

FR鋼の母材特性および溶接性の研究

Studies on Base Metal Characteristics and Weldability of FR Steel by Shinichi Ohtsuki, Akio Narusawa, and Shuji Nakano

大月 真一* 鳴沢 明雄** 中野 秀二***
Shinichi OHTSUKI Akio NARUSAWA Shuji NAKANO

Summary

The frame members of a steel framed structure must be coated with fire-resistant material to protect them from the heat of fire. To minimize the quantity of such coating, FR (fire resistant) steel has been developed. While the strength of conventional steel falls to two-thirds its yield point at room temperature after the steel has been heated to 350°C, the strength of FR steel is greater than two-thirds its yield point at room temperature even when the steel is raised to temperatures as high as 600°C. The authors conducted tests to determine base metal, cutting, welding and other characteristics of FR steel. The results show that FR steel has qualities which resemble those of ordinary steel at room temperatures but at high temperatures demonstrates the intended characteristics, indicating that there are no problems in using it for steel frame members.

1. はじめに

最近、建築構造用耐火鋼材「FR鋼(Fire Resistant steel)」を用いた鉄骨建築物の工事実績が数多く報告されており、今後も更に使用されていくものと思われる。

鉄骨建築物は、火災時の熱により鋼材強度が下がり耐力低下が生じることから、耐火被覆により鉄骨を保護することが建築基準法により定められている。

FR鋼は、一般鋼と比較して優れた高温特性を有し、耐火被覆の軽減および無被覆が可能とされている。

当社でも、FR鋼を使用した鉄骨の加工に携わることが考えられるので、実施工に先立ち、FR鋼の母材特性、溶接性、切断性の確認試験を行った。

本報では、これらの試験結果について報告する。

2. FR鋼とは

FR鋼は、一般鋼にMo、Nb等の合金元素を添加して高温耐力を向上させた鋼材である。

図-1に示すように、鋼材の耐力(降伏点)は高温になるにつれ低下する性質がある。このため建築基準法では、火災時の鋼材の許容温度を350°Cとし、この温度以下となるように耐火被覆を施すことが義務付けられている。

「350°C以下」とは、一般鋼の高温時降伏点が350°C付近では常温時降伏点の規格値の2/3にまで減少してし

まい、火災時には構造上必要な長期許容応力度(常温時降伏点の規格値の2/3)を確保できず危険な状態に至ることから定められたものである。

FR鋼は高温時降伏点がこの長期許容応力度を600°Cまで保持することが保証されている。

従来の建築基準法に対し、建設省の総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」において開発された新耐火設計法は、建物用途→火災性状予測→鋼材温度予測→高温時構造設計の手順により耐火被覆厚が決定される。この設計法に対応した鋼材がFR鋼である。

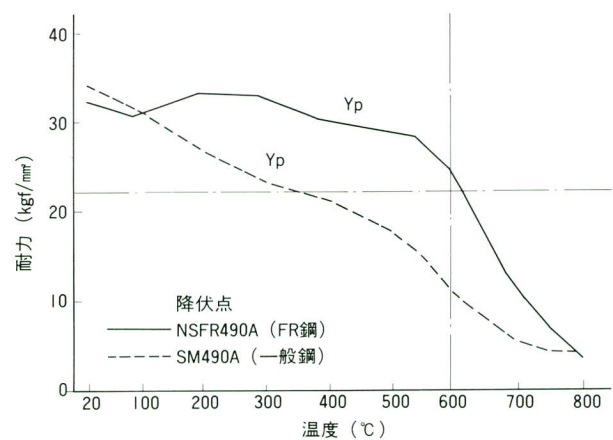


図-1 温度上昇にともなう耐力の変化

* 松本工場製造部生産技術課副主任 *** 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課長

一般鋼を用いた建築物では、火災時に鋼材温度を350℃以下に断熱する耐火被覆が必要であるが、FR鋼を用いた建築物では、600℃まで断熱すれば良く、また鋼材温度が600℃を越えない場合は無被覆が可能である。

FR鋼の特徴はメーカーのカタログによれば次のようになっている。

- ① 図-1 に示すように高温耐力が一般鋼と比較して著しく高い。600℃での降伏点が、常温での規格値の2/3以上を保証している。これは、Mo、Nb等の合金元素を添加することにより達成されている。

FR鋼が600℃付近に加熱されると、Mo、Nb等の

炭化物が析出し、組織が強化されるため高温における耐力低下度が小さくなる。

- ② 常温時は、一般構造用圧延鋼材(JIS G3101)・溶接構造用圧延鋼材(JIS G3106)の規格を満足し地震エネルギーや風荷重に抵抗できる。
③ 一般鋼と同等の施工性を有する(切断、溶接)。

3. 母材特性および溶接性確認試験要領

本試験では、新日本製鐵(株)製のNSFR490B-SM490B(板厚40mm)を供試材とし、母材、溶接継手部、溶着金属部が十分な高温耐力を有し、常温時は一般鋼と同等レベル以上の品質を有することを確認する目的で行った。

表-1 にNSFR490Bの機械的性質の規格、表-2 に母材試験の内容、表-3 に溶接試験の内容、図-2 に溶接試験体形状、試験片採取要領を示す。

表-1 機械的性質(規格値)

降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	シャルピー吸収 エネルギー(J)*1	高温耐力 (N/mm ²)*2
≥315	490~610	≥21	≥27	≥213

