

V-53 太径異形鉄筋のガス圧接法

住友金属中央技術研究所 正員 〇士 堅 秀

伊藤慶典

道下明雄

1. 緒 言

高速都市道路、長大橋、高層ビル、原子炉等巨大構造物の下部工は殆んどすべて鉄筋コンクリート造であり、それらに用いられている鉄筋は $\phi 25$ 以下が大部分で、そのため鉄筋が錯綜して鉄筋の組立およびコンクリート打設の施工性を悪くしているのが現状である。

一方異形鉄筋の接合方法としてはガス圧接、エンクローズ溶接、炭酸ガスアーク溶接、エレクトロスラグ溶接、フラッシュバット溶接、あるいはテルミット溶接などの各種の溶接法が開発実用されてきた。しかし、工事現場で異形鉄筋を接合する方法としては、経済的、能率的、かつ簡便なものではなくてはならない、しかも接合部の性質に信頼のおけるものでなくてはならない。このような条件を満足するものとしては、ガス圧接法がもっともすぐれており、このため現場接合法としては、ガス圧接法が広く実用されている。

しかしながら、従来の炭化焰あるいは中性焰によるガス圧接法を、直径が $\phi 25$ をこえるような太径のものに適した場合には、圧接部の酸化物が増し、これがガス圧接継手の延性を著しく低下せしめる。この結果、信頼できる接合部をうることは困難とされていた。

筆者らの1人は、すでに棒鋼のC含有量の増大はフラット破面を減少せしめ、Si および Mn 含有量の増加はフラット破面を増加せしめることを、実験計画法の手法を用いて実験し、定量的に明らかにしている。また、これと同時に、圧接面に生じる酸化物の組成を確認している。そして、鉄筋の Mn、Si 含有量の増加が、この酸化物の増大を招くことも認めている。

このようなフラット破面の生成を防止する方法としては、鋼素材の化学組成の調整、圧接面間隙の減少、カーボンあるいは有機物の接合断面への塗布または挿入、圧接後圧接部表面のみ熔融せしめるなど種々のものが考案、実用されてきた。しかしこれらの方法も継手の機械的性質、作業能率あるいは、経済性の面で満足すべきものではない。

本研究では、このように圧接を阻害する酸化物の生成をなくするため、従来のガス圧接法にくらべ極端にアセチレンガスを過剰にした強還元焰を用いて圧接を行なうことが、実用的に極めて有利であることを認めた。

2. 強還元焰によるガス圧接工法

ガス圧接に用いる吹管の火口数は太径の異形鉄筋公称直径 $\phi 41$ から $\phi 51$ に対する予備実験の結果から、圧接部の酸化を防ぐためには8口以上が必要であることを知ったので、本実験では20口のものを使用した。使用火焰の還元程度、すなわち酸素とアセチレンの混合割合を種々に変化させてガス圧接を行った。Photo. 1 はそれら火焰の外観を示すものである。

(a)は中性焰、(b)、(c)は従来実用されていた還元焰である。本研究ではこの外、とくに Acetylene feather

の長さが吹管半径 ($R = 6.8 \text{ mm}$) に等しいか、それよりもやや acetylene feather の長いアセチレン過剰火焰を用いた。これを従来一般に実用上していた還元焰とを別するために強還元焰と名付けた。従来このような強還元焰は不完全燃焼焰であるため、経済的でないとしてガス圧接には実用されていなかった。強還元焰を用いると圧接しようとする鉄筋断面に、アセチレンガスが分解して生じたカーボンが全面的にふ着する状態となり、また強い還元雰囲気中で圧接することができるので、圧接部における酸化物の生成が十分に阻止されている。

公称直径 5.1 mm の異形鉄筋に適用した強還元焰によるガス圧接条件を Fig.1 に示した。圧接面が密着し酸化のおそれなくなるまでは、強還元焰を用いて加熱し、その後は完全燃焼焰である中性焰により加熱し、圧接時間の短縮を計った。

