 在須使用腹板加層板之情況下，垂直於本接頭之弱軸方向上，於二側均有梁接入須傳遞軸向力時，其接合板無法直接經由柱腹板加層板傳遞梁之軸力。

【建議】

1. 腹板加層板上下二端之角鋸尺寸，須能傳遞足夠之剪力進入柱腹板。
2. 腹板加層板至少須延伸至梁之上下翼板以外 $2.5k$ ，其中 k 為柱翼板外緣至柱腹板角隅趾端之距離。
3. 配合柱腹板水平加勁板使用。
4. 如 BC14(b)型之側角鋸不足以承受加層板所傳遞之剪力時，必須改用 BC14(a)型之全滲透開槽鋸。

【型式 BC15】接頭區斜向加勁板



【優點】

1. 結構模式類似桁架行為，力系完整。
2. 用料較省。

【缺點】

1. 於垂直於本接頭之弱軸方向上，於二側均有梁接入時，其垂直向之連接板會被斜向加勁板分隔成上下二片，增加製作上之困難。

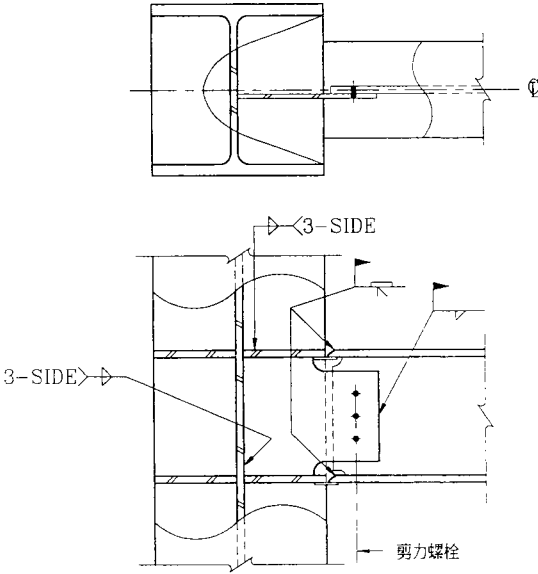
【建議】

1. 本接合型式遇有垂直方向之接入梁時，如能將接入梁之高程略作調整，使其能避開斜向加勁板，則可避免同一格間有太多加勁板之困擾。
。
2. 斜向加勁板端之鐸道須設計使能充分傳遞柱腹板不足以負擔之剪力。
。
3. 須配合柱腹板加勁板使用。

梁柱弱軸之剛性接合（梁接入柱腹板）【型式 BC16~BC20】

1. 梁接柱腹板以剛性接合方式可承受負彎矩，尤其是柱之左右均有梁接入時，可充分利用連續梁之特性而減小梁之尺寸。惟如柱二側接入梁產生不平衡彎矩或僅有單側有梁時，會導致柱弱軸方向負擔過大之彎矩，於受地震力作用時亦可能使柱弱軸承受過大彎矩。

【型式 BC16】工廠銲柱腹板加勁板及剪力連接板—工地鎖腹板並銲翼板



【優點】

1. 此種接合方式固定度良好。
2. 因接合面位於柱範圍以外故吊裝容易。
3. 一般情況下無梁柱接頭腹板交會區剪力不足之問題。

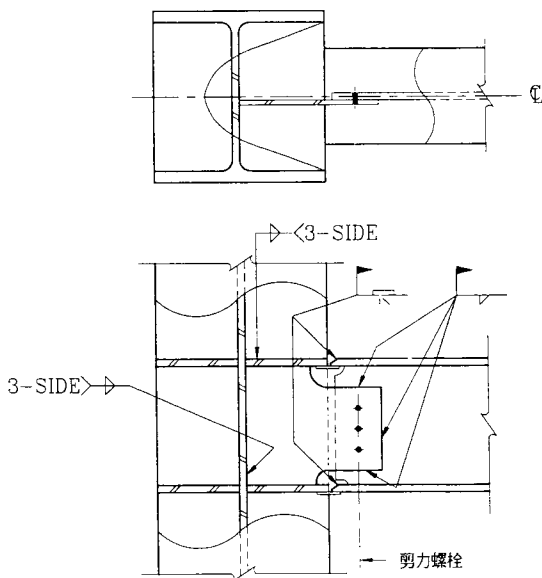
【缺點】

1. 梁腹板螺栓接合有剪力偏心產生之彎矩。
2. 梁之抗彎矩強度通常會大於柱弱軸方向之抗彎強度，容易形成接合之過度設計，致產生弱柱強梁現象。
3. 現場銲接之品質較不易控制。
4. 銲道較多造價相對增加。

【建議】

1. 如僅單邊有梁，接入梁之對側之加勁板可視情況省略。

【型式 BC17】工廠銲柱腹板加勁板及剪力連接板—工地鎖腹板並
銲翼板及腹板



【優點】

1. 此種接合型式固定度良好。
2. 接合面位於柱範圍以外吊裝容易。
3. 剪力連接板之空間不足以配置剪力螺栓，得以銲接方式補強。
4. 一般情況下無梁柱接頭腹板交會區剪力不足之問題。

