

# (仮称) 大手町一丁目第3地区第一種市街地再開発事業新築工事 780N/mm<sup>2</sup> 鋼溶接施工試験報告 AN EXPERIMENTAL STUDY ON WELDING FOR 780N/mm<sup>2</sup> STEEL

小林光博\*  
Mitsuhiro Kobayashi

本工事のオフィス棟溶接組立箱形断面柱（以下、四面ボックス柱と呼ぶ）の柱材には、引張強さ 780N/mm<sup>2</sup>、板厚 85mm の極厚の超高強度鋼が適用されている。780N/mm<sup>2</sup> 鋼の溶接施工は溶接部の品質（強度、靱性）確保の観点から、建築鉄骨に一般的に用いられている鋼材に比べ入熱制限値、パス間温度制限値が厳しく設定されていること、780N/mm<sup>2</sup> 鋼としては過去に経験ない極厚材であることから、本体鉄骨製作に先んじて溶接施工試験を実施し、当社が提示した溶接法、溶接材料、溶接施工管理方法が設計要求品質を満足することを確認した。溶接施工試験結果を以下に報告する。

**キーワード：780N/mm<sup>2</sup> 鋼，入熱制限，パス間温度，サブマージアーク溶接，炭酸ガスシールドアーク溶接**

## 1. オフィス棟建物概要

工 事 名：(仮称) 大手町一丁目第3地区第一種市街地再開発事業新築工事  
階 数：地上 31 階，地下 4 階，塔屋 2 階  
最 高 高 さ：設計 GL+168.35m  
事 業 主：三菱地所株式会社（再開発施行者）  
設計・監理：三菱地所設計・NTT ファシリティーズ設計監理共同企業体  
施 工：戸田建設株式会社

に適用される溶接法毎に試験体を製作した。試験体の一覧を表-1 に、試験体図および開先形状を図-1 に示す。また、各試験体の試験目的を以下に示す。

### 2.1 試験体 A

内ダイアフラムの溶接には、780N/mm<sup>2</sup> 鋼がエレクトロスラグ溶接の入熱に耐えられないことから、炭酸ガスアークシールド半自動溶接（以降 GMAW と称す）を採用した。780N/mm<sup>2</sup> 鋼柱と 550N/mm<sup>2</sup> 鋼内ダイアフラムとの GMAW 部の性能を確認する。

### 2.2 試験体 B

内ダイアフラムを GMAW 施工としたため柱梁接合部パネル内に工場柱継手を設ける必要があった。従来

## 2. 試験体

本工事における 780N/mm<sup>2</sup> 鋼四面ボックス柱の製作

表-1 試験体一覧

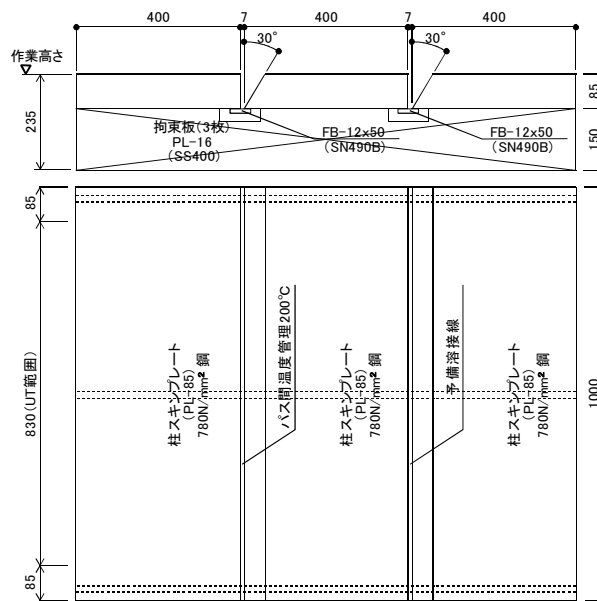
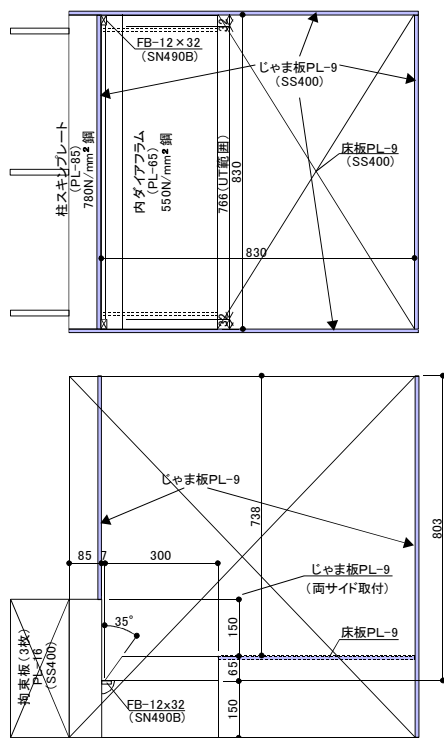
試験体名	溶接部位 (溶接場所)	鋼材組合せ	鋼材メーカー	溶接法	溶接姿勢	溶接材料	溶接材料メーカー	開先形状
試験体A	柱スキンプレート+内ダイアフラム (工場溶接)	柱:780N+内ダイアフラム:550N 780N:JFE-HITEN780TC 550N:HBL385B	JFEスチール	炭酸ガスシールドアーク溶接	横向	JIS Z 3312 YGW18 KC-55G (φ1.2)	神戸製鋼所	レ形35° ルートギャップ:7mm
試験体B	柱継手 (工場溶接)	柱:780N+柱:780N 780N:JFE-HITEN780TC	JFEスチール	炭酸ガスシールドアーク溶接	下向	JIS Z 3312 G78JA2UCN5M3T YM-82C (φ1.2)	日鐵住金溶接工業	レ形30° ルートギャップ:7mm
試験体C	柱継手 (現場溶接)	柱:780N+柱:780N 780N:JFE-HITEN780TC	JFEスチール	炭酸ガスシールドアーク溶接	横向	JIS Z 3312 G78JA2UCN5M3T YM-82C (φ1.2)	日鐵住金溶接工業	レ形30° ルートギャップ:9mm
	柱継手 (現場溶接)	柱:780N+柱:590N 780N:JFE-HITEN780TC 590N:SA440C-S	JFEスチール	炭酸ガスシールドアーク溶接	横向	JIS Z 3312 G59JA1UC3M1T KC-60 (φ1.2)	神戸製鋼所	レ形30° ルートギャップ:9mm
試験体D	角継手	柱:780N+柱:780N 780N:JFE-HITEN780TC	JFEスチール	タンデムサブマージアーク溶接	下向	JIS Z 3183 S80J4-H4該当 ワイヤ:US-80LT (φ4.8) フラックス:PF-H80AK (粒度10×48)	神戸製鋼所	V形35° ルートギャップ:9mm
	角継手	柱:780N+柱:780N 780N:JFE-HITEN780TC	JFEスチール	炭酸ガスシールドアーク溶接	下向	JIS Z 3312 G78JA2UCN5M3T YM-82C (φ1.2)	日鐵住金溶接工業	V形35° ルートギャップ:9mm

