

極厚TMCP鋼の母材特性および溶接性の研究(その3)

Base Metal and Welding Characteristics of Extremely Thick TMCP Steel (Part3)

中野 秀二* 田中 一男** 大月 真一***
Shuuji NAKANO Kazuo TANAKA Shinichi OHTSUKI

Summary

TCMP (thermo-mechanical control process) steel, which possesses high strength and cold toughness along with good weldability, has come to be used often to meet the increasing need for strong, thick materials arising from greater demand for multistory buildings.

Following reports on SM50B which appeared in Parts 1 and 2 of this study, Part 3 presents the results of tests conducted on the base metal and welding characteristics of SM53B (SM526B) TMCP steel and makes comparisons with conventional steel.

1. まえがき

すでに二回にわたり、極厚のSM50B-TMCP鋼 (t=40mm、t=50mm、t=80mmおよびt=90mm) の母材特性および溶接性について、「これ等の鋼材を建築鉄骨に使用するにあたり特に問題のないこと」を報告した。

最近、橋梁においては従来よりごく一般的に用いられているSM53B鋼も、建築鉄骨用鋼材としてTMCP鋼で製造され広く用いられている。

そこで、SM53B-TMCP鋼 (t=45mm) を用いて母材試験およびエレクトロスラグ溶接、二電極サブマージアーク溶接、炭酸ガス自動溶接による各種施工試験を実施した。

また、従来鋼との相違を明確にするため、板厚36mmのSM53Bを用いてその母材特性および一部溶接特性の試験を実施した。

これ等の試験結果についてここで報告する。

2. 供試材料

今回使用したSM53B-TMCP鋼 (t=45mm) およびSM53B-従来鋼 (t=36mm) は、いずれも新日本製鐵株式会社製の鋼材である。その鋼材検査証明書の数値と化学成分の製品分析結果を表-1に示す。溶接材料は、表-2に示すごとくSM50用のものを使用した。

表-1 供試鋼材のミルシートの値と化学成分分析結果

鋼種		化学成分 (Wt%)						機械的性質					メーカー
		C	Si	Mn	P	S	Ceq %	衝撃値 kgf·m	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %	降伏比 %	
45mm (SM53B) TMCP鋼	ミルシート	0.16	0.29	1.35	0.017	0.002	0.40	20.8	49	64	26	77	新日鉄 (君津)
	t/4分析	0.16	0.29	1.35	0.016	0.001	0.40	—	—	—	—	—	
36mm (SM53B) 従来鋼	ミルシート	0.15	0.33	1.43	0.016	0.002	0.42	24.7	41	54	33	76	新日鉄 (名古屋) 備考 V=0.04
	t/4分析	0.16	0.32	1.46	0.017	0.002	0.43	—	—	—	—	—	
50mm (SM50B) TMCP鋼	ミルシート	0.12	0.23	1.30	0.007	0.002	0.35	35.0	38	52	28	73	新日鉄 (君津)
	t/4分析	0.11	0.24	1.32	0.007	0.002	0.35	—	—	—	—	—	
40mm (SM50B) TMCP鋼	ミルシート	0.13	0.19	1.10	0.009	0.002	0.33	27.0	39	56	26	70	住友金属
	t/4分析	0.13	0.19	1.10	0.008	0.001	0.33	—	—	—	—	—	

* 松本工場製造部生産技術課課長代理

*** 松本工場製造部生産技術課

** 松本工場製造部長

表-2 溶接材料及び溶接条件

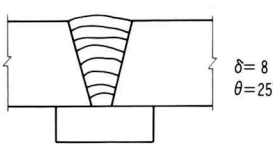
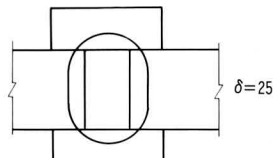
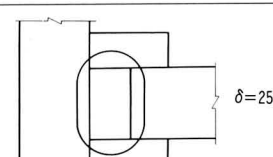
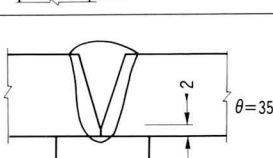
溶接方法	溶接材料		TMCP鋼 45mm					従来鋼 36mm					積層形状
	規格	銘柄	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/分)	姿勢	1パス最大入熱 (KJ/cm)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/分)	姿勢	1パス最大入熱 (KJ/cm)	
炭酸ガス自動溶接	JIS Z3312 YGW11	MG-1 1.6φ (神鋼) CO ₂ 100%	①380	38	22	F	KJ/cm 39	①380	38	22	F	KJ/cm 39	 δ=8 θ=25°
			②400	39	21	F	45	②400	39	21	F	45	
			③430	40	20	F	65	③430	40	20	F	57	
			④		16			④		18			
エレスラ溶接 (平型)	JIS Z3312 YGW17	YM-55A1.6φ YF-15 (日溶工)	380	52	2.1	V	565	380	52	2.4	V	494	 δ=25
エレスラ溶接 (十字)	同上	同上	//	//	//	//	//	//	//	//	//	 δ=25	
タンデムサブマージ溶接	JIS Z3183 S502-H	Y-A 6.4φ NSH-52 (日溶工)	1 850 1 300	38 48	20	F	398	1 650 1 200	36 45	30	F	227	 θ=35°