*1: 試験温度0℃

*2: 試験温度600℃

表-2 母材試験一覧表

試験の種類	方向	試験片採取部位	数量		試験片形状
			常温	高温	
引張試験	L	板厚断面	3	—	JIS Z 2201 1A号
		丸棒表層下t/4	3	3	常温 JIS Z 2201 10号 高温 JIS G 0567 10φ
		丸棒t/2	3	3	
		丸棒裏面上t/4	3	3	
	C	板厚断面	3	—	JIS Z 2201 1A号
		丸棒表層下t/4	3	3	常温 JIS Z 2201 10号 高温 JIS G 0567 10φ
		丸棒t/2	3	3	
		丸棒裏面上t/4	3	3	
シャルピー衝撃試験 *1	L	表層下2mm	1	—	JIS Z 2202 4号
		t/2	1	—	
	C	表層下2mm	1	—	JIS Z 2202 4号
		t/2	1	—	
硬さ試験	L	板厚方向	1	—	JIS Z 2244
	C	//	1	—	
曲げ試験	L	表曲げ・側曲げ	各1	—	JIS Z 2204
	C	//	各1	—	
マイクロ組織	L	表面・1/2t・1/4t	各1	—	
	C	//	各1	—	
溶接熱影響部の 最高硬さ試験	手溶接: RT、50、75、100、125℃		各1体		JIS Z 3101
	CO2溶接: //		//		
斜めY形溶接 われ試験	手溶接: RT、50、75、100、125℃		各3体		JIS Z 3158
ガス切断試験		直角切りおよび角度切り			WES-2801 目視比較

*1: 試験温度(-60、-40、-20、-10、0、20℃)

4. 母材試験結果

(1) 化学成分分析結果およびマイクロ組織

化学成分分析の結果を表-4にマイクロ組織を写真-1に示す。

溶接性の目安となる炭素当量(Ceq)はやや高目であるが、溶接われ感受性組成(Pcm)は低い値に抑えられている。

炭素当量が高目になるのは、高温耐力を上げるためMo等の合金元素が添加されていることによるものである。しかし、これらの合金元素を加えることによる常温耐力の過大上昇、溶接性低下を、C、Mn量を低く設定することにより改善している。

削 除			
マ ク ロ			30
側 曲 げ			20
表 曲 げ			50
裏 曲 げ			50
全断面引張			50
全断面引張	表t/4 t/2 各2本 裏t/4		180
継手丸棒引張	表t/4 t/2 各2本 裏t/4		180
高 温 引 張			50
成 分 分 析			50
衝 撃 試 験 片	DEPO		70
衝 撃 試 験 片	BOND		70
衝 撃 試 験 片	HAZ		70
削 除			40

600	
-----	--

図-2 試験体形状及び試験片採取要領

表-3 溶接試験一覧表

溶 接 方 法		炭酸ガス半自動溶接	2電極サブマージ溶接	炭酸ガス自動溶接	
試 験 体 形 状					
マ ク ロ ・ 硬 さ	JIS G 0553 JIS Z 3101	1	1	1	
継 手 引 張	JIS Z 3121	2	2	2	
継手丸棒引張 (常温)	表層下2mm	JIS Z 3111	2	2	
	1/2 t	//	2	2	
	裏面上2mm	//	2	2	
衝撃試験	DEPO	上部*1	JIS Z 3111	1	1
		下部*2	//	1	1
	BOND	上部*1	//	1	1
		下部*2	//	1	1
	HAZ	上部*1	//	1	1
		下部*2	//	1	1
曲げ試験	表 曲 げ	JIS Z 3122	1	1	
	裏 曲 げ	//	1	1	
	側 曲 げ	//	1	1	
継手丸棒引張 (高温)	表層下2mm*3	JIS G 0567	2	2	
	1/2 t *3	//	2	2	
	裏面上2mm*3	//	2	2	
全溶着金属引張	常 温	JIS Z 3111	1	1	
	高温*4	JIS G 0567	3	3	

* 1 : 表層下2mm * 2 : 裏層上2mm * 3 : (400℃ : 1本、600℃ : 1本) * 4 : (400℃ : 1本、600℃ : 2本)

表-4 化学成分分析値 (%)

	C	Si	Mn	P	S	Nb	Mo	Ceq	Pcm
* SM490B	≦0.18	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035	—	—	—	—
NSFR490B	≦0.18	≦0.55	≦1.60	≦0.035	≦0.035	—	—	—	—
成分分析結果	0.11	0.25	1.13	0.011	0.002	0.02	0.53	0.45	0.21

* : JIS G 3106-1992

Ceq : 炭素当量 $Ceq = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$ (%)
 Pcm : 溶接割れ感受性組成 $Pcm = C + Mn/20 + Si/30 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B$ (%)