\* 富津工場 製造部

780N/mm<sup>2</sup> 鋼に適用していた溶接材料（規格耐力 680MPa）ではパス間温度管理値が 150℃以下と低く、生産性の悪化が懸念されたことから耐力が 1 ランク高い規格耐力 700MPa 以上の溶接材料を適用し、パス間温度を 200℃以下まで緩和を図ることとした。また溶接量を低減するため開先角度を 30°（レ形開先）とした。これら GMAW 部（下向姿勢）の性能を確認する。

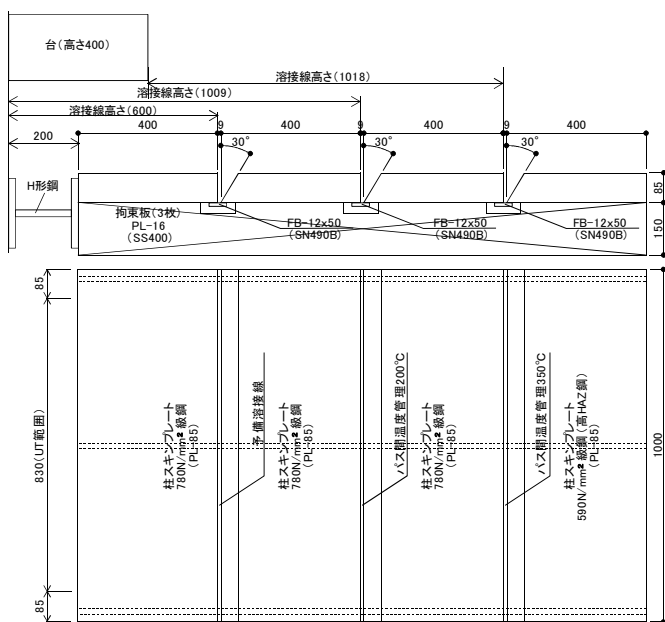
### 2.3 試験体 C

780N/mm<sup>2</sup> 鋼柱同士、780N/mm<sup>2</sup> 鋼柱と 590N/mm<sup>2</sup> 鋼柱の現場継手の GMAW 部（横向姿勢）の性能を確認することを目的とした。使用する溶接材料は 780N/mm<sup>2</sup> 鋼柱同士に対しては工場と同じ規格耐力 700MPa 以上の溶接材料を適用し、780N/mm<sup>2</sup> 鋼柱と 590N/mm<sup>2</sup> 鋼柱については、低強度側である引張強さ 590MPa の溶接材料を適用した。開先角度は工場と同じく 30°レ形開先とし、ルートギャップは工場の 7mm に対し、横向姿勢の初層を確認しやすくするため 9mm とした。

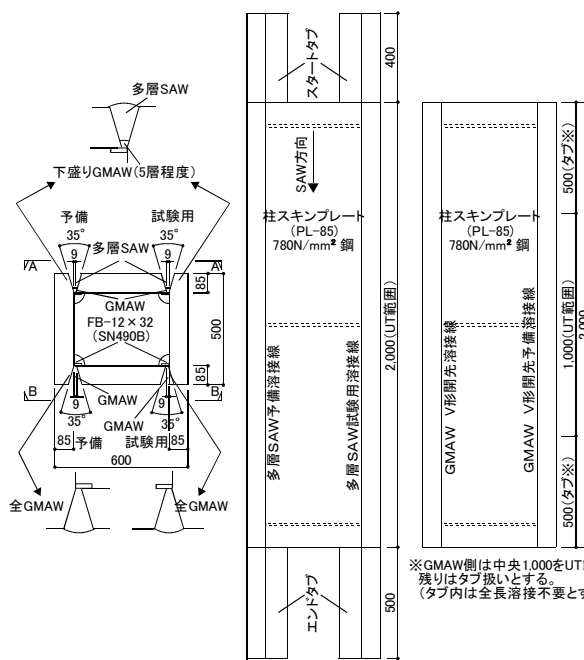


a) 試験体 A

b) 試験体 B



c) 試験体 C



d) 試験体 D

※GMAW側は中央1,000をUT範囲とし、残りはタブ扱いとする。  
(タブ内は全長溶接不要とする)

図-1 試験体図および開先形状

2.4 試験体 D

780N/mm<sup>2</sup>鋼柱角継手を想定し、GMAW 下盛溶接+タンデムサブマージアーク溶接（以降 SAW と称す）と全線 GMAW の 2 種類の溶接法の性能を確認する。

3. 予熱および溶接条件

表-2 に各溶接部位における予熱条件を示す。780N/mm<sup>2</sup> 鋼について、適用した鋼材メーカーより出されている溶接施工指針の予熱温度は板厚 85mm では GMAW, SAW 共に 125℃以上とされているが、鋼材メーカーにて実施した y 形溶接割れ試験の結果を考慮して GMAW, SAW とともに 75℃以上とした。

表-2 予熱条件

試験体名	溶接法	溶接部位	鋼材強度	予熱温度(℃)
試験体A	GMAW(本溶接)	内ダイアフラム	780N+550N	75以上
試験体B	GMAW(本溶接)	柱継手(工場)	780N+780N	75以上
試験体C	GMAW(本溶接)	柱継手(現場)	780N+780N	75以上
試験体D	SAW	角溶接	780N+780N	75以上
	GMAW(本溶接)	角溶接	780N+780N	75以上
共通	GMAW(組立溶接)	組立溶接	780N+490N, 400N	25以上

表-3 に各試験体の溶接条件を示す。入熱およびパス間温度の上限値は、基本溶接される側の鋼材の溶接施工指針に従うこととしたが、780N/mm<sup>2</sup> 鋼に関しては生産性向上を目的として、GMAW に降伏点 700MPa の溶接材料を適用し、パス間温度上限を指針の 150℃ から 200℃へ緩和した。また、角継手 SAW については過去に実施した 780N/mm<sup>2</sup> 鋼の当社施工実績から入熱上限値を指針の 40kJ/cm から 100kJ/cm に緩和した。