表-3 母材試験一覧表

種類	方向	試験片採取部位	数量	試験片形状
引張試験	L	板厚断面	3	JIS Z 2201 1号
		丸棒表層下 2mm 14φ	3	// 14号
		丸棒 t/2 14φ	3	// 14号
	C	板厚断面	3	JIS Z 2201 1号
		丸棒表層下 2mm 14φ	3	// 14号
		丸棒 t/2 14φ	3	// 14号
Z	丸棒 10φ	3	WES 1106	
衝撃試験 *1	L	表層下 2mm	1	JIS Z 2202 4号
		t/2	1	//
	C	表層下 2mm	1	//
		t/2	1	//
	Z	t/2	1	//
	硬 さ	L	Z	1
C		Z	1	//
側 曲	L	板厚	1	JIS Z 3122 3号
	C	板厚	1	//
ミク口織	L	表層下 1/4t 1/2t	1	
	C	// // //	1	

*1: 試験温度 0℃

3. 試験の種類および方法

TMCP鋼 (t=45mm) および従来鋼 (t=36mm) の母材試験は、表-3 母材試験一覧表に示すように、ロール方向・ロール直角方向および板厚方向について実施した。

溶接特性を確認するための溶接試験方法を表-4 溶接試験一覧表に示した。この試験のうち、溶接熱影響部の最高硬さ試験 (JIS Z3101) および斜め y 形溶接われ試験 (JIS Z3158) については、TMCP鋼との比較のために従来鋼 (t=36mm) についても実施した。

溶接試験については、炭酸ガス自動溶接試験体の試験片採取要領の例を図-1 に示した。採取試験片は、マクロ試験、継手全断面引張試験および各種部位の衝撃試験等の他に、熱影響部の軟化の影響を確認するため、図-2 継手丸棒試験片の採取要領に示したように、JIS Z3111 (溶着金属の引張試験方法) のA1号試験片に準拠した試験片を採取した。形状は直径(D)12.5mm、平行部の長さ(P)は、両側の熱影響部の中心より30mm母材側までとし、熱影響部の軟化域が試験片平行部に入るように考慮した。

表-4 溶接試験一覧表

45mm：TMCP鋼 36mm：従来鋼

溶接方法		炭酸ガス自動溶接	エレスラ溶接(平型)	エレスラ溶接(十字) ^{※2}	タンデムサブマージ溶接	
試験体形状						
マクロ・硬さ	JIS G 0553 JIS Z 3101	1	1	1	1	
継手引張	JIS Z 3120	2	2	2	2	
十字引張	JASS 6 (付則3)	—	—	2	—	
丸棒引張	表層下2mm	JIS Z 3111	3	3	—	
	t/2	JIS Z 3111	3	3	—	
衝撃試験	Depo	表層下2mm	JIS Z 3111	1	1	
		t/2	//	1	1	1
	Bond	表層下2mm	//	1	1	※1
		t/2	//	1	1	※1
	HAZ	表層下2mm	//	1	1	※1
		t/2	//	1	1	※1
側曲	JIS Z 3122	2	2	—	2	
十字曲	JASS 6 (付則3)	—	—	2	—	
全溶着金属引張り	JIS Z 3111	2	2	—	2	
斜めY形溶接われ	JIS Z 3158	試験温度 RT、50℃、75℃、100℃ 各1体				
最高硬さ	JIS Z 3101	同上				

※1：ハサミ板部のBond、HAZを示す。
 ※2：エレスラ溶接(十字)はTMCP鋼のみ。

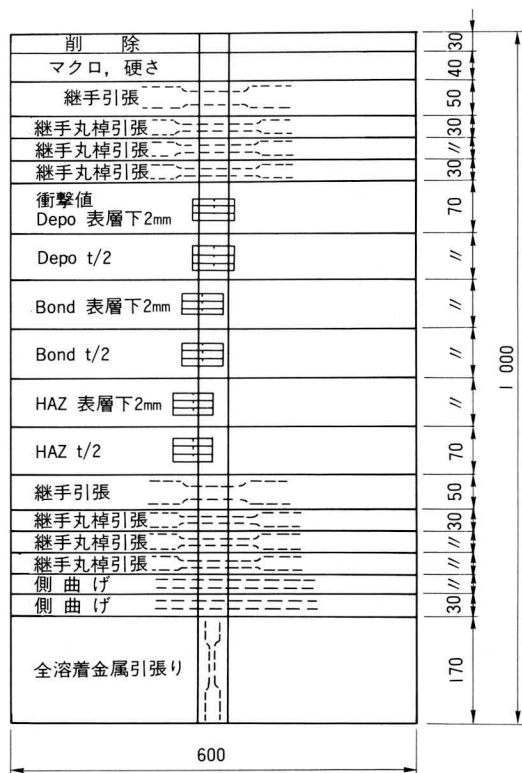


図-1 溶接試験片採取要領
(炭酸ガス自動溶接)