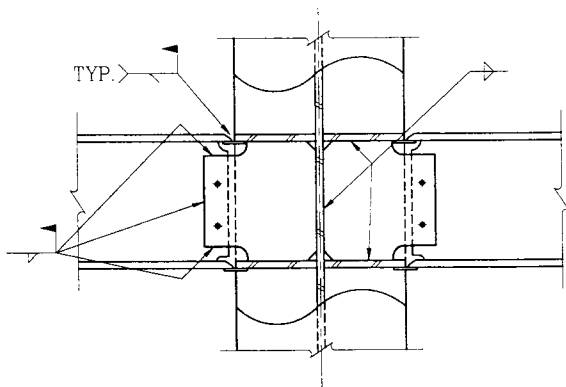
【缺點】

1. 剪力連接板之工地鐸接包含立鐸及仰鐸，較不易施作，品質較難控制。
2. 剪力偏心現象仍然存在，鐸道設計時須予考慮。

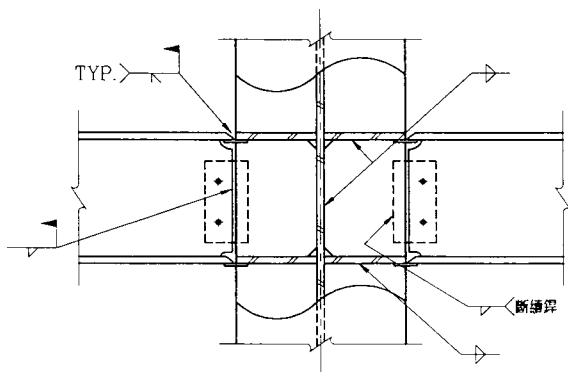
【建議】

1. 為減低因鐸接引起之束制力，腹板之鐸接宜待梁翼板鐸接完成後再施作。
2. 如僅單邊有梁，接入梁之對側之加勁板可視情況予以省略。
3. 梁翼板之鐸接尺寸可視柱弱軸方向之抗彎矩強度酌予減為部份滲透鐸，唯若為韌性構架則仍需以全滲透鐸為之。

【型式 BC18】工廠銲柱腹板加勁板及剪力連接板—工地銲翼板及腹板



工廠銲連接板，工地腹板角銲，翼板對銲



腹板為對銲

【優點】

1. 安裝螺栓為普通螺栓且其數量僅須足夠承受吊裝載重即可，故螺栓之數量可減至最少，並減少鑽孔工作。

2. 安裝螺栓可於連接板上開槽孔，安裝時可有較大的調整空間，使安裝工作更順利。
3. 一般情況下無梁柱接頭腹板交會區剪力不足之問題。

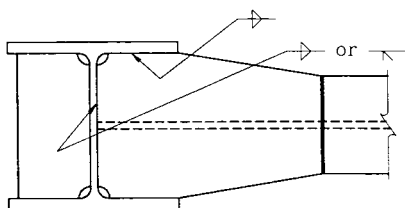
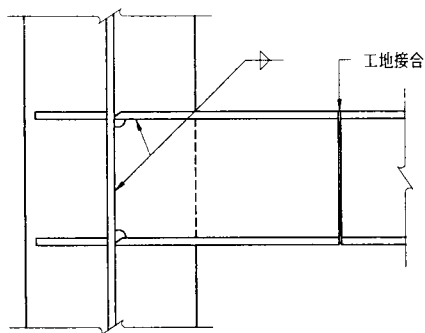
【缺點】

1. 剪力偏心銲接之現象仍然存在，銲道設計時須予考慮。
2. 剪力連接板之工地銲接為立銲，品質較難控制。
3. 梁之抗彎矩強度通常會大於柱弱軸方向之抗彎強度，容易形成接合之過度設計，導致弱柱強梁之現象。

【建議】

1. 梁腹板與接合板格間之銲道宜待梁翼板與柱加勁板銲接完成後再施作。
2. 梁翼板之銲接尺寸可視柱弱軸方向之抗彎矩強度酌予減為部份滲透銲，唯若考慮韌性時仍應以全滲透銲為之。
3. 如僅單邊有梁，接入梁之對側之加勁板可視情況予以省略。

【型式 BC19】工廠銲接翼板及腹板—工地接合梁



【優點】

1. 梁柱接頭於工廠內製作，可確保銲接品質。
2. 工廠內製造設備齊全，可節省工時、成本降低。
3. 延伸至外側接合可避開彎矩最大位置，提高安全性
4. 梁與柱面間之剪力接合無偏心現象。

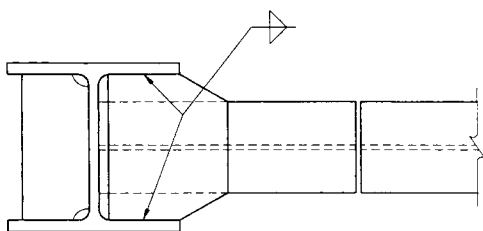
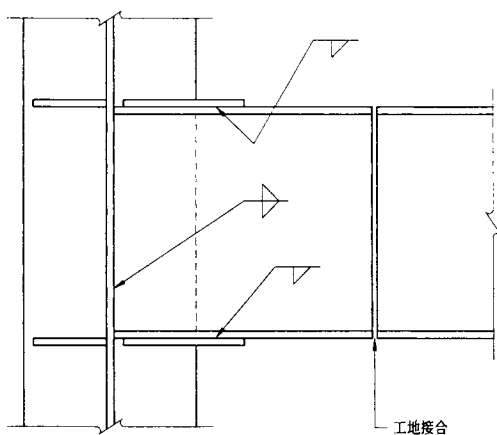
【缺點】

1. 因須用到二次接合增加成本。
2. 由工廠運輸至工地，因突出肢而影響載運量。
3. 吊裝時易受損。
4. 工廠製作之梁部份為非等斷面之組合金鋼，較費工時。

【建議】

1. 為避免運輸不便，本型接頭適用於製作工場設於工地內者。
2. 如僅單側有梁，接入梁之對側之加勁板，可視情況予以省略

【型式 BC20】工廠銲接翼板及腹板—工地接合梁



【優點】

1. 此型接合為利用與梁同斷面之型鋼配合補強板在工廠內銲製接頭，可節省製作工時。

2. 工廠內製造設備齊全，品質較易控制。
3. 延伸至外側接合可避開彎矩最大位置，提高接頭安全性。
4. 梁與柱面間之剪力接合無偏心問題。

【缺點】

1. 須用到二次接合增加成本。
2. 由工廠運輸至工地，因突出肢而影響載運量。
3. 吊裝易受損。

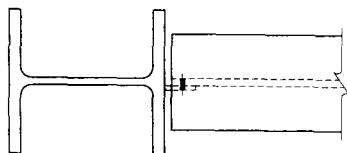
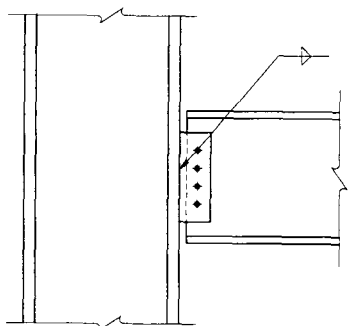
【建議】