4. 試験項目

表-4 に試験実施内容を、図-2 に各試験体における試験片採取位置を示す。非破壊試験は超音波探傷検査、機械試験は引張試験、シャルピー衝撃試験、マクロ試験、硬さ試験とした。引張試験は柱継手（試験体 B および試験体 C）では継手引張試験、内ダイアフラム溶接（試験体 A）と角溶接（試験体 D）は溶接金属引張試験とした。図-3 に溶接金属引張試験片の採取位置の詳細を示す。試験片は表層より板厚の 1/4 位置 DEPO 中央で採取した。図-4 にシャルピー衝撃試験片採取

位置詳細を示す。衝撃試験片はレ形開先では板厚 1/4 位置の DEPO 中央、780N/mm<sup>2</sup> 鋼の開先壁側 BOND, HAZ, 角溶接 V 形開先では板厚 1/4 位置の DEPO 中央、

表-4 試験実施内容

対象部位	溶接方法	試験内容	採取位置	試験片	試験片名	数量		
完全溶込み溶接部		超音波探傷検査	—	—	—	全量		
【試験体A】 内ダイアフラム 工場溶接 横向姿勢 試験体 (780N+550N)	GMAW (横向)	溶接金属引張試験	t/4開先中央	JIS Z 3111 A1号12.5φ	KHAT1 KHAT2	各1		
				シャルピー衝撃試験	開先壁側 表層t/4	DEPO	KHAS1	3
						BOND	KHAS2	3
						HAZ	KHAS3	3
	マクロ試験	全厚	—	KHAM	1			
硬さ試験	マクロ試験片兼用(参考試験)							
【試験体B】 柱継手 工場溶接 下向姿勢 試験体 (780N+780N)	GMAW 工場溶接 下向姿勢 バス間 200℃管理	継手引張試験	全厚	JIS Z 3121 1A号準拠 20mm幅	KHBT1 KHBT2	各1		
				シャルピー衝撃試験	表層t/4	DEPO	KHBS1	3
						BOND	KHBS2	3
						HAZ	KHBS3	3
	マクロ試験	全厚	—	KHBM	1			
硬さ試験	マクロ試験片兼用(参考試験)							
【試験体C】 柱継手 現場溶接 横向姿勢 試験体 (780N+780N)	GMAW 現場溶接 (横向) バス間 200℃管理	継手引張試験	全厚	JIS Z 3121 1A号準拠 20mm幅	KHCT1 KHCT2	各1		
				シャルピー衝撃試験	表層t/4	DEPO	KHCS1	3
						BOND	KHCS2	3
						HAZ	KHCS3	3
	マクロ試験	全厚	—	KHCM1	1			
硬さ試験	マクロ試験片兼用(参考試験)							
【試験体C】 柱継手 現場溶接 横向姿勢 試験体 (780N+590N)	GMAW 現場溶接 (横向) バス間 350℃管理	継手引張試験	全厚	JIS Z 3121 1A号準拠 20mm幅	KHCT3 KHCT4	各1		
				シャルピー衝撃試験	表層t/4	DEPO	KHCS4	3
						BOND	KHCS5	3
						HAZ	KHCS6	3
	マクロ試験	全厚	—	KHCM2	1			
硬さ試験	マクロ試験片兼用(参考試験)							
【試験体D】 角溶接 工場溶接 下向姿勢 試験体 (780N+780N)	GMAW下盛 多層SAW	溶接金属引張試験	表層t/4開先中央	JIS Z 3111 A1号12.5φ	KHDT1 KHDT2	各1		
				シャルピー衝撃試験	柱WEB側 表層t/4	DEPO	KHDS1	3
		BOND	KHDS2			3		
		HAZ	KHDS3			3		
		DEPO	KHDS4			3		
		溶接金属引張試験	柱WEB側 下盛GMAW SAW境界部	BOND	KHDS5	3		
	HAZ			KHDS6	3			
	マクロ試験	全厚	—	KHDM1	1			
	硬さ試験	マクロ試験片兼用(参考試験)						
	GMAW 35°V開先 工場溶接 (下向) バス間 200℃管理	溶接金属引張試験	表層t/4開先中央	JIS Z 3111 A1号12.5φ	KHDT3 KHDT4	各1		
シャルピー衝撃試験				柱WEB側 表層t/4	DEPO	KHDS7	3	
					BOND	KHDS8	3	
					HAZ	KHDS9	3	
マクロ試験	全厚	—	KHDM2	1				
硬さ試験	マクロ試験片兼用(参考試験)							

試験内容の共通事項

- \*1 超音波探傷検査は、日本建築学会「鋼構造建築溶接部の超音波探傷規程・同解説」による。超音波探傷検査は社内検査とする。
- \*2 溶接金属引張試験の試験方法はJIS Z 2241による。
- \*3 シャルピー衝撃試験方法はJIS Z 2242による。試験温度は0℃とする。試験片数量は3本とする。
- \*4 ピッカース硬さ試験法はJIS Z 2244による。試験力は98Nとする。

表-3 溶接条件

試験体名	適用部位	鋼種	溶接部板厚 (mm)	溶接法	溶接姿勢	電流 (A)	電圧 (V)	入熱 (kJ/cm)		パス間温度 (℃)		積層	備考
								実行値	管理値	最大値	管理値		
試験体A	内ダイアフラム工場溶接	780N+550N	65	GMAW	横向	240~300	35~40	14.5	≤30	225	≤250	13層81パス	入熱は中間層平均
試験体B	柱継手(工場溶接)	780N+780N	85	GMAW	下向	240~300	38~42	23.4	≤30	193	≤200	19層55パス	入熱は中間層平均
試験体C	柱継手(現場溶接)	780N+780N	85	GMAW	横向	240~300	35~40	16.7	≤30	183	≤200	13層85パス	入熱は中間層平均
	柱継手(現場溶接)	780N+590N	85	GMAW	横向	220~300	35~40	17.3	≤30	193	≤350	12層76パス	入熱は中間層平均
試験体D	BOX角継手(工場溶接)	780N+780N	85	SAW	下向	240~320	35~40	60.8	≤100	227	≤250	11層28パス	入熱は平均
	BOX角継手(工場溶接)	780N+780N	85	GMAW	下向	240~320	35~40	21.2	≤30	196	≤250	19層64パス	入熱は中間層平均