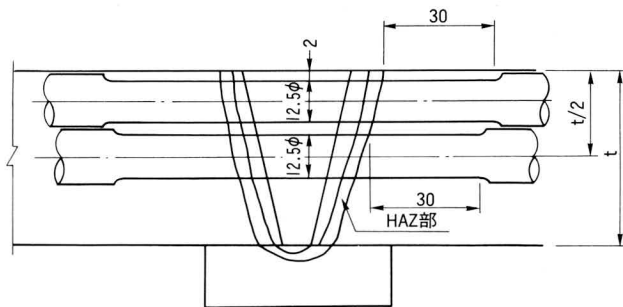


図-2 継手丸棒引張試験片

また、全溶着金属の引張り強さを確認するため、JIS Z 3111（溶着金属の引張試験方法）のA1号試験片を溶着金属の初層側および最終層側の二部位について採取した。

4. 溶接条件

表-2に本試験の溶接材料、開先形状等溶接条件を示す。前報のSM50B-TMCP鋼と異なる点は、炭酸ガス半自動溶接をロボットによる自動溶接とし、使用溶接ワイヤ径を1.2mmφから1.6mmφに変えたこと、二電極サブマージアーク溶接は1パス1ランによる溶接方法としたことである。それ等に伴い、いずれも溶接入熱は増大している。エレクトロスラグ溶接は前回と同様、非消耗式による溶接方法とした。

5. 結果および考察

(1)母材特性

各種の母材試験で確認されたTMCP鋼の特徴について以下に述べる。

① 表-1に化学成分の製品分析結果を示す。従来鋼より炭素当量が低減していることが確認できる。

② 図-3に板厚断面の硬さ分布を示す。硬さ分布は、板厚全体に渡って均一である。また、TMCP鋼は従来鋼

に比べると全体的に20~30 (Hv10) 程度硬さが高目である。これは、今回の供試鋼材の引張り強さが、TMCP鋼は64kgf/mm²、従来鋼は54kgf/mm²であり、強度レベルの相違と良く対応している。したがって、この硬さレベルの相違はTMCP鋼と従来鋼の相違とは結論づけられない。

③ 機械的性質については、表-5a (TMCP鋼)、表-5b (従来鋼)に示し、図-4に荷重~伸び曲線の一例を示す。

- ・引張り強度特性は、いずれも良好な値であり、ロール方向・ロール直角方向による差異も見られない。また、板厚方向の引張り試験の絞り値も70%を越え非常に良い結果である。TMCP鋼の場合、表層下の引張り強さが1/2t部位よりやや高い値を示す傾向は、前報のSM50B-TMCP鋼と同様である。

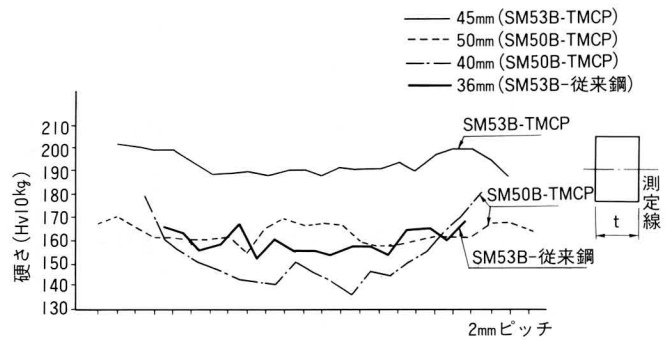


図-3 母材板厚方向硬さ分布

表-5a 母材試験結果 (TMCP鋼)

試験の種類	採取部位	方向	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	降伏比 %	伸 び %	絞 り %
引張試験	全 厚	L	49.1	64.0	77	24	—
		C	47.8	62.1	77	28	—
	丸 棒 表層下 2mm	L	49.5	65.5	76	25	74
		C	48.6	64.3	76	28	79
	丸 棒 t/2	L	47.3	63.7	74	26	75
		C	47.3	63.5	74	26	78
丸 棒	Z	47.5	62.8	76	20	72	
衝撃試験	表層下 2mm	L	25.7 kgf·m		試験温度 0℃		
		C	23.6				
	t/2	L	22.4				
		C	18.3				
	t/2	Z	8.0				
		側 曲	全 厚	良好			
C	良好						