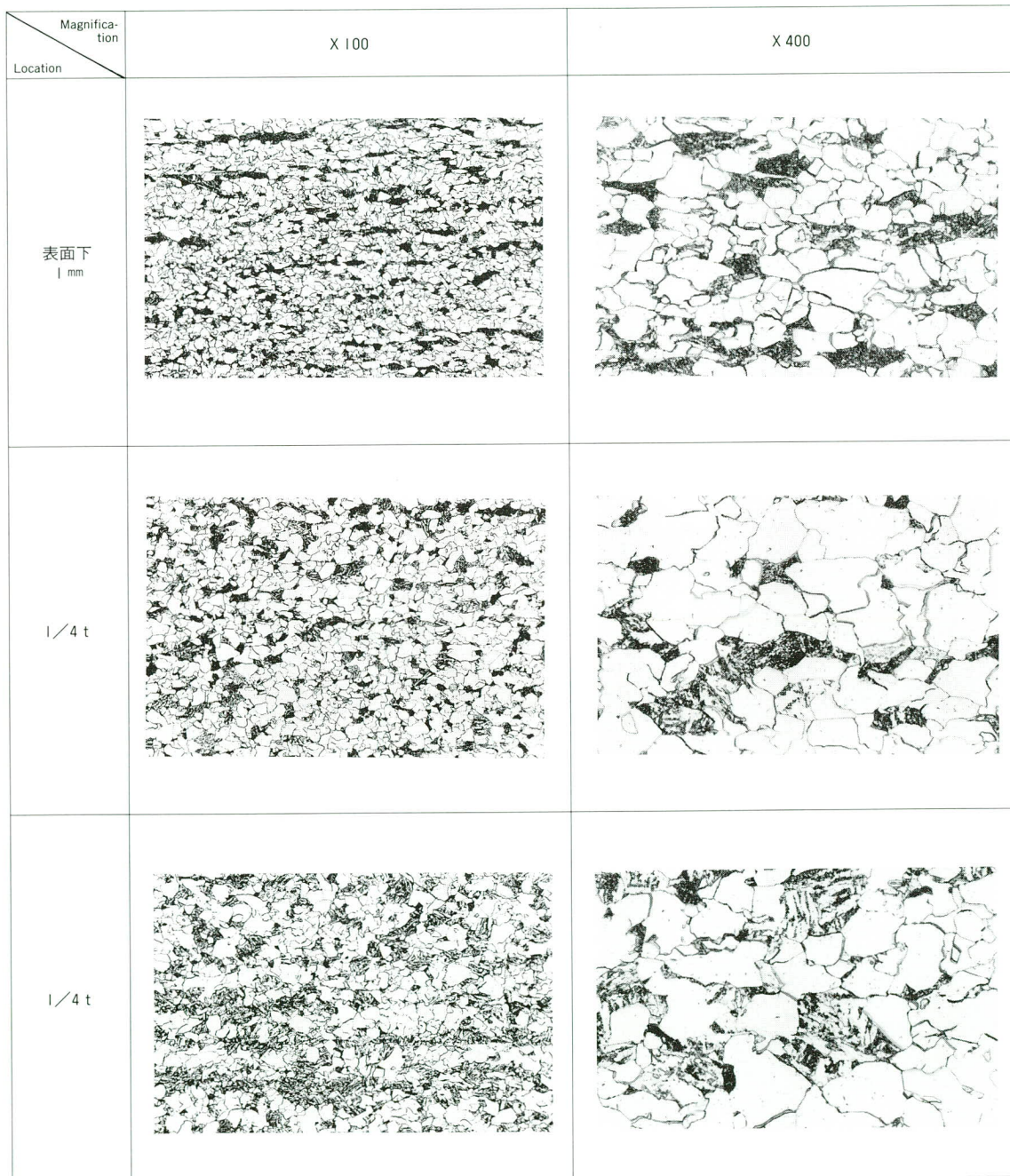


写真-1 ミクロ組織

また、溶接われの指標である溶接われ感受性組成が低いことは、耐われ性に優れ、一般鋼に比べ予熱緩和等の作業性の改善につながるものと考えられる。

(2) 母材常温引張試験および高温引張試験

試験結果を表-5、6に、高温引張荷重-歪曲線を図-3に、高温引張試験状況を写真-2に示す。

常温、高温の強度とも規格を満足するものであった。FR鋼は、600℃での高温耐力が常温時降伏点の2/3以上が要求されているが、ロール方向、ロール直交方向とも良好な値であった。

表-5 母材引張試験

採取方向	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
L	387	565	27
C	389	570	29

試験片 : JIS Z 2201 IA号
試験温度 : 常温 (25℃)

表-6 母材丸棒引張試験 (常温・高温)

採取位置	試験温度 (℃)	方向	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)
表面	25	L	384	566	31	77
		C	368	558	30	77
	400	L	330	538	21	80
		C	325	534	22	80
	600	L	266	337	21	86
		C	247	336	21	87
t/2	25	L	425	588	28	73
		C	448	623	25	71
	400	L	360	579	22	78
		C	386	582	20	77
	600	L	290	356	20	86
		C	301	366	20	85
裏面	25	L	346	557	30	75
		C	357	569	30	74
	400	L	329	533	22	80
		C	341	546	19	77
	600	L	237	334	24	87
		C	243	335	24	83

表面 : 母材表面より1/4 t
裏面 : 母材裏面より1/4 t

図-4に示すとおり常温、高温引張試験においてロール方向、ロール直交方向共に表面及び裏面よりも板厚中央部の降伏点がやや高い値を示している。

これは、硬さ試験と関連した結果である。

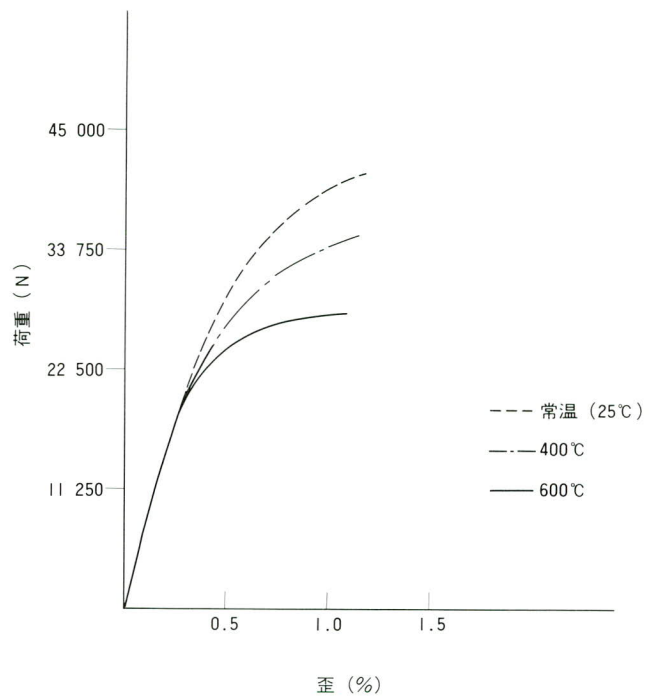


図-3 荷重-歪曲線(母材1/2t)