1. 為避免運輸不便，本型接頭適用於製作工場設於工地內者。
2. 如僅單側有梁，接入梁對側之加勁板，可視情況予以省略。

梁柱部份束制接頭—梁接柱翼板【型式 BC21~BC22】

1. 鋼結構接頭在實務上不易做到理想之簡支接合，幾種常用之非剛性接合中，均或多或少會產生部份束制。
2. 如果設計時忽略束制之影響，一般稱為「簡支接合」，亦即假設梁端接合在垂直載重作用下，僅承受剪力並能自由轉動。
3. 假設為簡支之部份束制接合，接合處須可容許非彈性但能自行限制之局部變形能力。
4. 假設為簡支之接合應妥為設計，使接頭之束制程度減至最低。
5. 部份束制接合設計較簡單且施工亦方便，惟未利用到梁端承受負彎矩能力，故梁斷面較不經濟，惟接頭之造價較低。
6. 如配合豎向斜撐系統使用，可較抗彎矩構架系統經濟。

【型式 BC21】工廠鉸剪力連接板—工地鎖腹板



【優點】

1. 因剪力連接板與梁腹板為互相緊貼相鄰，幾乎沒有偏心，故除適合傳遞剪力外，亦適合承受較大之梁軸力。
2. 因其為突出柱之接合，安裝較方便。

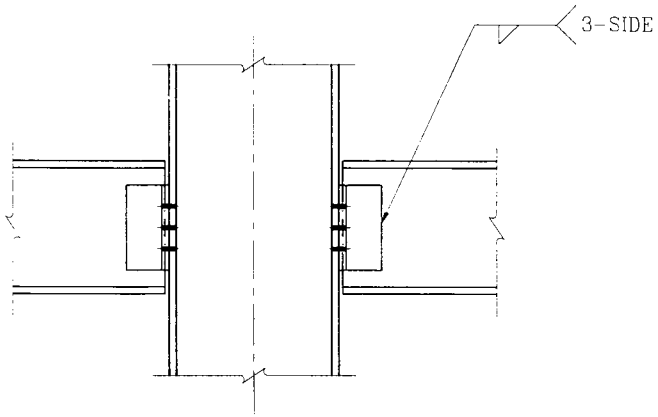
【缺點】

1. 此種接合型式因螺栓組間產生力偶作用，故仍保有相當大的束制程度。
2. 剪力接合螺栓之重心線與柱心間之偏心距會產生二次彎矩，造成分析與設計間之差異甚大。
3. 當柱中心與梁中心成一直線時，剪力連接板之中心會側向偏離柱心相當於梁腹板與剪力連接板厚度和之一半。

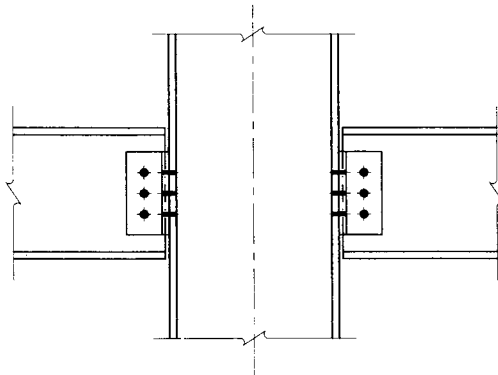
【建議】

1. 因偏心接合產生之二次彎矩，對接頭及相接桿件之影響應予考慮。
2. 承受軸拉力時須考慮梁腹板之塊狀局部破壞現象。
3. 儘可能減少螺栓組之重心與柱面間之距離，以減少偏心彎矩。
4. 剪力連接板與柱面間之鐸道須考慮偏心彎矩之影響。
5. 必要時得以水平向槽孔，減低束制程度，惟對梁承受軸力之能力有不良影響。
6. 配合豎向斜撐系統可得較經濟之結構。

【型式 BC22】工廠及工地均為雙角鋼以高強度螺栓栓接



(a)



(b)

【優點】

1. 雙角鋼受剪力作用後因梁腹板與柱翼板間之偏心所產生之彎矩，可使角鋼產生變形而降低接頭之束制程度。此種變形會因梁本身達到簡支撓角之前停止，故有自行限制變形之能力。
2. 雙角鋼接合因腹板接合螺栓組與柱面間之偏心距較小，故其偏心彎矩亦較型式BC21為小。

【缺點】

1. 雙角鋼承受梁之軸拉力時，角鋼會有受拉伸直的現象，故抗拉能力甚低。
2. 梁承受軸拉力時，此種接合方式亦會使柱翼板產生側向彎矩而影響柱承受軸力之能力。
3. 型式a 之角鋼於工廠內已先鐸於梁腹板，故安裝較困難。
4. 此種非抗彎矩接頭承受扭力及側向剪力之能力甚低。

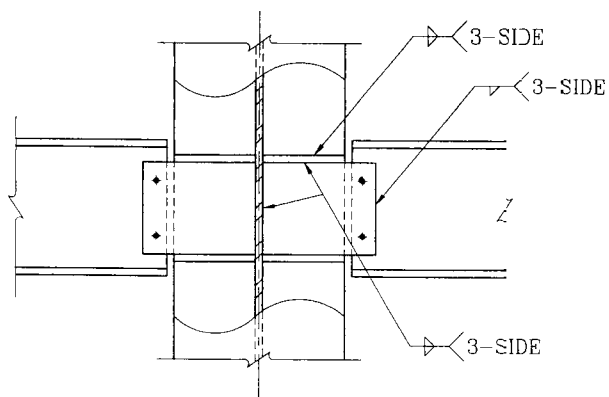
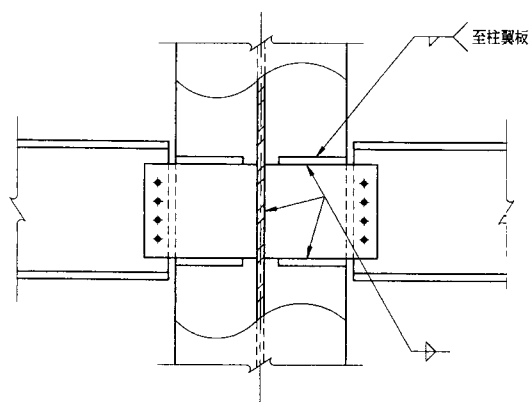
【建議】