表-5b 母材試験結果 (従来鋼)

試験の種類	採取部位	方向	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	降伏比 %	伸 び %	絞 り %
引張試験	全 厚	L	39.1	53.4	73	34	—
		C	39.7	53.3	74	33	—
	丸 棒 表層下 2mm	L	37.8	53.4	71	35	80
		C	41.0	53.9	76	32	77
	丸 棒 t/2	L	39.3	54.4	72	33	77
		C	38.6	54.0	71	21	76
丸 棒	Z	38.5	54.2	71	28	74	
衝撃試験	表層下 2mm	L	27.0 kgf·m		試験温度 0℃		
		C	22.7				
	t/2	L	28.9				
		C	26.2				
	t/2	Z	10.5				
		側 曲	全 厚	良好			
C	良好						

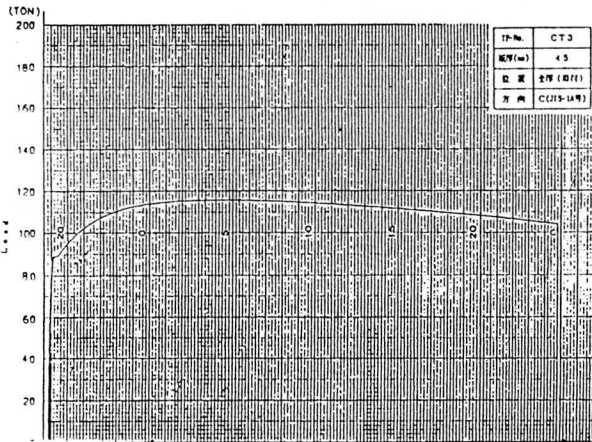


図-4 荷重～伸び曲線(TMCP鋼)

- ・母材衝撃試験結果は、JIS規定値の無い板厚方向でやや低下する傾向にあるが、いずれの方向においても良好な結果と言える。
- ・側曲げ試験はいずれも良好な結果である。

④ 板厚断面のマイクロ組織を従来鋼と比較して写真-1に示す。従来鋼に比べ、組織がより微細化され、板厚断面方向にも均一で良好な結果である。

以上SM53B-TMCP鋼の母材特性について、従来鋼およびSM50B-TMCP鋼と比較しながら試験結果をまとめた。その結果、炭素当量・板厚断面のマイクロ組織等にSM53B-従来鋼との相違が見られるが、これはTMCP鋼の製法から当然と考えられる。また、前述したように板厚断面の硬さ分布の相違については、同程度の強度レベルの供試鋼材により試験を実施し確認する必要があると思われる。

引張り、衝撃および曲げ試験等の結果はいずれもJIS規定値を満足しており、いずれの方向にも異方性が無いことが確認できた。

(2) 溶接特性

各種の破壊試験に先立って実施した超音波探傷試験はいずれの試験体も良好な結果であった。以下に各種の溶接試験で確認された事柄について述べる。

① 斜めy形溶接われ試験の結果を表-6に示す。従来鋼は室温(20℃)で断面われが発生しているが、TMCP鋼の場合、いずれの試験温度でもわれは発生せず、溶接性が改善されていることを確認できた。

② 最高硬さ試験の結果を図-5に示す。手溶接、炭酸ガス半自動溶接いずれの場合も、TMCP鋼は従来鋼より最高硬さの値が低い。また、われを生じない基準値Hvmax=

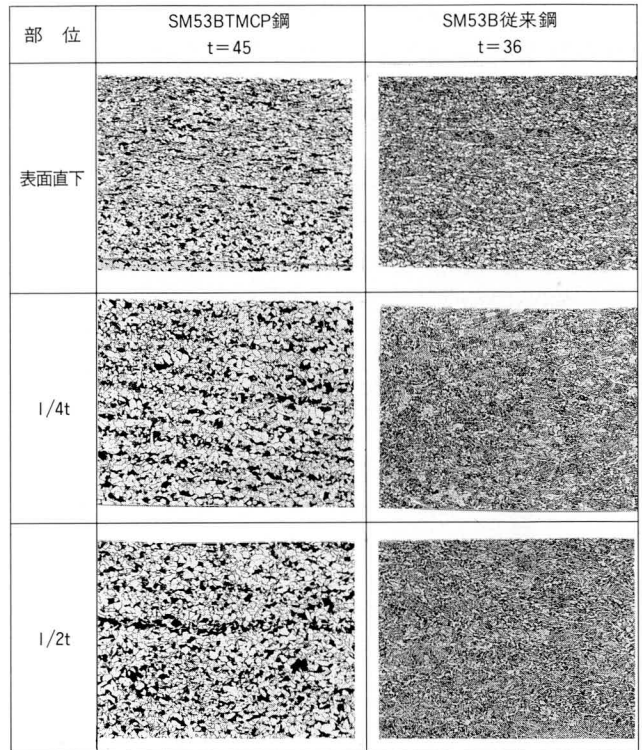


写真-1 母材板厚断面ミクロ(×100)