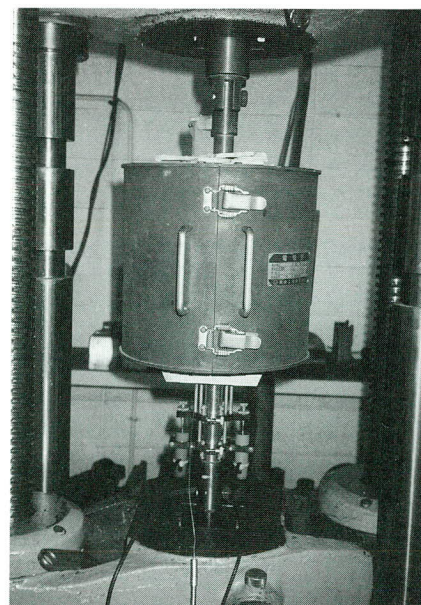


写真-2 高温引張試験状況

(3) 衝撃試験および曲げ試験

試験結果を表-7、図-5に示す。

0℃における吸収エネルギーは、規格値を十分に満足するものであった。

エネルギー遷移温度、破面遷移温度についても良好な

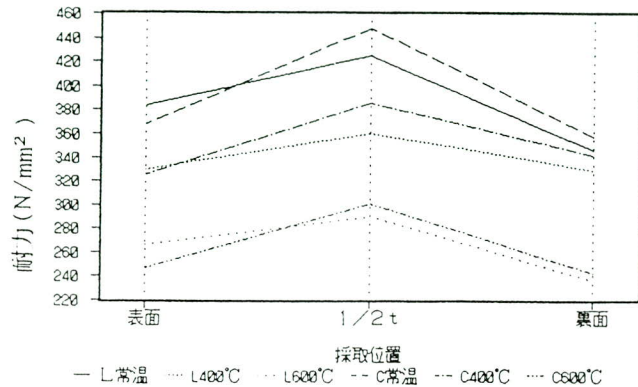


図-4 母材丸棒引張試験片の採取位置別の耐力

表-7 母材衝撃試験

試験温度 (°C)	採取位置	方向	シャルピー吸収エネルギー(J)
-60	表層下 2 mm	L	31
		C	28
	t / 2	L	14
		C	15
-40	表層下 2 mm	L	60
		C	69
	t / 2	L	41
		C	23
-20	表層下 2 mm	M	133
		C	161
	t / 2	L	48
		C	85
-10	表層下 2 mm	L	203
		D	155
	t / 2	L	89
		C	108
0	表層下 2 mm	L	203
		C	183
	t / 2	L	124
		C	106
+20	表層下 2 mm	L	218
		C	203
	t / 2	L	175
		C	212