1. 不宜使用單角鋼接合，以避免因偏心產生扭力。
2. 如承受較大之軸拉力時，應檢討雙角鋼之抗拉能力或改用其他型式之接合。
3. 梁承受軸拉力時，須檢討接合處梁腹板之塊狀局部抗拉能力。
4. 此種接合方式之支承重心為在柱翼板面以外，對柱心仍有偏心距，此偏心距產生之二次彎矩應計入各桿件之彎矩分配中。
5. 承受梁側向剪力及扭力時，須另有其他抵抗系統。
6. 此種接合方式抗彎能力甚低，故構架之穩定系統須另有其他抵抗水平力系統配合使用。
7. 型式b 之雙角鋼接合於安裝時可先固定一邊角鋼於柱上，待梁吊裝就位後再安裝另一邊角鋼，如此可較容易安裝。
8. 腹板上之螺栓組應考慮偏心彎矩之影響。
9. 柱之二翼板均有梁接入時，可平衡一部份偏心彎矩。

梁柱部份束制接頭—梁接柱腹板【型式 BC23~BC24】

1. 梁接柱腹板之部份束制接頭之一般現象均與梁接柱翼板同。
2. 在工程設計實務上，因柱弱軸之抗彎矩強度較低，即使使用抗彎矩接頭，不論構架係承受垂直力或水平力所產生之彎矩，均會受柱弱軸抗彎矩能力的限制而無法發揮接頭之抗彎矩能力。故一般情況，柱弱軸方向均假設為鉸接設計之。
3. 梁接入柱腹板之接合，因受柱翼板之阻擋，常須偏出柱翼板端來接合，故產生二次偏心彎矩。由於柱弱軸方向之抗彎能力較弱，此二次彎矩影響頗大，應加以考慮。
4. 梁接柱弱軸方向，如以鉸接設計，可使柱強軸方向之抗彎矩接頭之設計限制條件較少，較易設計。

【型式 BC23】



【優點】

1. 剪力連接板與梁腹板互相緊貼相鄰，幾乎沒有偏心，故適合承受剪力及梁軸向力。
2. 剪力連接板突出梁翼板端以外，較容易鎖螺栓，安裝快速。

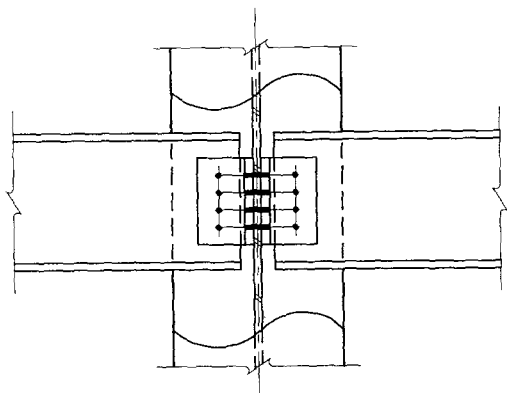
【缺點】

1. 為使螺栓於柱翼板端之外接合，須配合上下加勁板之設置，以減低剪力連接板之負擔，故增加接頭造價。
2. 螺栓於柱翼板端以外接合，增加偏心距離，致柱之受力增加。
3. 梁柱接頭區，如設置腹板加層板時，柱腹板二側接入梁之軸力須藉腹板加勁板傳遞。
4. 此種接合型式螺栓組間會產生力偶作用而仍保有相當大的束制程度。
5. 柱弱軸方向強度較弱，受偏心接合之影響較大。
6. 梁若承受扭力或側力時對此種接合較不利。

【建議】

1. 柱腹板加勁板之高度須配合柱強軸抗彎矩接頭之需要設置。
2. 須傳遞柱腹板二側接入梁間之軸力時，腹板加勁板宜三面銲接以便梁軸力能順利傳至對側。
3. 僅單側有梁接入時，柱腹板加勁板可僅單側設置。
4. 宜配合豎向斜撐系統使用，以便抵抗水平力。
5. 因偏心接合產生之二次彎矩對柱之影響應予考慮。
6. 承受軸拉力時，須檢討梁腹板之塊狀局部破壞現象。
7. 儘可能使偏心接合之偏心距減至最低。
8. 必要時得以水平向槽孔減低螺栓接合之束制程度，惟對梁承受軸向拉力之能力有不良影響。

【型式 BC24】工廠及工地均為雙角鋼以高張力螺栓栓接



【優點】

1. 此種接合方式，因角鋼受力後變形而使梁端有轉動能力，可減低束制程度，對柱較為有利。
2. 梁腹板之接合螺栓與柱腹板間之偏心距較小。

【缺點】

1. 此種接合方式，於二側均有梁接入時，螺栓須穿過腹板二側之接合角鋼，故安裝時鋼梁較易掉落。
2. 強軸方向有抗彎矩接頭接入時，會受柱腹板加勁板之阻礙，致吊裝不易。
3. 角鋼較易變形，不適合承受梁軸力。
4. 承受扭力及側向剪力之能力較低。
5. 因深入柱腹板內接合吊裝困難。

【建議】

1. 如於柱腹板加鐸支座可避免鋼梁未鎖螺栓之前掉落。
2. 避免使用單角鋼，以減少偏心扭力
3. 較適用於柱之四方向均為鉸接之情況，以減低吊裝之困難度。
4. 梁腹板側之螺栓組須承受偏心彎矩。
5. 僅單邊有梁接入時，此型式接合可減少偏心彎矩，減少柱之負擔
6. 梁承受軸拉力時須檢討接合角鋼之抗拉能力。
7. 梁承受軸拉力時須檢討梁腹板之塊狀撕裂剪力。
8. 梁之側向剪力及扭力宜有其他抵抗系統配合。
9. 宜配合其他抵抗水平力系統使用，以增加穩定性。

