

電炉材圧接部の破断について

松本 靖司*
Seiji Matsumoto

建築工事に用いられる棒鋼の主流は、電炉メーカーによる再生棒鋼であり、市場の90%以上のシェアを占めている。これは従来の高炉メーカー品より安価であること、再生棒鋼の質の向上によるものと思われる。

また、最近ではコストダウンを図るべく高強度の棒鋼が用いられ、一般的にSD30から35へ、更に40へと向う傾向にある。これらの棒鋼を接続する方法は、現在圧接による方法が主流となっている。

再生棒鋼は、棒鋼そのものの強度は充分得られているが、圧接するとなると母材の強度を確保することはなかなかむずかしい。

圧接工の技量試験では、通常高炉材を使って試験を行う。高炉材の圧接に関しては、強度的な問題を生じた例をあまり聞いたことがないが、電炉材になると、抜取試験で破断したり、あるいは柱筋を台直した時に圧接面

から折れたりする等の実例が報告されている。

圧接面破断の原因を調べるため、建築設計事務所(株)日本技建中尾氏、圧接業者(株)大場工業大場氏の協力を得て実験を試みた。費用の関係もあって、結論を出すまでには至らなかったが、結論への方向付けはできた。

1. 第一回目の試験

試験方法：JISZ3881(ガス圧接技術検定における試験方法および判定基準)による引張及び曲げ試験
試験片：F社の製品 (Table 1, T) D25 (SD35)

Table 2 第1回目の試験結果

氏名	年齢	資格	経験年数	引張		曲げ	
				試験状況	合否	試験状況	合否
A	51	3	20	OK NO 5-0	合	OK NO 1-4	否
B	49	3	10	5-0	"	1-4	"
C	48	3	20	5-0	"	3-2	"
D	32	2	4	5-0	"	4-1	"
E	47	2	9	5-0	"	3-2	"

Table 1 各メーカーの成分表

記号	資料条件	化学成分(%) (C, Si, Mnは×100, その他×1,000)														機械試験			備考		
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	V	Sn	Pb	Zn	Nb	Al	Mo	As	降伏点 kgf/cm ²		引張強 kgf/cm ²	伸び %
L	JIS基準	≤27	≤55	≤160	≤40	≤40															SD35
M	高炉標準	23	35	131	28	24	6	10	20	47		2	3					39	58		
N	電炉標準	21 27	14 36	70 125	15 36	15 39	15 45	60 180	50 130		15 55										
T	F社ロットNo.1	23	26	102	26	27	29	190	74	7	25				6	13	23	39	59		第1回目の試験片の分析値 F社試験室の分析
U	"	25	28	98	25	25	29	170	90		28										第1回目の試験片の分析値 T社試験室の分析
V	"	23	25	111	29	38	34	230	72	8	25			4	20	21	40	60			第2回目の試験片 F社分析
W	F社ロットNo.2	24	19	103	18	27	29	180	82	9	16			2	20	19	39	59			
X	T社ロットNo.3	23	13	72	31	39															
O	市販電炉 T社	24	24	120	26	32	31	120	90	4	56	3	16				41	61			
P	" U社	23	30	108	35	35	33	160	110	11	29	3	12				40	60			
Q	" V社	25	13	110	32	26	48	140	90	4	37	3	12				40	60			
R	" W社	25	24	105	46	38	40	170	110	5	33	2	5				41	61			
S	" X社	23	22	91	28	43	18	110	70	3	35	2	11				38	55			
Y	F社ロットNo.4	26	24	95	26	35	32	210	80												
Z	F社ロットNo.4	24	24	107	28	36	33	200	60												

*東京建築(支)久喜総合会館(出)所長

- 条件1) 加熱器 多孔式加熱器とし、6口加熱器とする。メーカー市川ガス圧接器
 2) 圧接器 一般に用いられるもの
 3) 加圧器 足踏式加圧器で、棒鋼断面に対し300kgf/cm²の加圧能力も有するもの
 4) 高圧ガス JISK1101 (酸素) 及びJISK1902 (溶解アセチレン) に適合するもの
 5) スタンド 受験者が圧接するに都合の良いスタンド



Photo 1 圧接の試験中

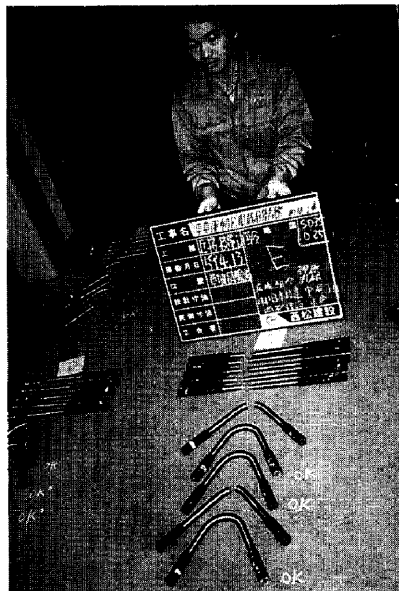


Photo 2 引張及曲げ試験の状況

引張試験では試験片全部が合格したものの、曲げではほとんど不合格となった。この原因が何かをも検討してみた。その結果、引張ではすべてが合格しているのに、曲げで全体の半数近くがフラット破断しているのは、鋼材が圧接することにより何かの元素の熱影響で剛度を増