結果が得られた。

表曲げ、側曲げ試験はいずれも良好であった。

(4) 母材板厚方向硬さ試験

測定結果を図-6に示す。

硬さは板厚方向にほぼ均一な値を示しているが、板厚中心が若干硬くなる傾向にある。

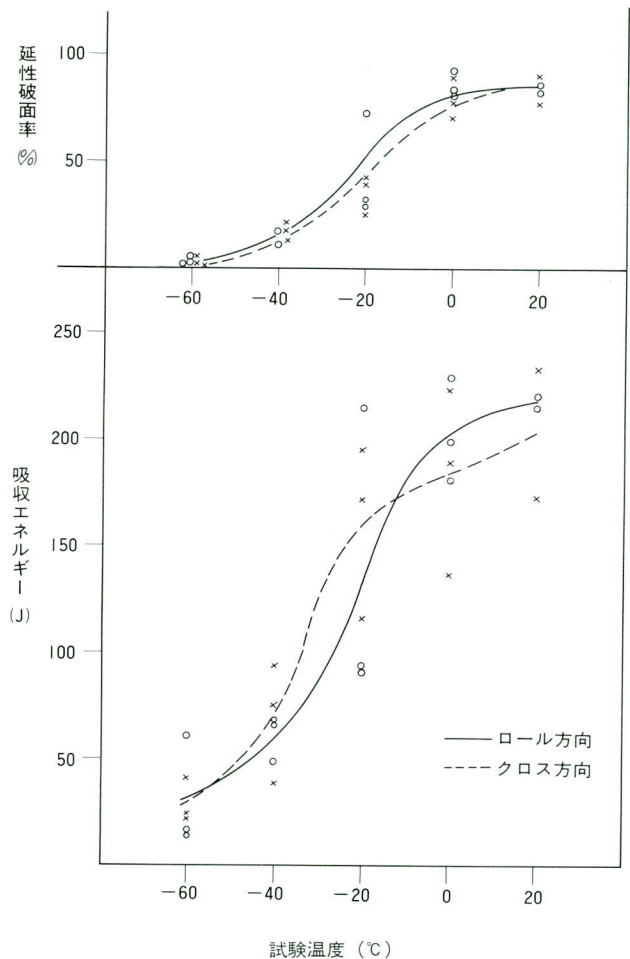


図-5 母材衝撃試験

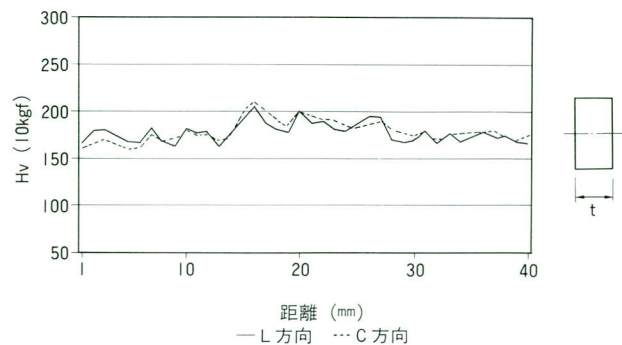
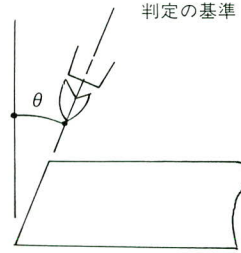


図-6 母材板厚方向硬さ分布

表-8 ガス切断面の品質

切断角度 θ	火口番手	切断速度 (mm/min)	粗度	平面度	スラグ付着	上縁の溶け	総合判定
0	4	280	△	○	○	○	○
	4	320	○	○	○	○	
	4	350	△	△	△	○	
	3	280	△	○	○	○	
	3	320	○	○	○	○	
	3	350	○	○	△	○	
12.5	4	240	○	○	△	○	○
	4	250	○	○	○	○	
	4	270	○	○	○	○	
	4	300	△	○	○	○	
	4	320	×	×	×	×	
	3	250	△	○	△	○	
	3	270	○	○	△	○	
	3	300	○	○	○	○	
	3	320	○	○	○	○	
	17.5	4	240	○	○	○	
4		250	○	○	○	○	
4		270	△	○	△	○	
4		280	△	○	△	○	
3		240	×	×	×	×	
3		250	○	○	○	○	
3		260	○	○	○	○	
3		290	×	×	×	×	
35	4	250	○	○	○	○	○
	4	270	○	○	○	○	
	4	280	○	○	△	○	
	4	300	×	×	×	×	
	3	250	○	○	○	○	
	3	270	○	○	○	○	
	3	280	○	○	△	○	
	3	300	△	○	△	○	
40	4	240	○	○	○	○	○
	4	260	×	×	×	×	
	4	280	△	○	△	○	
	4	300	△	○	△	○	
	3	240	○	○	○	○	
	3	260	△	○	○	○	
	3	280	△	○	○	○	
	3	300	×	×	×	×	

判定の方法：切断試験片の目視による比較



判定の基準：粗度 ○=WES 1級
△=WES 2級
平面度 ○=WES 1級
△=WES 2級
スラグ付着 ○=WES 1級
△=WES 2級
上縁の溶け ○=WES 1級
△=WES 2級

ガスの種類：メチルアセチレン+LPガス
ガス圧：0.8kg/cm²
酸素圧：6.5kg/cm²

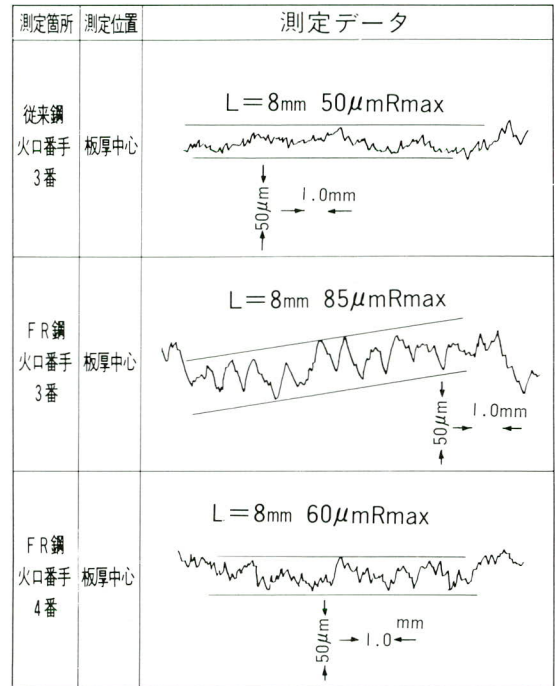


図-7 切断試験片の表面粗さ測定

(5) ガス切断試験

FR鋼には、さきに述べたように高温強度を高めるため合金元素が添加されている。そのために一般鋼と違い切断面の品質確保が難しいとされているので、ガス切断性の確認試験を行った。

火口番手、切断速度を変えて試験を行った結果を表-8に示す。

直角切断の場合の表面粗さを図-7に示す。

ガス切断面の粗さは、4番火口での切断の方が3番火口の場合より滑らかである。

角度切断は直角切断に比べ10~20%程度、切断速度を遅くする必要があり、火口番手で比較すると3番より4番火口の方が切断速度を遅くする必要がある。

一般鋼に比べると、FR鋼は切断面が多少粗くなる傾向にあるが、日本建築学会制定の「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 鉄骨工事」に示されるガス切断面の粗さ規定、開先内200s以下、自由縁端100s以下を十分満足するものであり、加工上全く問題ない。

今回の供試材でもっとも切断面品質の良かった条件は、

- ① 直角切り
火口番手 : No. 4
切断酸素圧 : 6.5kg/cm²
プロパン圧 : 0.8kg/cm²
切断速度 : 320mm/min
- ② 角度切り (40℃)
火口番手 : No. 4