表-6 斜めy形溶接われ試験結果

試験温度(℃)	断面われ率(%)	
	TMCP鋼	従来鋼
RT	0	43
50	0	0
75	0	0
100	0	0

RT: 20℃

溶接条件: 炭酸ガス半自動溶接
YM-26 1.2φ、280A、32V

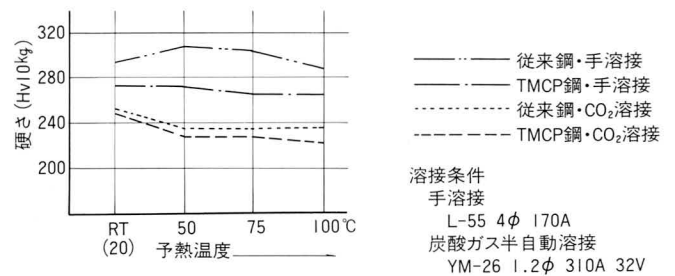


図-5 最高硬さ試験結果

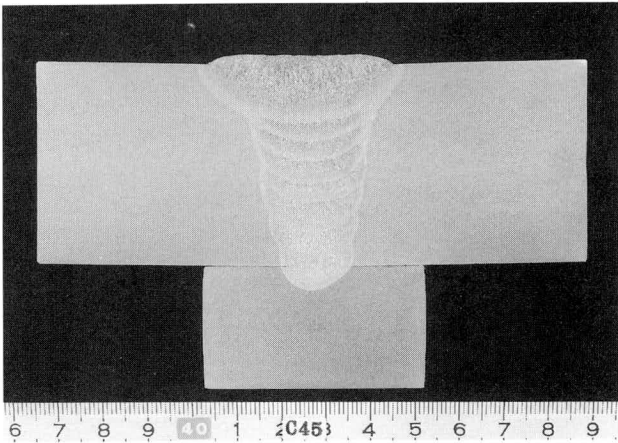


写真-2(a) 炭酸ガス自動溶接

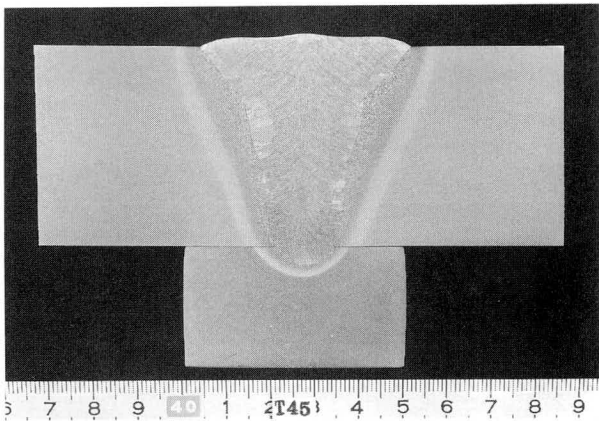


写真-2(b) タンデムサブマージ溶接

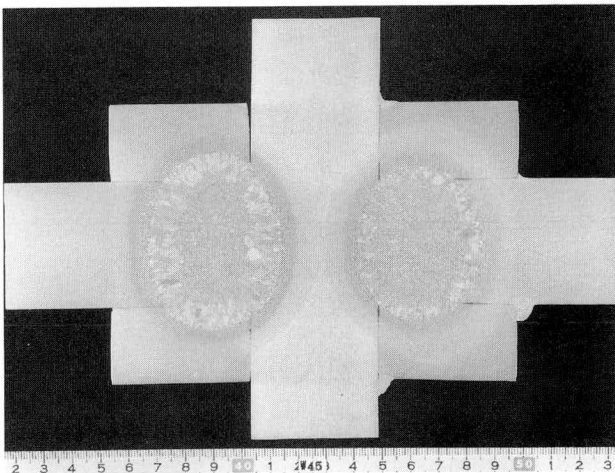


写真-2(c) エレクトロスラグ溶接(十字型)

写真-2 溶接継手部のマクロ写真

350 (鉄骨工事技術指針・工場製作編：日本建築学会)を十分下回りまったく問題ない。

上述の斜めy形溶接われ試験および、最高硬さ試験の結果より今回の供試鋼材SM53B-TMCP鋼 (t=45mm)では、室温20℃においては、予熱なしでも溶接施工が可能である。