中性焰、従来用いられている還元焰 (acetylene feather 長さ $\frac{1}{2}R$)、強還元焰 (acetylene feather 長さ R 、並びに $1\frac{1}{2}R$) およびその中間のもの (acetylene feather 長さ $\frac{3}{4}R$) によってガス圧接を行ったが、その酸素アセチレンの流量を Table 1 に示した。試験に用いた公称直径 5.1 mm の異形鉄筋は SD40 材で Table 2 にその化学組成および機械的性質を示した。

圧接部の継手性能を比較するには、圧接継手の曲げ試験がもっとも適当とされ一般に実施されているので、この方法によった。圧接部の曲げ試験片としては圧接のまま、すなわち、こぶ付のままでの曲げ試験と、圧接後表面より公称直径の $0.8D$ まで切削して曲げるものの 2 種類について行った。また現場実用試験ではこぶ付のままでの引張試験、 $0.8D$ 材の引張試験を行った。この外、各種還元焰による継手断面のミクロ組織、とくに酸化物の分布、フラット破面の比較、かたさ分布の測定、および電磁共振式曲げ疲労試験、アムスラ型片振引張による疲労試験を実施した。

現場における圧接状況を Photo. 2 に示した。

Table 2 供試異形棒鋼の化学成分および機械的性質

鋼種	C	Si	Mn	P	S	V	降伏点 (kg/mm^2)	引張強さ (kg/mm^2)	伸び (%)
SD40(S)	0.23	0.42	1.48	0.015	0.019	0.06	47.2	68.0	20.5

試験片寸法: $40 \times 6 \times 6.1160$

3. 圧接部の機械的性質

(1) 各種のフレームによるガス圧接継手の確性試験

中性焰から強還元焰 (R および $1\frac{1}{2}R$) にわたる種々のフレームによってガス圧接した継手の引張試

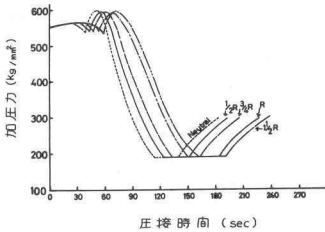
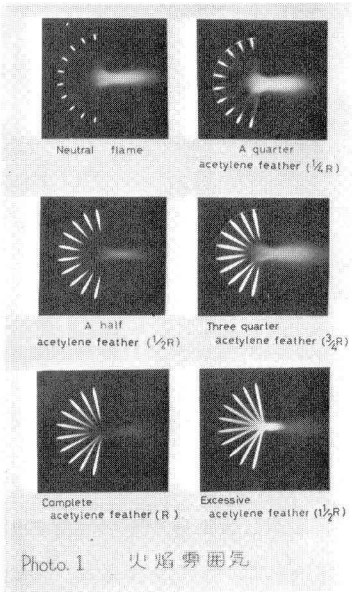


Fig. 1 ガス圧接条件

Table 1 酸素・アセチレンガスの流量

CaH ₂ 二次 圧力 (kg/cm^2)	火焰	酸素流量 (l/min)	アセチレン流量 (l/min)	CaH ₂ / O ₂
0.25	Neutral	43.6	50.0	1.15
	1/2R	41.6	52.8	1.27
	3/4R	39.4	53.4	1.36
	R	37.0	54.2	1.46
	1 1/2R	33.0	56.0	1.70
0.30	Neutral	59.0	53.2	1.09
	1/2R	45.0	55.2	1.23
	3/4R	43.0	55.8	1.30
	R	38.0	57.2	1.47
	1 1/2R	33.0	59.0	1.79