斜撐接合例

1. 常用之斜撐構材有單角鋼、雙角鋼、槽鋼、T型鋼、H型鋼、箱型鋼或管材等。

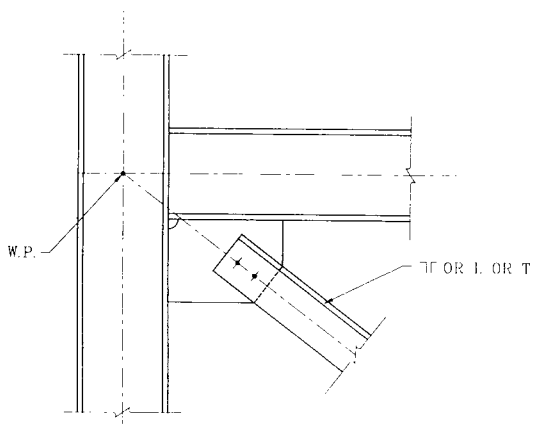
選用單角鋼時，因係單腿接合，致角鋼承受軸力時，會產生偏心彎矩，故以單角鋼承受軸壓力時較不經濟。若選用雙角鋼、槽鋼或 T型鋼則偏心問題稍有改善，惟仍視選用斷面之高寬比不同，或多或少會有偏心現象發生。選用雙槽鋼、H 型鋼或管材等材料，因其為雙軸對稱，承受軸力時無偏心情況，故較適合承受軸壓力。

2. 各桿件接合時，常為使施工方便或力量傳遞順暢而將接合之準點 (working point) 偏離各桿件分析時之交點，因此而產生之偏心彎矩，設計時應予考慮對各桿件之影響。

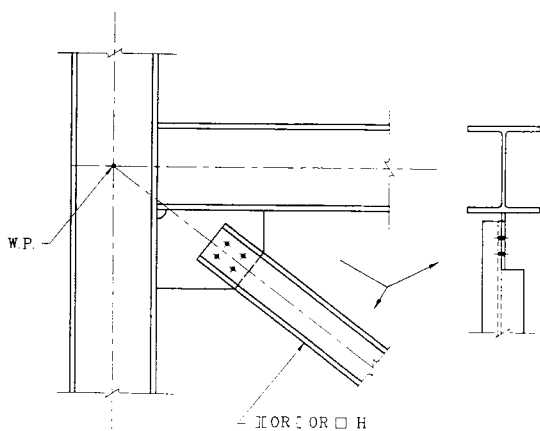
3. 接合設計時應考慮斜撐對桁架產生之束制程度，避免因銲接冷卻過程中產生龜裂現象。

4. 以二根以上之桿件組合成受壓構材時，應依細長比之需求加設縫合板接合。

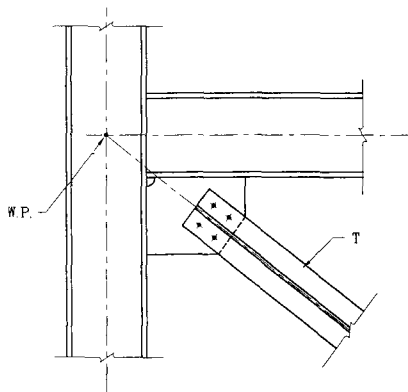
【型式 BR1】斜撐與連接板工地螺栓接合



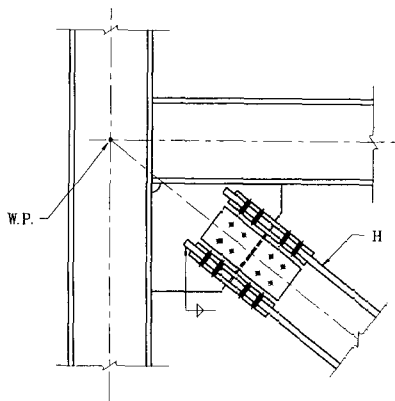
(a)



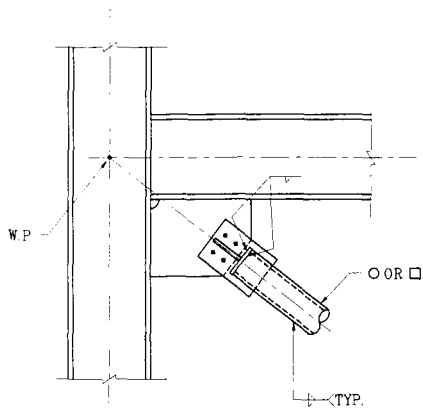
(b)



(c)



(d)



(e)

【優點】

1. 接合簡便，品質容易控制。
2. 角鋼及槽鋼較 H 型鋼便宜。
3. 角鋼或槽鋼適用於承受較小軸力之桿件。

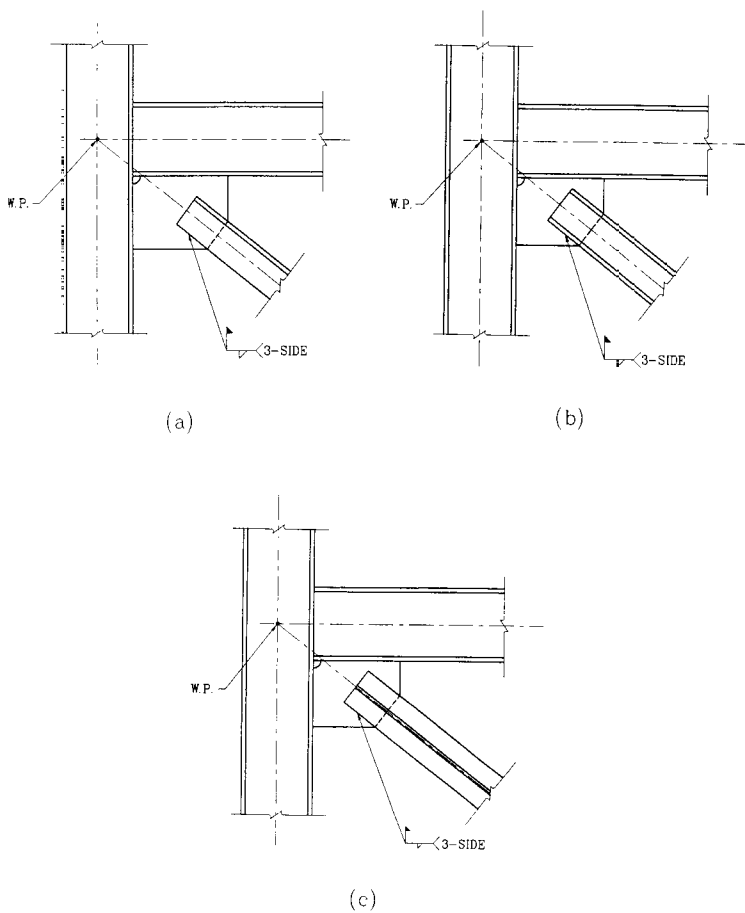
【缺點】

1. 二支以上角鋼或槽鋼組合成受壓構材時，其相鄰之接縫防蝕處理不易。
2. 栓孔須製作準確，否則安裝不易。
3. 承受較大力量之斜撐，螺栓孔排列較長，影響觀瞻。
4. 斜撐螺栓之位置以準距線為準，而非以重心線，故有些微偏心產生。
5. 型式 BR1(d) 之 H 型鋼腹板厚度常與連接板不同故須加設填板。