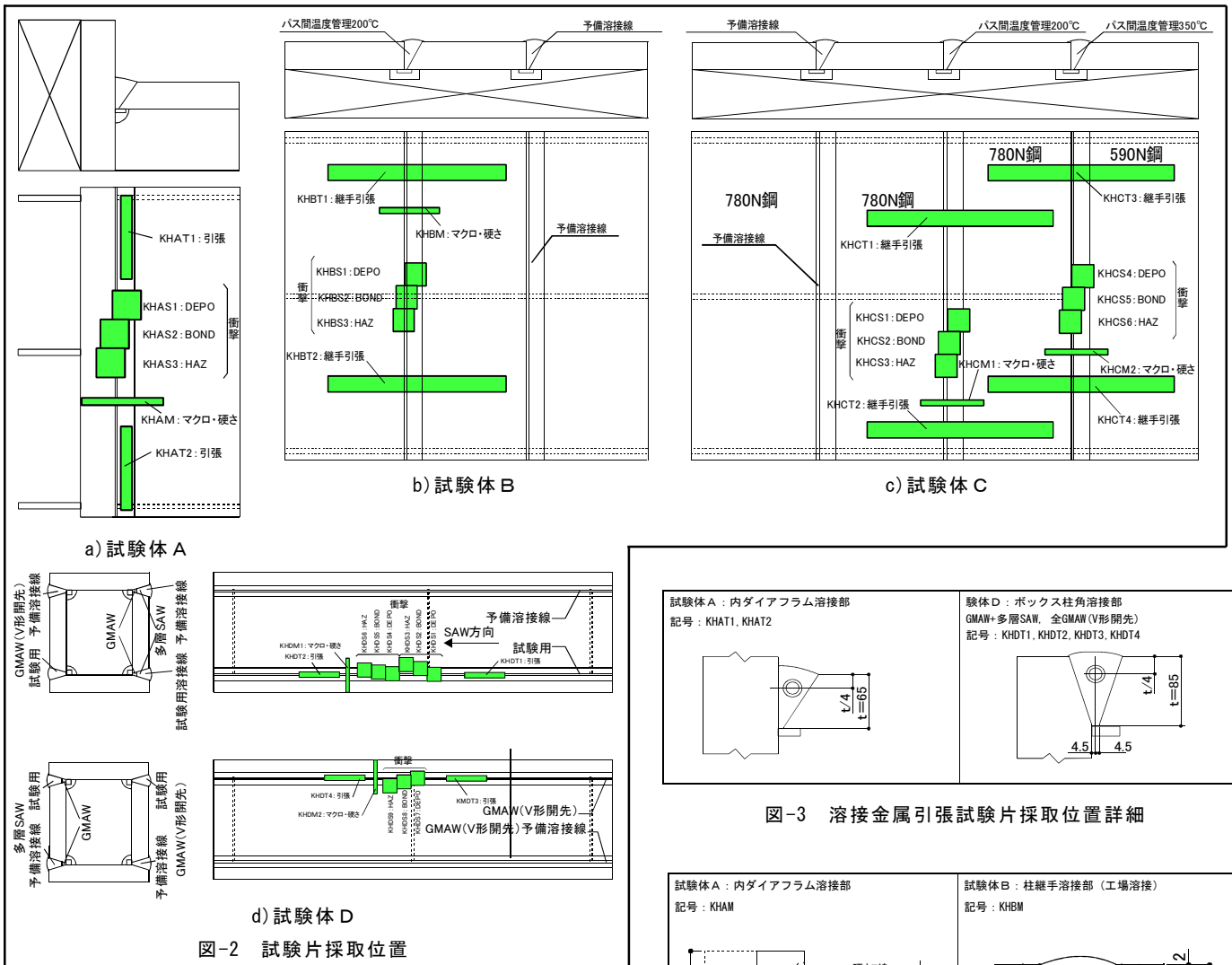


図-2 試験片採取位置

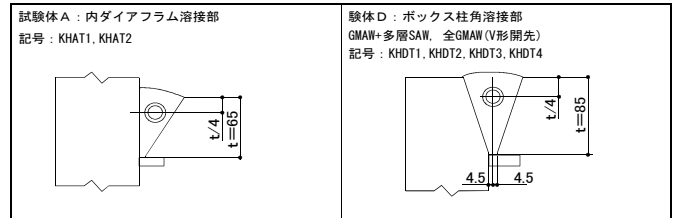


図-3 溶接金属引張試験片採取位置詳細

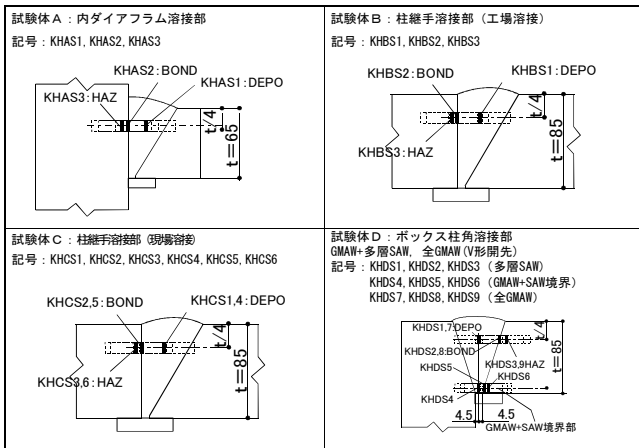


図-4 シャルピー衝撃試験片採取位置詳細

柱 WEB 側 BOND, HAZ, GMAW+SAW 部については境界部の DEPO 中央, 柱 WEB 側 BOND, HAZ で採取した. 図-5 にマクロ試験片形状および硬さ打刻位置を示す. 硬さ試験は溶接部の表面 2mm 下, 板厚中央, 裏面 2mm 上とした. 表-5 に機械試験の合否判定基準を示す.