切断酸素圧：6.5kg/cm²
 プロパン圧：0.8kg/cm²
 切断速度：240mm/min

であった。切断面の一例を写真-3に示す。

今回の供試材は40mmであったが、実施工におけるこれ以外の板厚については、切断条件は当然異なるので今後さらに検討が必要である。

(6) 溶接熱影響部の最高硬さ試験

試験結果を図-8に示す。

手溶接と炭酸ガス半自動溶接において予熱温度5種類について試験を行った。最高硬さHVは350以下で手溶接の硬さが炭酸ガス溶接を上回るのは一般鋼と同様であるが、値は低くなる傾向にある。

(7) 斜めY形溶接われ試験

試験結果を図-9に示す。室温でもわれを生じなく一般鋼に比較してかなり溶接性が向上している。

成分分析の項において述べたように、溶接われ感受性組成が低く抑えられているためと思われる。

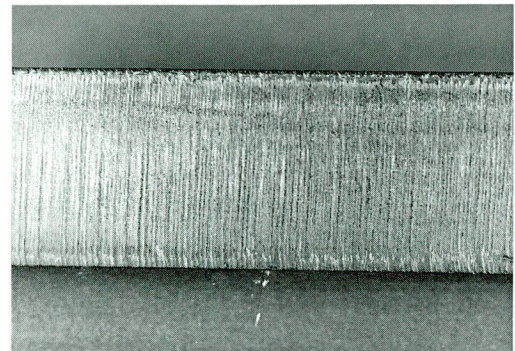


写真-3 ガス切断面の状況

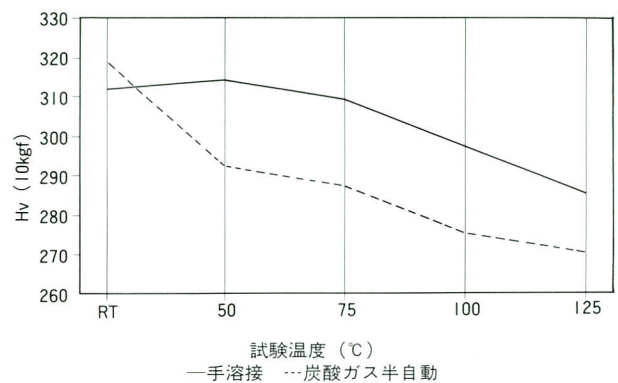


図-8 溶接熱影響部の最高硬さ

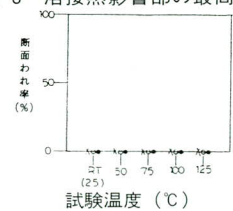


図-9 斜めY形溶接われ試験

5. 溶接試験結果

(1) 溶接条件

溶接条件を表-9に示す。

表-9 溶接条件

溶接方法	溶接材料		電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	姿勢	開先形状
	銘柄	JIS規格					
炭酸ガス半自動溶接継手試験	YM-50FR 1.2φ CO2 100%	JIS Z 3312 YGW14 該当	280	32	15	F	
			340	38	25		
2電極サブマージ溶接継手試験	Y-DLFR 6.4φ NB-52FRS	JIS Z 3183 S502H 該当	1200 1900	38 48	23 25	F	
炭酸ガス自動溶接継手試験	YM-50FR 1.6φ CO2 100%	JIS Z 3312 YGW14 該当	380 420	36 39	10 25	F	
溶接熱影響部最高硬さ試験	L-50FR 4φ	JIS Z 3212 D5016 該当	170	-	15	F	
	YM-50FR 1.2φ	JIS Z 3312 YGW14 該当	270	28	15	F	
斜めY形溶接われ試験	L-50FR 4φ	JIS Z 3212 D5016 該当	170	-	-	F	

前述の、斜めY形溶接われ試験で、供試材は室温でもわれを生じない結果が得られたので、今回の試験では予熱を行っていない。

(2) 非破壊検査

機械試験に先立ち、建築学会規準により超音波探傷試験を行い、各試験体に欠陥のないことを確認した。

(3) マクロ試験および曲げ試験

継手部のマクロ試験はいずれも良好であった。

写真-4に2電極サブマージアーク溶接継手部のマクロを示す。

曲げ試験は、表・裏・側曲げ試験片いずれも欠陥は無く、曲げ性能は良好であった。

写真-5に炭酸ガス自動溶接の側曲げ試験片を示す。

(4) 溶接継手と全溶着金属の常温引張試験および高温引張試験

高温引張試験については、母材特性試験と同様400℃、600℃で行った。

試験結果を表-10、11、12に、引張試験片を写真-6に示す。

継手部高温引張試験は、母材規格を満足するものであ

り耐力は常温時降伏点の2/3以上が確保されている。

全溶着金属引張試験も同様に要求性能を満足し良好な値を示している。

(5) 溶接継手部の硬さ試験

炭酸ガス半自動溶接、2電極サブマージアーク溶接、炭酸ガス自動溶接の試験結果を図-10a、10b、10cに示す。

最高硬さおよび最低硬さは以下のとおりであった。

	HVmax	HVmin
炭酸ガス半自動溶接	225	176
2電極サブマージアーク溶接	226	176
炭酸ガス自動溶接	272	186

ボンド部は、一般鋼と同様その他の部位より高目の値を示すが、最高値は220~270であり、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 鉄骨工事」で示されている、われを生じない基準値HVmax=350を下回り良好な値を示している。