【建議】

1. 使用雙角鋼或雙槽鋼時，螺栓承受雙剪之力量，故連接板於栓孔處之承壓力較大，須檢核連接板之栓孔邊距及厚度。
2. 偏心接合所產生之彎矩建議由桿件之抗彎能力承受。
3. 受壓斜撐之端部儘可能接近柱面或梁面以減低連接板挫屈之可能性。
4. 連接板及桿件端部均須檢討塊狀剪力破壞之可能性，必要時予以加厚補強。
5. 斜撐之角度以接近 45° 為宜，以方便接合之設計與安裝。
6. 型式 BR1(d) 腹板接合所分擔之軸力須配合斜撐腹板所分擔之斜撐軸力。
7. 斜撐之翼板連接板上栓孔宜對稱排列。
8. 斜撐端部以螺栓與連接板接合時，以斜撐之準距線為螺栓之定位依據。

【型式 BR2】斜撐與連接板工地銲接接合



【優點】

1. 省去鑽孔之工時。
2. 鐸接之重心可與斜撐之重心一致，可減低偏心彎矩。
3. 長度稍有誤差對安全性及施工性之影響不大。

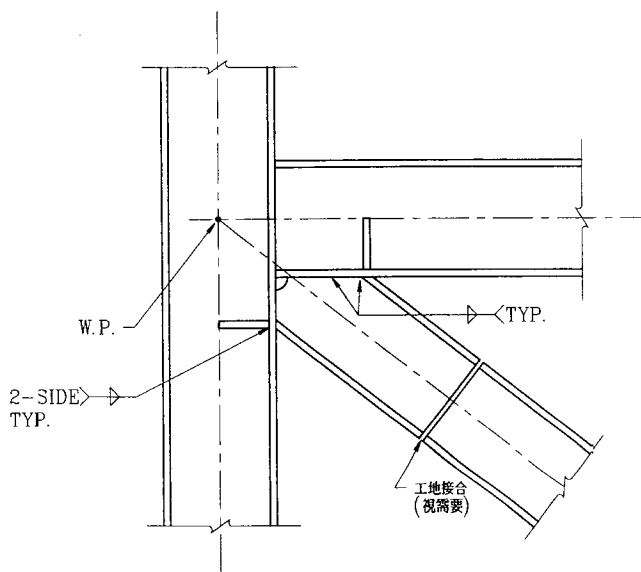
【缺點】

1. 工地鐸接有立鐸或仰鐸之情況，鐸接不易，且品質較不易控制。
2. 鐸接量較多易產生束制龜裂現象。

【建議】

1. 注意鐸接順序，以減低束制程度。
2. 避免設計過大之鐸道，減少鐸接入熱量。
3. 須檢討接合板之挫屈及塊狀剪力撕裂。
4. 斜撐面外之偏心彎矩建議由斜撐承受。
5. 斜撐之角度以接近 45° 為宜。

【型式 BR3】斜撐與梁及柱工地或工廠銲接接合



【優點】

1. 斜撐力量可直接傳遞進入接頭，可傳遞較大之斜撐軸力。
2. 無接合偏心之問題。

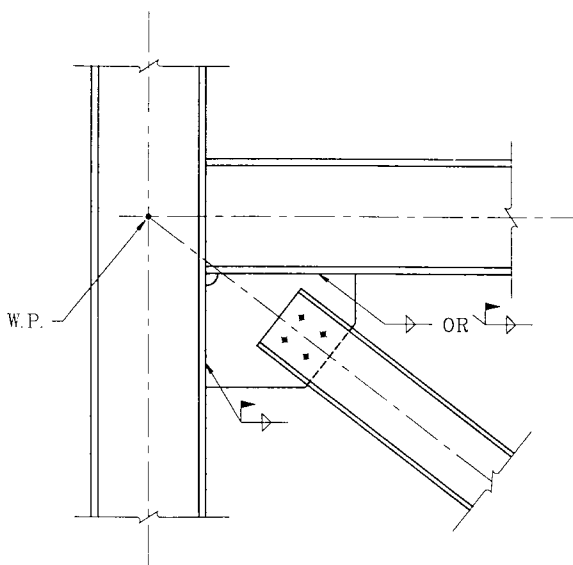
【缺點】

1. 斜撐長度須控制準確，或另設工地接合。
2. 梁及柱之腹板於接頭附近會產生額外之剪力。

【建議】

1. 須於斜撐翼板與梁及柱翼板相交處設置加勁板。
2. 須檢討梁或柱腹板於接頭附近之腹板剪力傳遞能力。

【型式 BR4】連接板與梁及柱銲接接合



【優點】

1. 準點(WORKING POINT)之位置可定於梁柱接頭中心，與分析模式一致。
2. 準點(WORKING POINT)亦可定於梁翼板與柱翼板交會處惟須考慮偏心之影響。
3. 連接板如一邊先與梁於工廠銲接，可避免工地立銲。