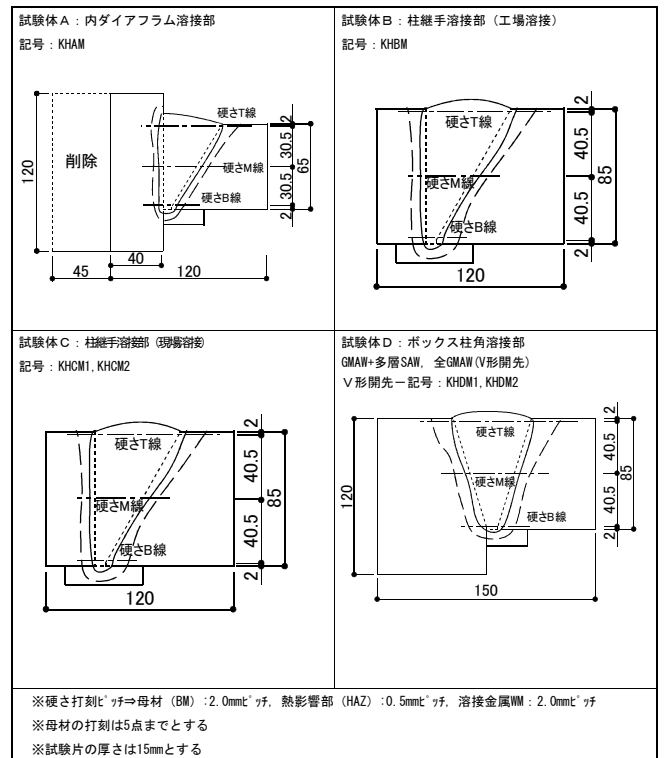


図-5 マクロ試験片形状および硬さ打刻位置

表-5 機械試験合否判定基準

試験内容	試験体名	部位	判定項目	判定値
引張試験	試験体A	内ダイアフラム溶接部	引張強さ	母材規格値以上 (内ダイアフラム:550N/mm <sup>2</sup> 以上)
	試験体B	柱継手溶接部 (工場溶接)		母材規格値以上 (柱スキンプレート780N鋼:780N/mm <sup>2</sup> 以上)
	試験体C	柱継手溶接部 (現場溶接)		母材規格値以上 (柱スキンプレート780N鋼:780N/mm <sup>2</sup> 以上) (柱スキンプレート590N鋼:590N/mm <sup>2</sup> 以上)
	試験体D	ボックス柱角溶接		母材規格値以上 (柱スキンプレート780N鋼:780N/mm <sup>2</sup> 以上)
衝撃試験	試験体A	内ダイアフラム溶接部	シャルピー 吸収エネルギー	47J以上
	試験体B	柱継手溶接部 (工場溶接)		
	試験体C	柱継手溶接部 (現場溶接)		
	試験体D	ボックス柱角溶接		
マクロ試験	各試験体共通		マクロ面観察	溶込み状況・融合状態が良好で 著しい欠陥があつてはならない

5. 試験結果

5.1 引張試験結果

表-6 に引張試験結果を示す。全ての試験片において、引張強さは判定値（母材の規格値以上）を満足した。780N/mm<sup>2</sup> 鋼同士の溶接に規格耐力 700MPa の溶接材料を使用することで、パス間温度を 200℃管理としても十分な引張強さを確保できることがわかった。またサブマージアーク溶接においても溶接施工指針を超える入熱で施工しても十分な強度が確保されることを確認した。

5.2 衝撃試験結果

表-7 に衝撃試験結果を示す。シャルピー吸収エネルギーは全ての試験片で判定値（47J 以上）を満足した。780N/mm<sup>2</sup> 鋼同士の溶接に規格耐力 700MPa の溶接材料を使用することで、パス間温度を 200℃管理としても十分な靱性を確保できることがわかった。またサブマージアーク溶接においても溶接施工指針を超える入熱で施工しても問題が無いことを確認した。

表-6 引張試験結果

試験体名	試験部位	溶接法 (姿勢) 【パス間温度】	記号	降伏点 (0.2%耐力) (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏比 (%)	伸び GL=50 (%)	絞り (%)	破断位置	備考
試験体A	内ダイアフラム (780N-550N)	GMAW (横向) 【250℃】	KHAT1	643	662	97	24	59	—	溶接金属引張試験
			KHAT2	648	668	97	27	70	—	溶接金属引張試験
試験体B	柱継手(工場) (780N-780N)	GMAW (下向) 【200℃】	KHBT1	—	865	—	—	—	溶接部	継手引張試験
			KHBT2	—	866	—	—	—	母材・開先側	継手引張試験
試験体C	柱継手(現場) (780N-780N)	GMAW (横向) 【200℃】	KHCT1	—	879	—	—	—	母材・開先側	継手引張試験
			KHCT2	—	869	—	—	—	母材・開先側	継手引張試験
	柱継手(現場) (780N-590N)	GMAW (横向) 【350℃】	KHCT3	—	637	—	—	—	母材・開先側	継手引張試験
			KHCT4	—	635	—	—	—	母材・開先側	継手引張試験
試験体D	角溶接 (780N-780N)	GMAW下盛 多層SAW (下向) 【GMAW:200℃】 【SAW:250℃】	KHDT1	744	833	89	25	63	—	溶接金属引張試験
			KHDT2	744	832	89	24	63	—	溶接金属引張試験
		GMAW (下向) 【200℃】	KHDT3	762	824	92	23	63	—	溶接金属引張試験
			KHDT4	762	821	93	23	62	—	溶接金属引張試験



表-7 衝撃試験結果

試験体名	試験部位	溶接法 【バス開温度】	採取位置	ノッチ位置	記号	番号	試験温度	吸収エネルギー(J)		脆性破面率(%)		試験体名	試験部位	溶接法 【バス開温度】	採取位置	ノッチ位置	記号	番号	試験温度	吸収エネルギー(J)		脆性破面率(%)	
								個々	平均	個々	平均									個々	平均	個々	平均
試験体A	内ダイアフラム (780N-550N)	GMAW (横向) 【250℃】	1/4t	DEPO	KHAS1	1	0℃	156	135	8	9	試験体D	角溶接 (780N-780N)	GMAW下盛 多層SAW (下向) 【GMAW:200℃】 【SAW:250℃】	1/4t	DEPO	KHDS1	1	0℃	114	117	3	3
						2		132	9	3	118							3					
						3		116	11	3	120							3					
				1	160	0		0	87	51	BOND					KHDS2	2	140		29	42		
				2	152	0		0	104	45													
				3	163	0		0	140	29													
				1	186	0		0	257	0	HAZ					KHDS3	1	242		0	0		
				2	195	191		0	242	249							0	0					
				3	192	0		0	247	0							0						
試験体B	柱継手(工場) (780N-780N)	GMAW (下向) 【200℃】	1/4t	DEPO	KHBS1	1	0℃	93	90	20	23	試験体D	角溶接 (780N-780N)	GMAW + SAW 境界部	1/4t	DEPO	KHDS4	1	0℃	81	90	21	20
						2		90	23	23	89							20					
						3		86	26	19	101							19					
				1	121	1		0	132	10	BOND					KHDS5	2	150		145	0	3	
				2	77	97		30	17	150							145	0		3			
				3	92	21		0	152	0													
				1	242	0		0	215	5	HAZ					KHDS6	2	215		197	5	10	
				2	254	251		0	0	161							20						
				3	258	0		0	161	20													
試験体C	柱継手(現場) (780N-780N)	GMAW (横向) 【200℃】	1/4t	DEPO	KHCS1	1	0℃	87	86	1	0	試験体D	GMAW (下向) 【200℃】	1/4t	DEPO	KHDS7	1	0℃	83	90	29	22	
						2		90	0	0	98						13						
						3		81	0	0	89						23						
				1	92	9		12	90	4	BOND				KHDS8	2	201		136	0	1		
				2	91	88		13	117	0													
				3	80	13		44	117	0													
				1	88	55		0	126	0	HAZ				KHDS9	2	151		137	0	0		
				2	133	111		33	151	0													
				3	111	43		0	133	0													
1	110	26	32	110	26	DEPO	KHCS4	2	81	96	34	0											
2	81	96	34	98	35																		
3	98	35	0	154	0																		
試験体C	柱継手(現場) (780N-590N)	GMAW (横向) 【350℃】	1/4t	BOND	KHCS5	1	0℃	142	147	0	0	試験体D	角多層 SAW	1/4t	BOND	KHDM1	1	0℃	123	123	0	0	
						2		144	0	0	123						0						
						3		144	0	0	123						0						
				1	155	0		0	155	0	HAZ				KHCS6	2	217		209	0	0		
				2	217	209		0	254	0													
				3	254	0		0	254	0													