験結果を Table 3 に、曲げ試験結果を Fig 2 および Fig. 3 に示した。

引張試験片は圧接後直径 40 mm の丸棒に削っている。(0.8D) 中性焰および $\frac{1}{2}R$ 弱還元焰によるものは、Photo. 3 に示すようにいずれも圧接部で破断し、伸びおよび絞りとも極めて低い。 $\frac{3}{4}R$ 弱還元焰でも一部は圧接部で破断している。破断面はいずれもフラット破面が認められる。R および $1\frac{1}{2}R$ 強還元焰ではいずれも母材破断であり、十分な引張性質を示している。

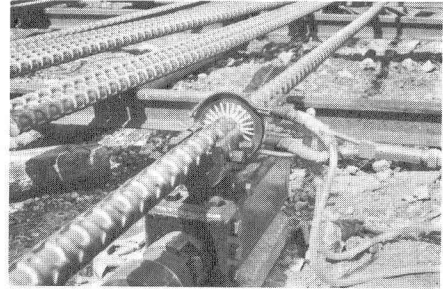


Photo. 2 現場における圧接状況

Table 3 圧接継ぎの引張試験結果

火焰	降伏点 (kg/cm ²)	引張強さ (kg/cm ²)	伸び (%)	絞り (%)	破断位置	フラット破面率 (%)
Neutral	48.5	57.5	4.0	2.5	圧接部	35
	48.9	55.8	2.7	2.5	-	45
	48.6	61.4	4.4	3.0	-	15
$1/2R$	48.1	61.2	4.1	2.5	-	20
	49.4	62.3	5.0	3.0	-	25
	48.4	63.1	6.3	3.0	-	10
$3/4R$	48.9	64.0	5.3	4.0	-	5
	48.0	68.6	20.0	60.9	母材 肩胛部	—
	48.7	68.9	20.0	58.7	-	—
R	48.4	69.2	21.2	57.7	-	—
	48.7	68.6	20.6	57.7	-	—
	48.1	67.7	20.2	59.0	-	—
$1\frac{1}{2}R$	48.9	69.3	20.0	56.5	-	—
	48.5	69.2	19.7	58.7	-	—
	48.4	68.5	20.0	64.0	-	—