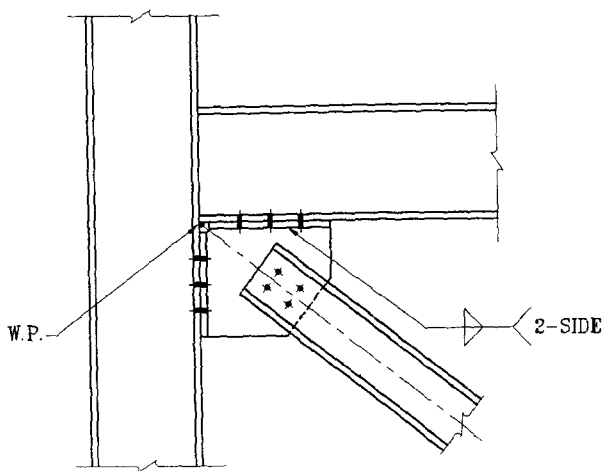
【缺點】

1. 銲接品質較不易控制。
2. 連接板之一邊如先與梁或柱於工廠銲接時，搬運過程中易受損。

【建議】

1. 梁及柱之腹板厚度如比連接板小時須檢討梁或柱腹板之安全性，必要時須加以補強。

【型式 BR5】連接板與梁及柱以螺栓接合



【優點】

1. 全部以螺栓接合，安裝簡便，品質容易控制。
2. 準點(WORKING POINT)須定於梁翼板與柱翼板之交會處，製作容易。

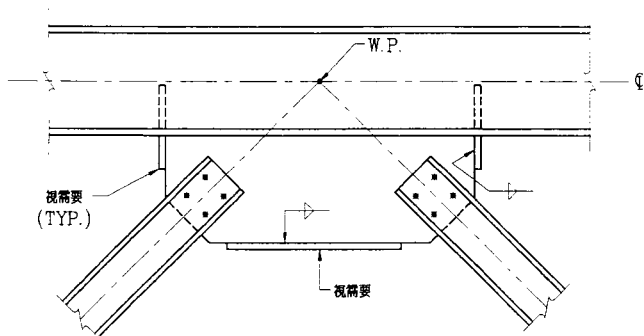
【缺點】

1. 連接板組件過大時搬運困難。
2. 準點偏離梁柱接頭中心線會產生偏心現象。

【建議】

1. 接合板之組件重量不宜過大，以免搬運困難。
2. 須考慮準點偏離梁柱接頭中心線所產生之彎矩，適度加強各桿件。

【型式 BR6】梁及人形斜撐接頭（準點位於梁中心）



【優點】

1. 各桿件交會於一點，與分析模式符合，無偏心彎矩產生。

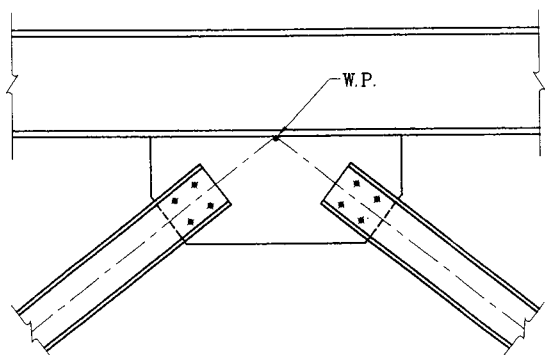
【缺點】

1. 連接板較大，須視需要予以加勁板補強。
2. 準點位於梁中心，製作較不方便。

【建議】

1. 應檢討連接板與梁接合面之剪力及彎矩。
2. 連接板須有足夠的厚度以防挫屈。
3. 須檢討梁之腹板厚度或以加勁板補強。

【型式 BR7】梁與人形斜撐接頭（準點位於梁翼板之外緣）



【優點】

1. 準點位於梁翼板外緣，定位容易，製作較方便。
2. 連接板尺寸可較準點定於梁中心者為小。

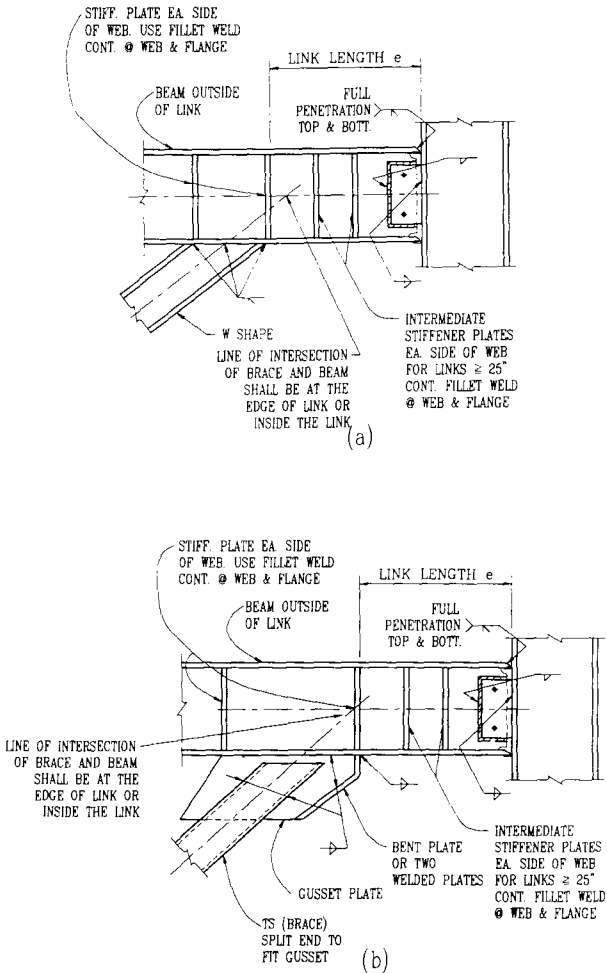
【缺點】

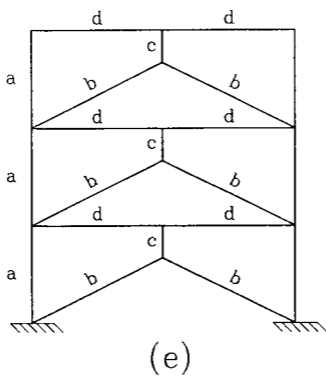
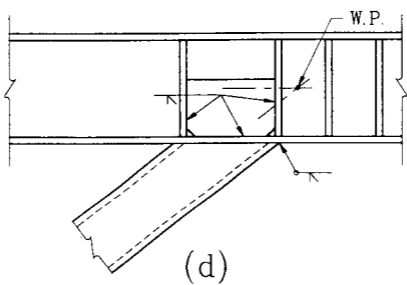
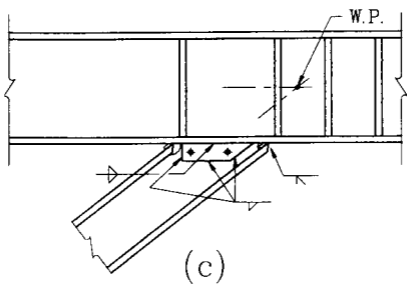
1. 準點偏離梁中心，致產生彎矩，須加予檢討。