5.3 マクロ試験結果

図-6 にマクロ試験片の写真を示す。いずれも十分な溶込みが得られており、融合状況も良好で有害な欠陥は確認されなかった。

5.4 硬さ試験結果

ビッカース硬さは、一般的に割れ防止の観点から、Hv350 以下とすることが望ましいとされているが、ビッカース硬さと鋼材の強度は相関関係があり、強度が高いほどビッカース硬さも高くなるため 780N/mm<sup>2</sup>

鋼については Hv350 を超える可能性が高いと考えた。よって硬さ試験は参考試験とし、780N/mm<sup>2</sup> 鋼が溶接熱影響によりどのように硬さが変化するかを確認した。

図-7 および図-8 に硬さ試験の結果を示す。それぞれの最高硬さは、KHAM 試験片 (試験体 A) は 780N/mm<sup>2</sup> 鋼側裏面で Hv386, KHBM 試験片 (試験体 B) は開先側裏当て金より 2mm 位置で Hv419 (裏当て金組立溶接の熱影響によるものと思われる), KHCM1 試験片 (試験体 C : 780N-780N) は、板厚中央位置開先側で

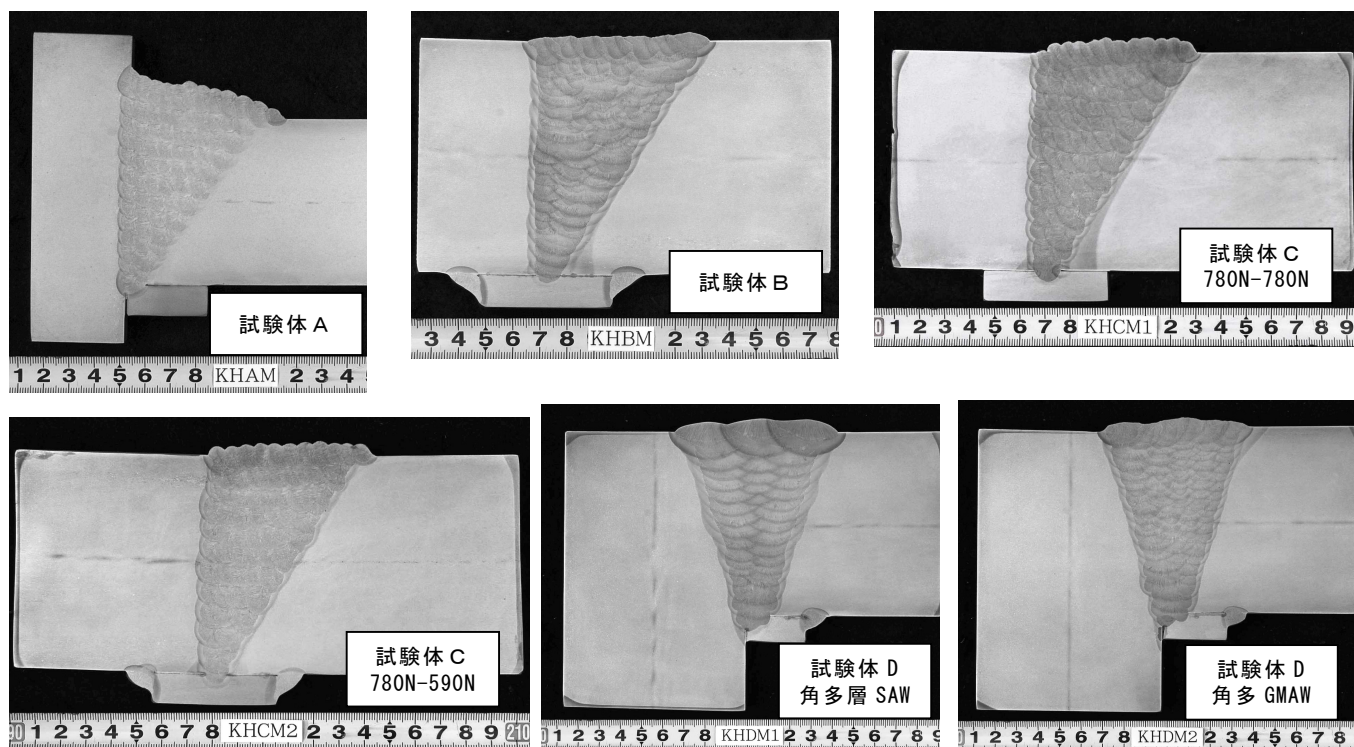


図-6 マクロ試験片写真

Hv411, KHCM2 試験片 (試験体 C : 780N-590N) は板厚中央位置壁側で Hv381, KHDM1 試験片 (試験体 D : GMAW+多層 SAW) は表層 2mm の柱 WEB 側で Hv371, KHDM2 試験片 (試験体 D : 全 GMAW) は表層 2mm の柱 WEB 側で Hv386 であった。

6. まとめ

780N/mm<sup>2</sup> 鋼 (板厚 85mm) を用いた四面ボックス柱の製作にあたり, 事前に対象部位毎の試験体を製作し, 適用溶接法, 適用溶接材料, 予熱温度, 溶接条件について, その施工性や機械的性能を確認することができた。試験結果は要求品質を満足し, この試験結果を基に, 溶接施工要領 (WPS) を作成し, 実工事の製作に反映させた。

