

神奈川県工業試験所 正会員・金井 昭男 杉田産業株式会社 正会員 岡山 裕

1. 緒言

異形鉄筋の接合は、各種カラー圧着、ねじ及び重ね継手などの機械的接合法と、ガス圧接、アーク溶接、テルミット溶接などに代表される冶金学的接合法が採用されている。これらの接合法にも一長一短があり万能ではない。

現在、最も一般的に利用されているガス圧接法においては、その接合原理上の制約やつかみ代から受ける制約のほか、接合面のよごれに敏感であるなどの欠点が指摘されている。エンクローズ溶接法は、これらの欠点をカバーしつつ融接法の特長を生かした接合法である。

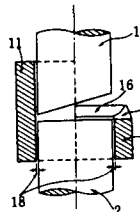
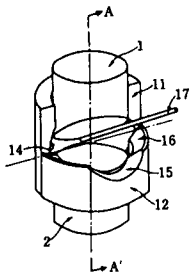
昨年第1報として水平継手に関する報告をしたが、今回は、垂直継手に関するスグタエンクロ溶接についての紹介と合わせて、本法の溶接施工条件と継手性能との関係について報告する。

2. 溶接用銅当金、溶接用治具及び溶接法の概要

銅当金は、図1に示すように、後部固定銅当金に裏波ビードを形成させるための溝を設け、前部開閉自在銅当金には、溶接口としての機能をもつ切欠き部とスラグ量の調整及びビード形状を良好にするための偏平斜面が設けてある。溶接用治具の一例を図2に示すが、上下の鉄筋を固定する機能をもつ把持部と切欠き部を有する銅当金を内蔵し、かつ開閉自在なホルダとから構成されている。

溶接に先立ち、下部鉄筋の上端面と上部鉄筋の下端面との間に適当なV形開先を構成させて溶接用治具に鉄筋をセットする。溶接は、前半と後半に分けて溶接する。まず、前半においては、前部銅当金を内蔵するホルダを開いた状態で、前方より低水素系の被覆アーク溶接棒を挿入し下部鉄筋のルート部に向かってアークを発生させ、開先面の溶込みを確認しながら左右ほぼ対称的に溶接していく。この間発生したスラグは、鉄筋と銅当金とによって構成される空隙に逸流するが、必要に応じてスラグ除去を1~2回行くと一層完全な溶接ができる。

溶接の後半は、前半が終ったところでスラグを除去し、ホルダを閉じた状態で溶接するが、途中スラグ除去の必要は特にない。



各部の名称

- 1……上部異形鉄筋
- 2……下部異形鉄筋
- 11……後部固定銅当て金
- 12……前部開閉自在銅当て金
- 14……溝
- 15……銅当て金切欠き部
- 16……偏平斜面
- 17……溶接棒
- 18……間隙

図1 垂直継手溶接用銅当て金

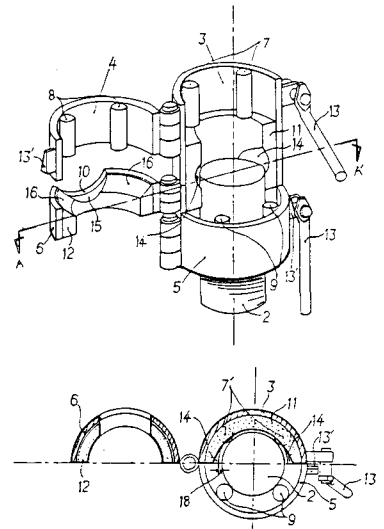


図2 垂直継手用溶接治具

3. 供試材及び実験方法

母材は、SD35のD55を用いたがその炭素当量($C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24}$)は0.47である。溶接棒は、市販の50~80kgf/mm²級の高張力鋼用のもので、心線径4mm、棒長400mmのJIS規格認定品又は相当品を、350°C/1時間の条件で再乾燥したものを用いた。溶接機は、容量300Aの交流アーク溶接機を用い、溶接電流の測定はすべて短絡電流を計測した。溶接は2項で述べた銅当金及び溶接用治具にセットし、V形開先による横向溶接姿勢で行った。なお、溶接作業中のスラグの除去は、前半の溶接棒1本を終了した時点と前半終了時点の2回行った。