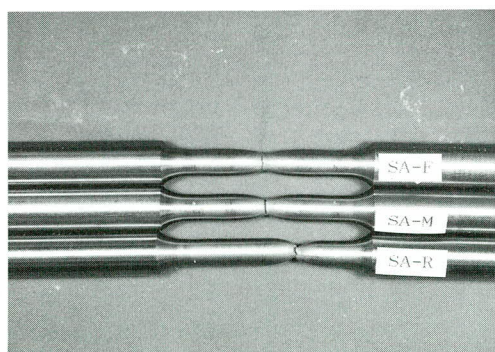


写真-6 引張試験片

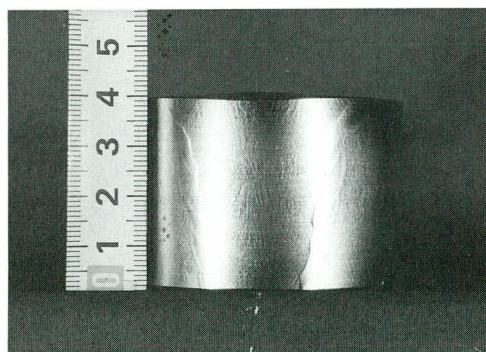


写真-5 CO₂自動溶接部の側曲げ試験片

表-10 溶接継手引張試験

溶接方法	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	破断位置
炭酸ガス半自動溶接	536	627	母材部
2電極サブマージアーク溶接	480	603	母材部
炭酸ガス自動溶接	500	622	母材部

試験片：JIS Z3121 1号
試験温度：常温 (25℃)

表-11 溶接継手丸棒引張試験（常温・高温）

溶接方法	試験温度 (°C)	採取位置	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸 び (%)	絞 り (%)
炭酸ガス半自動溶接	25	表 面	437	625	20	70
		t / 2	454	633	22	70
		裏 面	433	612	22	71
	400	表 面	432	572	16	74
		t / 2	450	594	18	72
		裏 面	435	578	19	76
	600	表 面	298	330	20	85
		t / 2	313	340	19	80
		裏 面	295	335	20	87
2 電 極サブマージアーク溶接	25	表 面	443	610	22	67
		t / 2	438	621	21	65
		裏 面	393	608	23	71
	400	表 面	385	590	18	66
		t / 2	383	593	17	74
		裏 面	369	575	19	72
	600	表 面	300	356	18	79
		t / 2	295	350	18	80
		裏 面	264	344	18	88
炭酸ガス自動溶接	25	表 面	432	609	21	66
		t / 2	447	622	20	66
		裏 面	441	605	19	72
	400	表 面	420	569	17	77
		t / 2	442	586	18	69
		裏 面	424	567	19	78
	600	表 面	293	327	21	82
		t / 2	303	335	18	74
		裏 面	303	342	22	86

表面：母材表面より1/4 t
裏面：母材裏面より1/4 t

表-12 全溶着金属引張試験（常温・高温）

溶接方法	試験温度 (°C)	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸 び (%)	絞 り (%)
炭酸ガス半自動溶接	25	433	645	29	69
	400	401	585	18	65
	600	294	330	17	80
2 電 極サブマージアーク溶接	25	421	618	27	68
	400	398	599	18	55
	600	283	320	17	66
炭酸ガス自動溶接	25	429	639	27	67
	400	403	585	18	64
	600	288	312	21	80

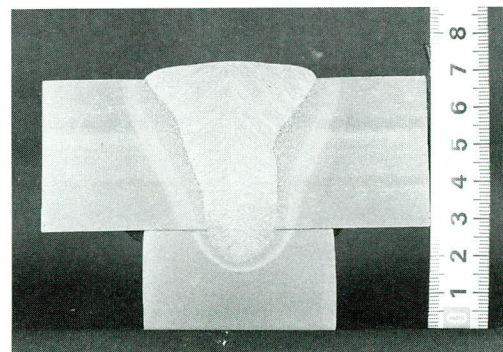


写真-4 2電極サブマージアーク溶接継手部のマクロ写真

表-13 溶接継手衝撃試験

溶接方法	採取位置	部 位	シャルピー吸収エネルギー(J)
炭酸ガス半自動溶接	上 部	DEPO	116
		BOND	266
		HAZ	75
	下 部	DEPO	110
		BOND	212
		HAZ	220
2 電 極サブマージアーク溶接	上 部	DEPO	53
		BOND	146
		HAZ	32
	下 部	DEPO	136
		BOND	113
		HAZ	35
炭酸ガス自動溶接	上 部	DEPO	84
		BOND	102
		HAZ	55
	下 部	DEPO	90
		BOND	97
		HAZ	293