③ 継手部のマクロ試験を写真-2a, 2b, 2cに示す。いずれも良好な結果である。

④ 溶接継手部の硬さ分布図のうち、TMCP鋼と従来鋼の炭酸ガス自動溶接およびタンデムサブマージ溶接、TMCP鋼のエレスラ溶接の表面下2mmの例を図-6a~6eに示す。

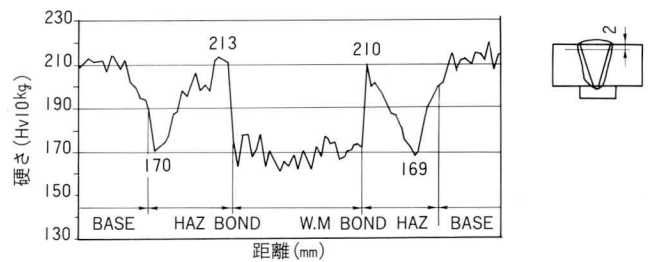


図-6a 炭酸ガス自動溶接表面下2mm硬さ分布図 (TMCP鋼 SM53B t=45mm)

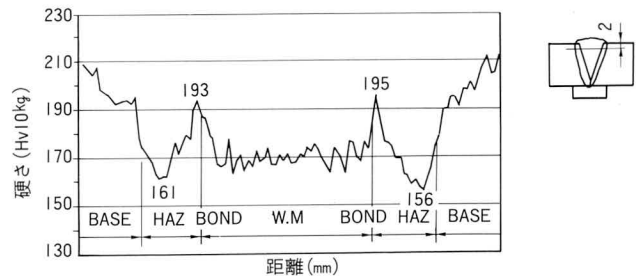


図-6b タンデムサブマージ溶接表面下2mm硬さ分布図 (TMCP鋼 SM53B t=45mm)

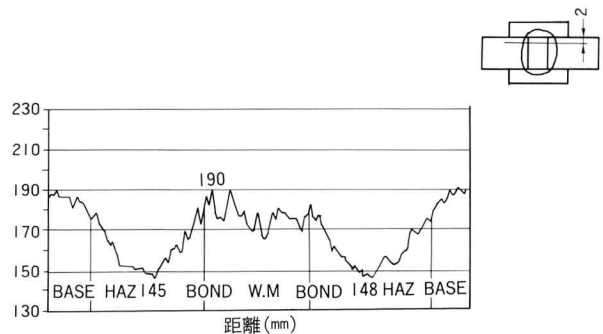


図-6c エレスラ溶接表面下2mm硬さ分布図 (TMCP鋼 SM53B t=45mm)

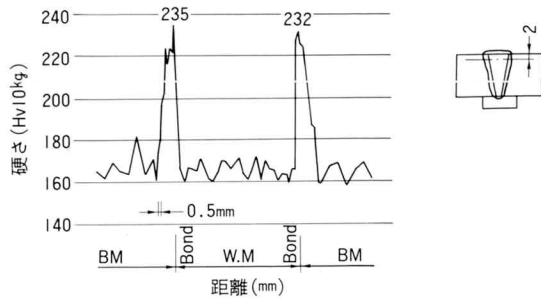


図-6d 炭酸ガス自動溶接表面下2mm硬さ分布図
(従来鋼 SM53B t=36mm)

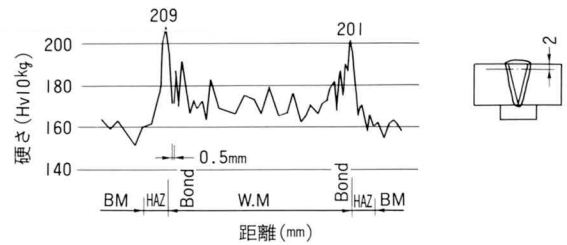


図-6e タンデムサブマージ溶接表面下2mm硬さ分布図
(従来鋼 SM53B t=36mm)

表-7a 継手丸棒引張試験結果およびHAZ HV_{min}、入熱量
(SM53B t=45mm TMCP鋼)

種類	継手丸棒引張り				HAZ HV _{min}	1パス入熱 KJ/cm
	部位	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	破断位置		
炭酸ガス自動溶接	表面	43.4	53.0	Depo	169	65
	//	—	54.0	Depo	//	
	//	43.4	54.2	Depo	//	
	1/2 t	43.6	55.0	Depo	172	
	//	42.5	55.2	Depo	//	
	//	42.1	55.0	Depo	//	
エレスラ溶接 (平型)	表面	—	56.6	HAZ	145	565
	//	38.9	55.7	HAZ	//	
	//	39.4	55.9	HAZ	//	
	1/2 t	—	58.0	HAZ	146	
	//	37.6	55.4	HAZ	//	
	//	37.2	55.8	HAZ	//	
タンデムサブマージ溶接	表面	—	55.2	Depo	156	398
	//	—	55.3	Depo	//	
	//	—	56.2	Depo	//	
	1/2 t	—	54.2	Depo	148	
	//	—	54.8	Depo	//	
	//	—	54.7	Depo	//	