4. 実験結果

(1)溶接棒の選択：溶接棒D5016においては、溶接金属破断を示し、D6216では、開先角度が20°の場合、溶接部破断を示した。D7016については、すべての試験片について引張り及び曲げ試験に合格であった。D8016については、引張試験は母材破断であったが、曲げ試験では不合格のものが多かった。以上の結果から、前報の水平継手の場合と同様に、溶接棒は、D7016が最も適している。

(2)適正溶接電流範囲：開先角度12.5°、ルート間隔6mm、溶接棒D7016を用い、溶接電流170~220Aの範囲で溶接した結果、170Aにおいては、スラグ巻き込みが生じやすく、電流が低過ぎると判断された。210A以上においては、溶接部破断が多く認められ、180~200Aの電流範囲において、引張り及び曲げ試験ともに良好な結果を得た。垂直継手の適正電流範囲は、水平継手の170~230Aに比べると狭く、より正確な電流調整が要求される。

(3)開先角度：V形開先角度と溶接棒の使用量、溶接時間、引張り及び曲げ試験結果を表1に示す。

表 1 開先角度と引張りおよび曲げ試験 溶接棒：D7016、φ4×400、ルート間隔：6mm、溶接電流：190A

開先角度 (°)	溶接棒 の使用量 (本)	溶接時間 分：秒	引 張 試 験		曲 げ 試 験 曲げ直径：5D 曲げ角度：140°
			引張強さ kgf/mm ²	破 断 位 置	
10	5.8	10：46	56.6	母材×2本	合格(側曲げ)
12.5	6.5	12：35	56.6	×5本	合格(表曲げ×2本、裏×2本、側×2本)
15	7.5	13：50	56.8	×2本	合格(側曲げ)
17.5	8.3	14：30	56.5	×2本	合格(")
20	10	16：50	56.6	×2本	合格(")
30	13.5	21：17	56.8 56.6, 56.5	母材×1 * W.M+HAZ×2本	不合格×2(側曲げ)
30	13.2	36：10	56.6	母材×2本	合格(側曲げ)

* W.M……溶接金属、HAZ……熱影響部

実験結果より、開先角度(上部鉄筋のベベル角度)は、15±5°程度が適正である。開先角度が30°になると12.5°の場合に比べ、溶接棒使用量、溶接時間とともに約2倍を要するうえ、結晶粒の粗大化をまねき、継手性能が劣化する。このことは、層間湿度を低くすることにより解決するが、溶接時間は12.5°の場合に比べ約3倍を要し実用的に問題がある。

(4)ルート間隔：ルート間隔が4mm以下においては、裏波ビードが不完全で、溶込み不良を生じやすく、8mm以上になると、アンダカットとオーバーラップが発生しやすくなり、5~6mmが適正である。

(5)開先部汚染の影響：開先面の汚染状況と引張試験結果を表2に示す。

G4とG6については、X線透過試験の結果、著しいクローホールが認められたが、引張試験の結果は、すべて母材破断であった。

(6)目違いの影響：鉄筋の目違いは、1.5mm以上になると溶接治具に正常な状態でセットされないようになっているが、1.0~3.0mmの目違いを与えて溶接し引張試験を行なったところすべて母材破断を示した。

(7)硬さ試験：供試材の炭素当量は0.47で、単ビード溶接における熱影響部の最高硬さは、HV353±40の範囲と考えられるが、本実験結果における熱影響部の最高硬さは、いずれもHV180~190を示し、水平継手の場合と同様に著しい硬化現象は認められなかった。これは、エンフロズ溶接法の特徴で、入熱が大きく冷却速度が緩和されることによるものと考えられる。

5. 結言

スグタインフロズ法をSD35、D51異形鉄筋に適用したところ、溶接棒、溶接条件などと適正に選択することにより、引張り及び曲げ性能に優れた継手を得られることが確認された。

表 2 開先面の汚染状況と引張試験

グループ	開 先 面 の 状 況					引張試験結果
	ベ イ ン ト 塗	赤 さ び (全面)	赤 さ び (ひとい)	ワイヤブラシ	水に浸漬	
G1	○	—	—	—	—	合格
G2	—	○	—	○	—	"
G3	—	○	—	○	—	"
G4	—	—	○	—	—	"
G5	—	○	—	—	○	"
G6	—	—	○	—	○	"
G7	—	—	○	○	○	"