試験温度：0℃

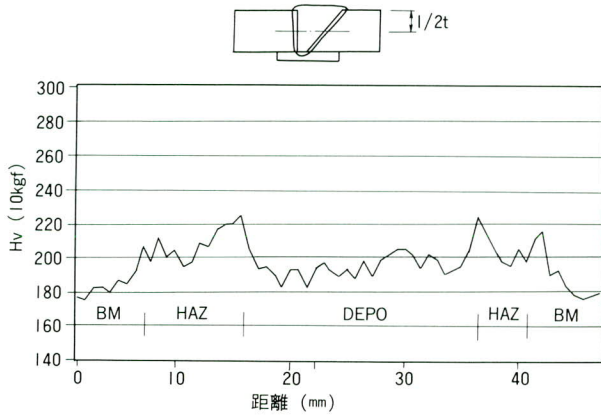


図-10a CO₂半自動1/2t硬さ分布図

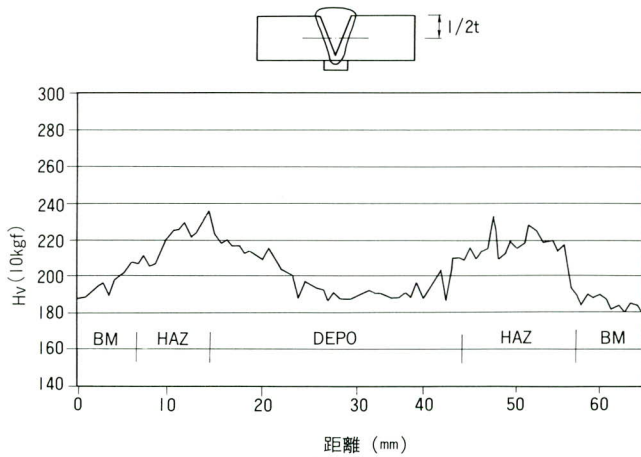


図-10b 2電極サブマージ溶接1/2t硬さ分布図

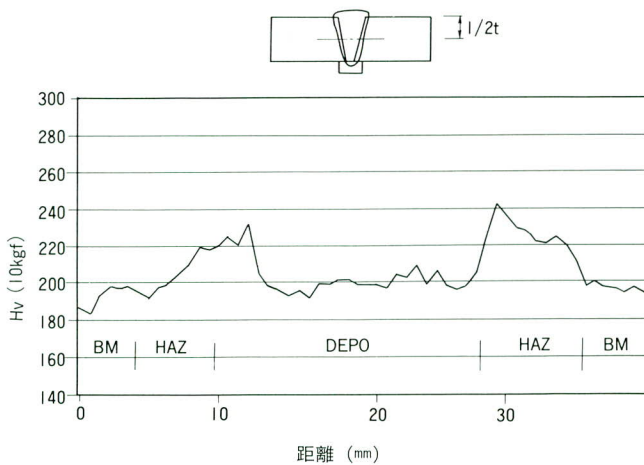


図-10c 炭酸ガス自動溶接1/2t硬さ分布図

(6) 衝撃試験

試験結果を表-13に示す。

2電極サブマージアーク溶接の熱影響部において、他の部位より低い値を示しているが、全て要求性能を満足している。

6. まとめ

以下に今回の試験において確認できたことを述べる。

母材特性について

- 1) 炭素当量は高目であるが、溶接われ感受性組成は低く抑えられている。
- 2) 常温においての母材の機械的性質は一般鋼と同等の性能を有している。
- 3) 高温耐力は常温時の2/3以上を満足している。
- 4) ガス切断性は一般鋼と比較し、切断速度が若干遅くなるが、切断面の品質は特に問題ない。

溶接性および溶接部機械的性質について

- 1) 適正な電流、電圧等の溶接条件は、一般鋼の溶接と

なら変わらない。

- 2) 耐溶接われ性能は一般鋼より良好である。
- 3) 常温における溶接継手および全溶着金属の引張強度は一般鋼と同等の性能を有している。
- 4) 溶接継手部の高温耐力は常温時降伏点の2/3以上を満足している。また、溶着金属の高温耐力も要求性能を満足している。
- 5) 2電極サブマージ溶接の熱影響部において、吸収エネルギーは低い傾向にあるが、溶接継手の各部位の吸収エネルギーは要求性能を満足している。

F R鋼の常温時、高温時の母材性能、溶接継手部の性能は所定の機械的性能を十分満足し、溶接性、ガス切断性等の施工性も良好な結果であり、鉄骨建築用鋼材に使用するのに特に問題はないことが確認できた。

7. 今後の課題

以上、F R鋼の母材特性、ガス切断性、溶接性および継手性能についての試験結果を報告した。今後、実大ボックス柱を製作し、製作上の縮み代、加熱矯正等の一般鋼との相違を確認したいと考えている。また今回報告されていないエレクトロスラグ溶接部の機械的性質についても試験を行う予定である。

また、予熱については、実施工が気温の低い時期に行われる場合、板厚が今回の供試材より更に厚くなる場合

は予熱管理が必要であると考えられる。今後の課題の一つである。

最後に、本研究を行うに当たりご協力を頂いた新日本製鐵株式会社及び日鐵溶接工業株式会社の関係各位に心よりお礼申し上げます。

〈参考文献〉

- 1) 建築構造用耐火鋼材 (F R鋼) の開発について
日本建築センター：ビルディングレター
90.9 P17~24
- 2) 建築構造用耐火鋼材 (F R鋼) 鉄構技術
1989年7月号 VOL.2 No.13
- 3) 建築構造用耐火鋼材 (F R鋼) 日経アーキテクチュア
1989年10月16日号 P.85~91
- 4) PROCTER & GAMBLE FAR EAST, INC.
JAPAN HEAD QUARTERS and TECHNICAL CENTER に用いる、SM520B-NFR鋼の開発および性能確認試験 鉄構技術 1991年9月号 VOL.4 No.39
- 5) 新日鐵の建築構造用耐火鋼材 F R鋼 Cat. No. ST
104 新日本製鐵(株)
- 6) 建築用厚手耐火鋼板 SM520B-NFR t=100mm
新日本製鐵(株)
- 7) 建築用耐火鋼板の製造実績 新日本製鐵(株)
- 8) 鉄骨建築用耐火鋼材 (F R鋼) 用ニッケツ溶接材料
について 日鐵溶接工業(株)
- 9) 日本規格協会：JISハンドブック鉄鋼1992、溶接1992