表-7b 継手丸棒引張試験結果およびHAZ HV_{min}、入熱量
(SM53B t=36mm 従来鋼)

種類	継手丸棒引張り				HAZ HV _{min}	1パス入熱 KJ/cm
	部位	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	破断位置		
炭酸ガス自動溶接	表面	38.7	53.4	Depo	159	57
	1/2 t	37.7	55.0	Depo	160	
タンデムサブマージ溶接	表面	—	55.3	HAZ	151	227
	1/2 t	41.1	54.8	Depo	150	
エレスラ溶接 (平型)	表面	39.8	54.3	HAZ	136	494
	1/2 t	39.0	55.3	HAZ	143	

表-7c 継手丸棒引張試験結果およびHAZ HV_{min}、入熱量
(SM50B t=40mm t=50mm TMCP鋼)

種類	板厚 mm	継手丸棒引張り				HAZ HV _{min}	1パス入熱 KJ/cm
		部位	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	破断位置		
炭酸ガス半自動溶接	40	表面	41	50	HAZ	150	46
		1/2 t	33	49	HAZ	130	
	50	表面	39	52	BM	160	46
		1/2 t	41	55	BM	165	
エレスラ溶接 (平型)	40	表面	33	48	HAZ	140	515
		1/2 t	35	47	HAZ	130	
	50	表面	32	50	HAZ	140	593
		1/2 t	33	51	HAZ	145	
タンデムサブマージ溶接	40	表面	35	49	HAZ	130	209
		1/2 t	34	47	HAZ	120	
	50	表面	41	53	HAZ	160	291
		1/2 t	36	51	HAZ	150	

(参考：宮地技報 No.6 1990)

分布図よりボンド部の最高硬さの値は、いずれの溶接の場合もTMCP鋼は従来鋼に比べ10~20 (Hv(10))低い値であり、TMCP鋼の有利性が確認できる。

また、TMCP鋼の熱影響部の最小値は、炭酸ガス自動溶接では、HV_{min}=169
タンデムサブマージ溶接では、HV_{min}=156
エレスラ溶接では、HV_{min}=145
であり、溶接入熱量の増大に伴って低下する傾向にあるものの、著しい軟化は発生していない。

⑤ 継手丸棒引張り試験の結果を表-7a, 7bに示す。引張り強さは、いずれもSM53Bの母材規格値を満足している。前報のSM50B-TMCP鋼では、板厚40mmの一部に母材規格値を若干下回るものがあつたが(表-7c参照)、それ等にくらべ良好な結果と言える。

⑥ 溶接継手部全断面引張り試験の引張り強さは、表-8a、8bに示すごとく、破断位置にかかわらずいずれも母材規格値を満足している。

⑦ 全溶着金属引張り試験は、図-7に示した要領で溶着金属部の初層側および最終層側で採取した。引張り強さの結果は表-9a、9bに示すごとく、いずれもSM53Bの母材規格値を満足している。したがって、溶接継手部全断面引張り試験の結果とも合わせて考えると、SM53B-TMCP鋼にSM50用の溶接材料を用いて溶接できることが確認できる。

⑧ 溶接継手部の各種部位の衝撃試験の結果を表-10a、10bに示す。エレクトロスラグ溶接のポンド部およびDepo部で低い傾向が見られ、従来鋼のDepo部において母材規格値を下回った。その他はいずれも良好な結果である。

以上SM53B-TMCP鋼の溶接特性についてまとめて述べた。その結果、今回の試験板厚では、室温20℃程度であれば溶接施工における予熱はとくに実施しなくても良いと考えられる。しかし、さらに板厚が厚い場合、あるいは室温がもっと低い場合における施工条件については、確認が必要であると思われる。

表-8a 溶接継手全断面引張試験結果
(SM53B t=45mmTMCP鋼)

種類	引張強さ kgf/mm ²	破断位置	
炭酸ガス自動溶接	58.4	Depo	
	58.4	Depo	
エレスラ溶接(平型)	57.6	HAZ	
	57.9	HAZ	
エレスラ溶接 (十字)	十字型試験片	58.7	側板HAZ
		58.5	側板HAZ
	平型試験片	57.1	側板HAZ
		57.5	ハサミ板
タンデムサブマージ溶接	55.4	Depo	
	55.3	Depo	

表-8b 溶接継手全断面引張試験結果
(SM53B t=36mm従来鋼)

種類	引張強さ kgf/mm ²	破断位置
炭酸ガス自動溶接	55.8	Depo
	56.2	Depo
タンデムサブマージ溶接	55.9	Depo
	55.1	Depo
エレスラ溶接(平型)	54.8	HAZ
	54.9	HAZ