謝 辞

本報告は, 大手町一丁目第三地区市街地再開発事業新築工事の製作着手前に実施した溶接施工試験の内容をまとめたものである。780N/mm<sup>2</sup> 鋼という超高強度鋼を使用した四面ボックス柱で, 85mm という厚さは施工実績が無く, 溶接施工試験により溶接部の品質と溶接生産性を事前に確認できたことは, 実施工をスムーズに進めるためにも非常に有効であった。

溶接施工試験の実施にあたり, 三菱地所設計・NTT ファシリティーズ 設計共同企業体殿ならびに戸田建設株式会社殿より, ご指導とご協力を頂いたこと, ここに, 紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

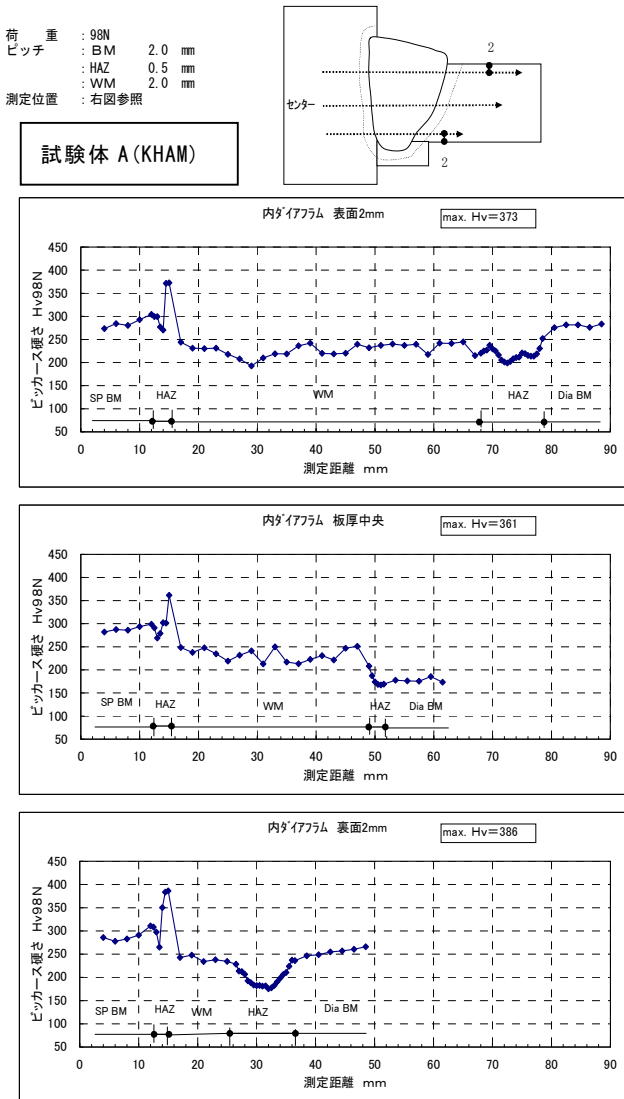


図 ピッカース硬さ分布 (KHAM・780N-550N)

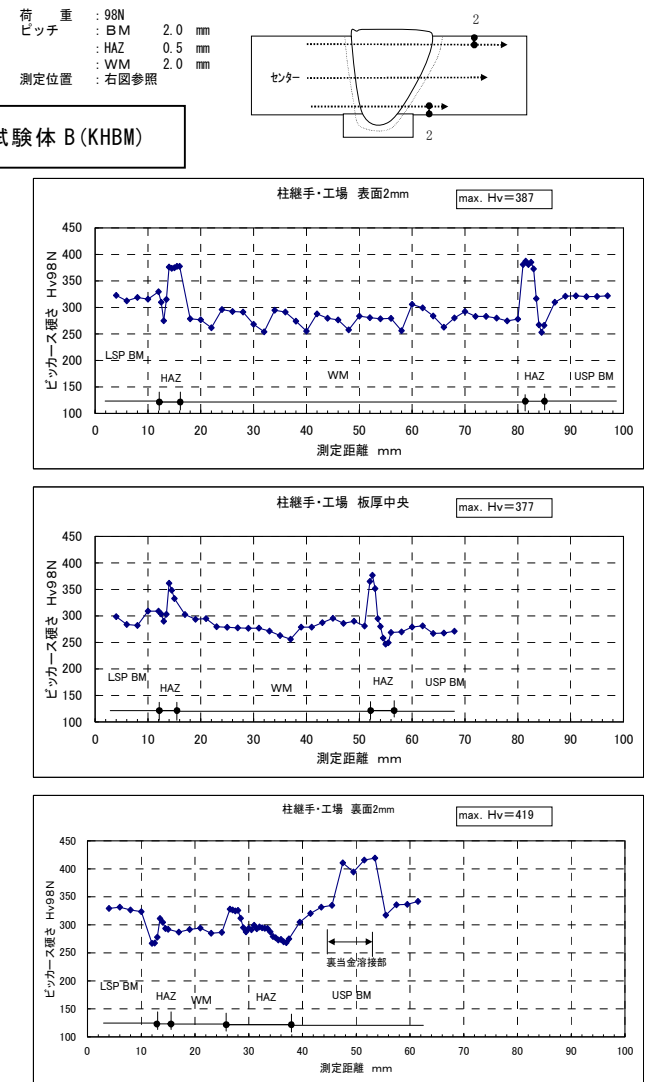


図 ピッカース硬さ分布 (KHBM・780N-780N)

図-7 ピッカース硬さ試験結果 (KHAM, KHBM)