【建議】

1. 連接板須有足夠之厚度以防挫屈。
2. 連接板與梁之接合面鐸道設計較準點定於梁中心者為簡單。

【型式 BR8】 偏心斜撐(EBF)接合





【優點】

1. 偏心斜撐 (EBF) 若經正確設計與施工後，可於連桿梁段內產生穩定之剪力降伏，具甚佳之消能效果。
2. 偏心斜撐系統較 MRF 之勁度為高，對受側移控制之鋼骨構架甚有助益。
3. 偏心斜撐系統之勁度雖較同心斜撐系統稍差，但其消能韌性較佳，目前之設計規範可視 EBF 與 MRF 採相同之組構係數。

【缺點】

1. 由於 EBF 之連桿梁須具足夠之腹板加勁板以提供穩定之消能能力，而這些加勁板之製作與銲接甚為昂貴，影響整體造價。
2. 偏心斜撐之連桿梁若與柱相接，其接合須採全電銲，而這些電銲又常為工地銲接，不僅造價較高，品質控制不易。
3. 偏心斜撐構架之斜撐桿件與連桿梁相接時亦常採全電銲，而這些電銲工作若於工地進行時將有甚多之銲姿為仰銲，施銲困難，品質不穩定而造價卻甚為昂貴。

【建議】

1. EBF 之連桿梁應儘量設計為剪力連桿而非彎矩連桿，但其長度不宜過短以免韌性需求過大。
2. 斜撐構材與連桿梁接合之工作點 (W. P.) 應於連桿梁內，以減緩連桿梁梁端之彎矩。
3. 斜撐與梁接合處若採用連接板 (Gusset Plate) 應注意連接板之穩定問題，必要時應加勁之。
4. 斜撐之強度應設計為當連桿梁降伏後斜撐仍不致發生挫屈。
5. 連桿梁二端之上下翼板處均應設置側向支撐。
6. 所有銲道之施作應特別注意其品質。
7. 斜撐與梁接合處可於工廠對斜撐之突出段採全電銲，而後再於工地將斜撐之中段以螺栓接合，惟因增加二個續接接合，造價大幅提昇。

四、結論與建議

1. 良好之接頭為構件發揮強度之首要，工程師應首先了解接頭的力學特性與其結構行為，針對不同情況以進行合理的接頭設計。而接頭細部處理影響接頭強度、韌性甚鉅，設計單位應審慎處理細部設計部份，避免接頭脆性斷裂的發生。
2. 過去國內所設計、施工之箱型鋼柱與梁接頭常因梁柱斷面尺寸不當，剪力連接板過度銲接，柱板過薄，柱內橫隔板與梁翼板產生高程偏差，梁使用蓋板致工地銲量大增，或梁與柱斜交等問題而破壞，設計者、施工單位均應瞭解此類破壞模式並避免其發生。
3. 梁柱接頭處翼板的撕裂雖然較銲道之破壞具稍佳之韌性，但由於目前扇形銲接孔的切割方式，於切割面產生了許多凹凸與刻痕，造成翼板的撕裂多由此處形成，而無法使翼板發揮較大的變形能量。而翼緣銲道的處理不當亦造成翼板撕裂的提前發生。從結構安全的觀點，應於設計圖說中明訂扇形銲接孔於切割後應作磨平處理或使用切割機，而對於耐震立體韌性抗彎構架，由於其耐震性能主要依靠梁柱接頭產生塑性鉸以消散能量，故其韌性要求甚為嚴格，其梁翼緣銲道除應使用正確之起弧板、導板外，銲接完成後亦應切除磨平。
4. 本文嘗試對各類鋼構接合說明其優缺點及建議事項，希望經由這些討論得以對接合之行為能有正確之認識並從而進行正確之設計與施工，而下一階段則將針對各種接合型式提供設計 / 施工例，供工程界參考。

五、參考文獻

- 1 陳清泉，「榮總大樓更新計畫第二期醫療大樓工程鋼結構之接頭韌性試驗」，臺灣營建研究中心，民國七十四年十二月。
- 2 陳生金，林新益，「箱型柱與 I 型梁接頭之強度與韌性」，國科會研究報告，臺北(1989)。
- 3 陳生金，楊榮坤，「箱型柱與梁接頭之耐震行為」，國科會研究報告，臺北(1990)。
- 4 陳文生，「鋼骨梁柱接頭行為研究」，碩士論文，國立臺灣大學土木研究所，臺北(1990)。
- 5 陳光凱，「鋼梁與箱型柱接頭區行為研究」，碩士論文，國立臺灣工業技術學院工程技術研究所，臺北(1991)。
- 6 林克強，「鋼骨梁與箱型柱接頭耐震補強研究」，碩士論文，國立臺灣大學土木研究所，臺北(1992)。
- 7 劉明錡，「鋼骨梁柱接頭在強震下之韌性」，碩士論文，國立臺灣大學土木研究所，臺北(1992)。
- 8 陳生金，張敬昌，「鋼骨梁柱接頭在強震下之韌性」，國科會研究報告 NSC81-0414-P011-01B，臺北(1992)。
- 9 UBC. Uniform Building Code. Whittier, CA: International Conference of Building Officials, (1991).
- 10 AISC. "Manual of Steel Construction, Allowable Stress Design", American Institute of Steel Constructions, Chicago, IL(1986).
- 11 AISC. "Manual of Steel Construction, Load & Resistance Factor Design", American Institute of Steel Constructions, Chicago, IL(1986).
- 12 陳生金，「鋼結構極限設計法規範研究」，臺北(1991)。
- 13 陳生金，陳正誠，陳正平，「鋼結構標準型鋼斷面及建議之接合型式與細部研擬」，中華民國結構工程學會，民國八十三年五月三十日。