したのではないかとと思われる。一般に電炉材は低温高圧圧接法が良いとされているので、次に同ロットの製品を使い試験を行った。

2. 第2回目の試験

試験方法：第1回目と同様曲げ試験のみ

試験片：F社の製品 (Table 1, V)

Table 3 第2回目の試験結果

氏名	年齢	資格	経験年数	曲げ試験結果の状況			
				正常	亀裂	フラット破断	柱状砂断
A	51	3	20	2	1	0	2
B	49	3	10	1	2	0	2
D	32	2	4	1	1	2	1
E	47	2	9	3	2	0	0
G	32	3	14	3	0	0	2

条件1) 加熱器を6口から8口に変える

- 2) 加熱器はゲージ付足踏式又は半自動加圧器とする(ロッキエンジンエンジニアリング式電自動ガス圧接器)
 3) 風除けを設け、環境を良くする
 4) 当試験は曲げ試験のみとする

試験の結果、半数以上の試験片が破断した。低温高圧圧接法を忠実に守り圧接したにも拘わらず、このような結果になったことは、材料に原因があるのではないかと判断した。メーカーであるF社の見解では、破断部分を顕微鏡で調べた結果粗大結晶粒が見られ、この部分は延性が無く外部応力によって容易に破断しやすい。また、粗大結晶粒が表われるのは過熱によるものであるという。

3. 第3回目の試験

試験方法：第2回目の試験と同様とする

試験片：F社の圧接性の良いものとT社の圧接性の良いものの棒鋼にて試験する (Table 1, W, X)

Table 4 第3回目の試験結果

氏名	年齢	資格	経験年数	F社			T社		
				曲げ試験			曲げ試験		
				正常	亀裂	フラット	正常	亀裂	フラット
A	51	3	20	5	0	0	5	0	0
B	49	3	10	3	2	0	5	0	0
E	47	2	9	5	0	0	5	0	0
G	32	3	14	5	0	0	5	0	0
H		3		4	0	1	5	0	0
自*	-	-	-	4	0	1	5	0	0

条件1) 第2回目と同様とする。

- 2) *印は完全自動圧接器

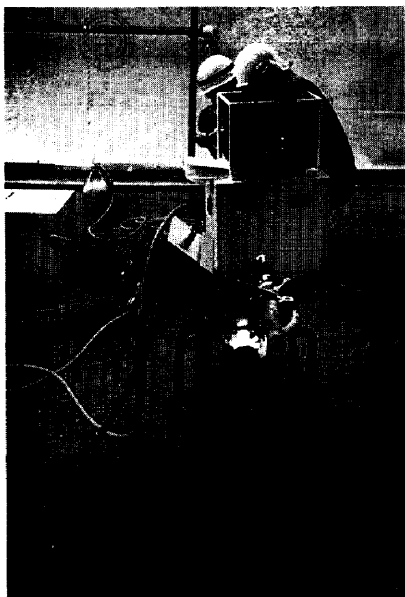


Photo 3 全自動圧接器

- e) バーナー：8ツ口程度のバーナーを使用する。
- 3) その他の条件
 - a) SRC等の圧接：配筋は鉄骨ウェブいっぱい配筋しない。
 - b) 配筋の保持：圧接部分には曲げ応力をかけない。
 - c) 圧接時の足場：確実に加圧できる足場を組む。
 - d) 悪天候時の配慮：気温0℃以下，強風時，降雨時等は施工しない。

4. 結論と今後の圧接現場管理

電炉材の圧接性については，我々施工担当者にとって非常に重大な問題であり，メーカーの社会情勢を考えるとこの問題を避けて通ることはできない。この試験結果から判断できることについて記す。

1) 鋼材について

ほとんどの工事では鉄筋の仕様は，JIS規格となっている。JIS規格はTable 1のとおり炭素，硅素，マンガ，リン，硫黄の量が規制されているだけで，他の元素については規制されていない。しかし，再生棒鋼である以上スクラップを原料として溶解再生するわけであるから当然不純物が混入するが，スクラップのルートが決まっているため，その工場により不純物の傾向がある。下記にそれらの管理方法について記す。

- a) 鋼材の分析：先ず現場で使用する棒鋼を第3者機関で分析し，その表からCu, Cr, Niの量が多い場合，圧接には不向きである。

2) 技量について

- a) 圧接業者の選定：その業者が圧接協会又は圧接組合に加入しているかを調べる。
- b) 付加試験の実施：圧接作業者が，使用棒鋼に合った圧接ができるかどうか試験をする。
- c) 低温高圧圧接法の指導：電炉材においては加熱温度は900℃～1,100℃，加熱時間16～18sec/cm²，圧力は初圧から250kgf/cm²以上を溶解ごとにキープする。
- d) 加圧器：ゲージ付加圧器で加圧する。