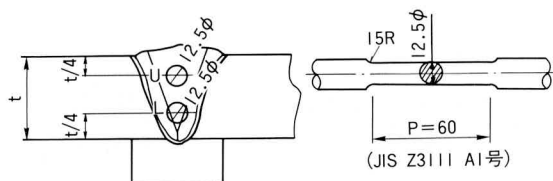


図-7 全溶着金属引張試験要領

表-9a 全溶着金属引張試験結果
(SM53B t=45mmTMCP鋼)

種類	採取部位	断面	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %	絞り %
炭酸ガス自動溶接	U	12.5φ	41.3	53.7	28.5	71
	L	12.5φ	43.2	53.9	27.3	73
エレスラ溶接 (平型)	U	12.5φ	—	57.6	23.7	75
	L	12.5φ	—	58.0	25.5	74
タンデムサブ マージ溶接	U	12.5φ	46.4	54.4	28.0	76
	L	12.5φ	38.9	53.2	31.0	72

表-9b 全溶着金属引張試験結果
(SM53B t=36mm従来鋼)

種類	採取部位	断面	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %	絞り %
炭酸ガス自動溶接	U	12.5φ	42.4	53.4	34.8	75
	L	12.5φ	48.3	57.3	30.0	70
タンデムサブ マージ溶接	U	12.5φ	39.9	53.9	30.4	70
	L	12.5φ	42.4	55.2	29.0	68
エレスラ溶接 (平型)	U	12.5φ	—	56.4	20.8	41
	L	12.5φ	—	56.0	26.0	46

表-10a 溶接継手衝撃試験結果
(SM53B t=45mmTMCP鋼)

溶接方法	板厚位置	ノッチ位置	吸収エネルギー (kgf·m)
炭酸ガス自動溶接	表面下	Depo	8.5
		Bond	8.2
		HAZ	13.3
	t/2	Depo	6.9
		Bond	12.4
		HAZ	29.6
タンデムサブマージ溶接	表面下	Depo	9.9
		Bond	8.2
		HAZ	7.1
	t/2	Depo	12.5
		Bond	9.5
		HAZ	5.6
エレスラ溶接(平型)	表面下	Depo	2.8
		Bond	3.9
		HAZ	24.8
	t/2	Depo	2.8
		Bond	2.8
		HAZ	27.8
エレスラ溶接(十字)	表面下	Depo	3.6
		Bond *	4.6
		HAZ *	26.5
	t/2	Depo	4.7
		Bond *	3.7
		HAZ *	25.8

* : Z方向試験片

また、溶接入熱による継手ボンド部の硬化の程度は従来鋼に比べ少ない。一方、今回の試験においては、溶接熱影響部の軟化も、特に懸念する必要はなかった。

大入熱溶接、とりわけエレクトロスラグ溶接のDepo部の衝撃値に改善が見られた。

また、使用する溶接材料については、SM50用のもので、引張り強度をはじめとする、各種の機械的性能は十分満足するものであることが確認できた。

6. まとめ

今回の母材試験および各種溶接施工試験の結果より、SM53B-TMCP鋼は、建築鉄骨用鋼材として、良好な特性を有しており、従来鋼に比べ溶接時の予熱の軽減・溶接継手ボンド部の硬化の軽減等その優位性が明らかになっ

表-10b 溶接継手衝撃試験結果
(SM53B t=36mm従来鋼)

溶接方法	板厚位置	ノッチ位置	吸収エネルギー (kgf·m)
炭酸ガス自動溶接	表面下	Depo	9.2
		Bond	7.4
		HAZ	19.6
	t/2	Depo	6.3
		Bond	15.8
		HAZ	27.6
タンデムサブマージ溶接	表面下	Depo	8.8
		Bond	6.2
		HAZ	10.8
	t/2	Depo	10.0
		Bond	8.0
		HAZ	5.3
エレスラ溶接(平型)	表面下	Depo	1.6
		Bond	4.7
		HAZ	15.2
	t/2	Depo	1.6
		Bond	6.3
		HAZ	3.3

た。

今後の課題として、SM53B級の鋼板は今回の試験板厚よりさらに極厚鋼板が使用される可能性があり、これらの厚板での試験による確認が必要である。

最後に本研究に当たり、供試鋼材の提供ならびに各種試験実施に御協力を頂いた新日本製鐵株式会社の関係各位に心より御礼申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 田中、中野、大月：極厚TMCP鋼の母材特性および溶接性の研究、宮地技報No.5、1989
- 2) 田中、中野：極厚TMCP鋼の母材特性および溶接性の研究(その2)、宮地技報No.6、1990

1991.11.25受付