試験片の寸法: 40φ x G.L./60 接合面間隔: 3.5mm

圧接部の曲げ試験の代表的なものとして、中性焰、 $\frac{3}{4}R$ 弱還元焰および R 強還元焰による試験片外観を Photo. 4 に示す。

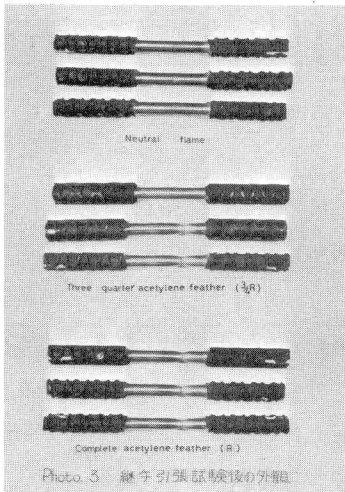


Photo. 3 継ぎ引張試験後の外観

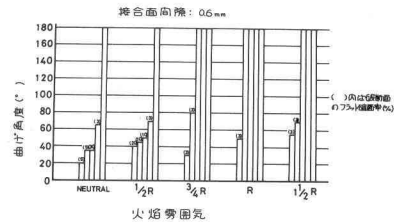


Fig. 2 圧接継ぎの曲げ試験結果

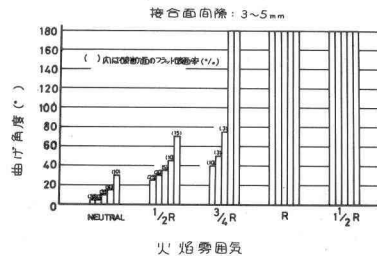


Fig. 3 圧接継ぎの曲げ試験結果

(2) 現場組立試験のガス圧接継手の確性試験

代表的な在来の高架橋橋脚の資料を使かい、その主筋をD51に置きかえた一本脚ビヤ一の配管工事を野外で実施し、接部材で36ヶ所、はり部材で25ヶ所計61ヶ所のガス圧接を前述の強還元ガス圧接法により実施した。圧接施工は昭和45年9月2日～23日の間の5日間に組立作業の進捗と呼応して行い、その間、風、降雨など天候による支障も通常におこる現場並みのものを経験している。供試体は上記の中から任意に40本を選び前述同様の引張試験25本、曲げ試験15本を実施した。引張試験結果は全数JIS(G8112,SD35)に定められた値を十分に満足した。(本試験に用いたD51はSD35である。)曲げ試験の供試材圧接データおよび試験結果はTable4に示す。

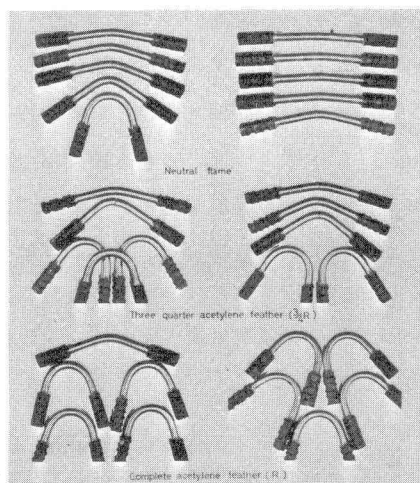


Photo.4 継手曲げ試験後の外観

Table 4. 継手曲げ試験結果

区	試験マ	圧接部の 最大肉厚 (mm)	初期 圧力 (kg/cm ²)	2次 圧力 (kg/cm ²)	圧接 時間 (分、秒)	圧接 時間 (分、秒)	圧接 位置 (mm)	曲げ 長さ (D)	曲げ 角度 (°)	荷重位置
圧接の 位置 (分、秒)	1 B-112	0.6	350	400	2'30"	4'58"	38	1.66	180	荷重せず
	2 B-303	0.8	-	-	2'55"	5'40"	41	1.60	-	-
	3 B-601	1.2	340	-	2'15"	4'32"	35	1.50	-	-
	4 C-112	0.8	360	410	2'30"	5'05"	34	1.47	-	-
	5 C-114	0.2	340	-	2'55"	5'24"	45	1.68	150	-
	6 C-116	0.3	360	-	2'30"	4'47"	45	1.53	180	-
	7 C-206	0.2	350	400	3'25"	5'45"	44	1.49	150	-
	8 C-208	1.5	-	-	2'55"	5'15"	33	1.45	180	-
	9 C-209	1.0	360	-	2'30"	5'05"	39	1.49	-	-
	10 C-218	0.6	340	-	2'35"	5'22"	38	1.52	-	-
0.8D 継手 材	1 B-106	0.5	340	400	2'35"	5'47"	48	1.70	150	荷重せず
	2 B-107	0.6	-	-	2'57"	5'48"	47	1.69	-	-
	3 B-108	0.4	350	-	2'18"	5'56"	50	1.81	-	-
	4 B-113	0.3	-	420	2'25"	4'32"	37	1.58	-	-
	5 B-217	0.5	-	400	2'30"	5'17"	45	1.64	-	-

(注) 圧接時間180秒、2次圧力350kg/cm²、圧接位置: 3.55D
0.8D継手材: 4.5D

4. 結 言

公称直径51mmの異形鉄筋を用いて、アセチレン過剰な強還元焰を圧接部閉合まで用いて圧接することにより、従来とくに0.8D 削り出し曲げ試験においては母材に比べて悪かった継手性能が改良されることを確認した。アセチレン過剰焰を圧接初期に用いることは実用上経済的に殆んど問題にする増分とはならず、太径鉄筋にかぎらず類似のガス圧接に信頼性の高い継手を得られると考えられる。

本研究の現場組立試験は昭和45年度建設工業技術研究補助金の交付を受けた「太径鉄筋の実用化に関する研究」の一部として行った。建設省御当局に対し謝意を表します。