荷重 : 98N  
 ピッチ : BM 2.0 mm  
 : HAZ 0.5 mm  
 : WM 2.0 mm  
 測定位置 : 右図参照



試験体 C (KHCM1)  
780N-780N

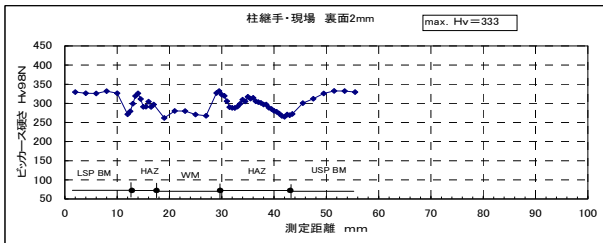
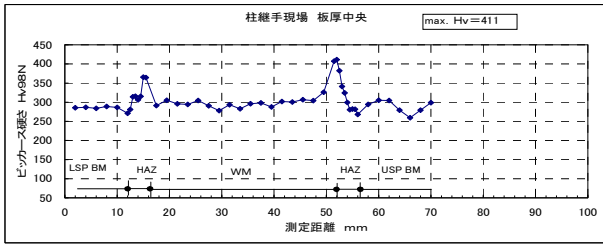
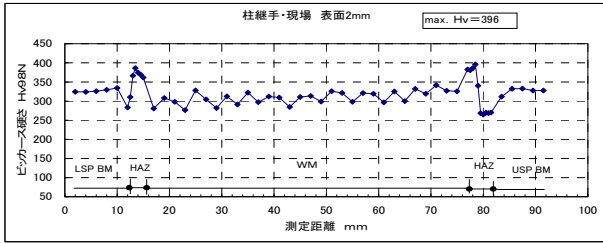
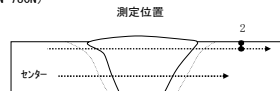


図 ビッカース硬さ分布 (KHCM1・780N-780N)

荷重 : 98N  
 ピッチ : BM 2.0 mm  
 : HAZ 0.5 mm  
 : WM 2.0 mm  
 測定位置 : 右図参照



試験体 D (KHDM1)  
GMAW+多層SAW

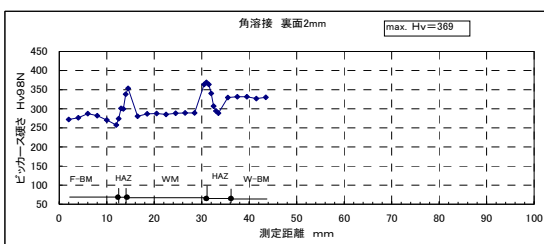
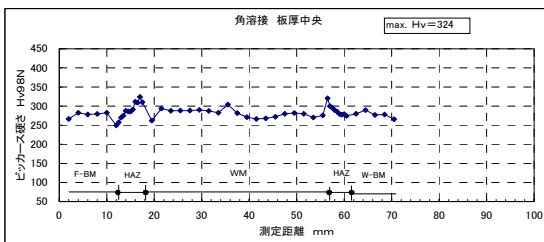
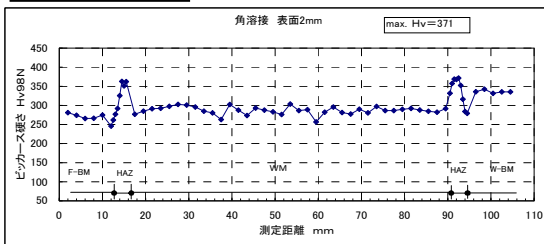
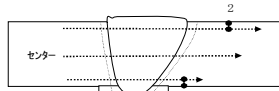


図 ビッカース硬さ分布 (KHDM1・多層SAW・780N-780N)

荷重 : 98N  
 ピッチ : BM 2.0 mm  
 : HAZ 0.5 mm  
 : WM 2.0 mm  
 測定位置 : 右図参照



試験体 C (KHCM2)  
780N-590N

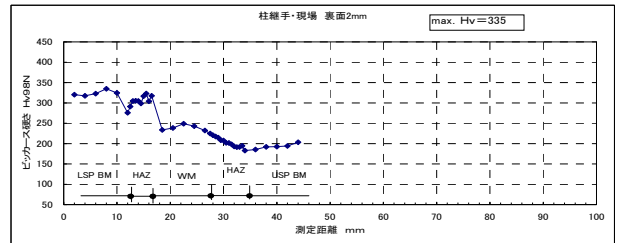
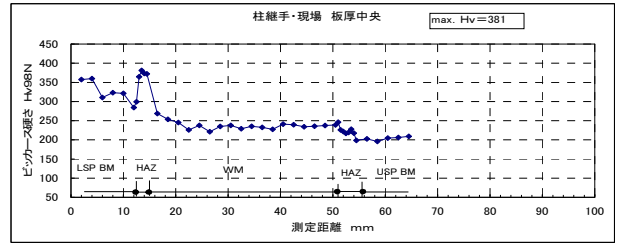
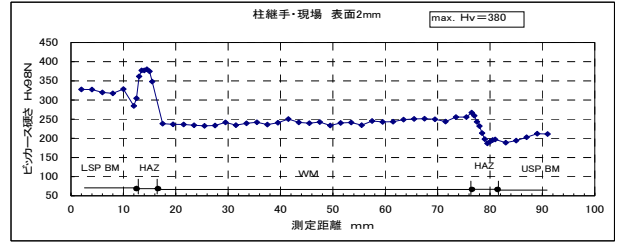
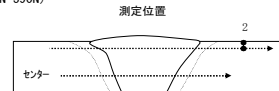


図 ビッカース硬さ分布 (KHCM2・780N-590N)

荷重 : 98N  
 ピッチ : BM 2.0 mm  
 : HAZ 0.5 mm  
 : WM 2.0 mm  
 測定位置 : 右図参照



試験体 D (KHDM2)  
全GMAW

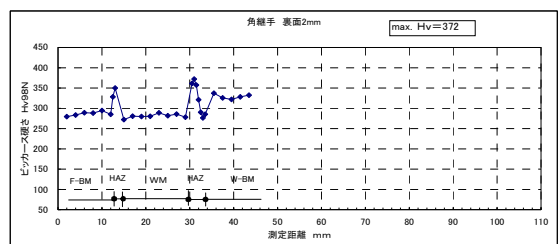
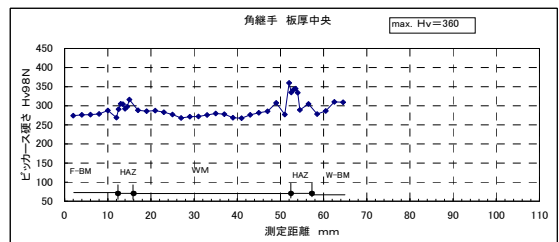
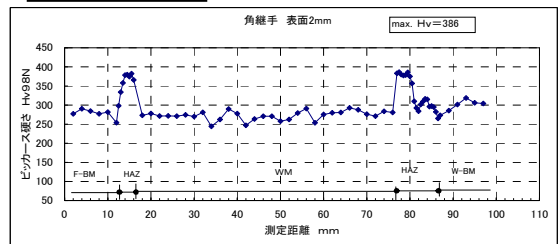


図 ビッカース硬さ分布 (KHDM2・GMAW・780N-780N)

図-8 ビッカース硬さ試験結果 (KHCM1, KHCM2, KHDM1, KHDM2)