

鋼 材 を 継 ぐ

CONNECTION METHODS OF STEEL MEMBERS

岡 本 忠 夫*

By Tadao OKAMOTO

はじめに

わが国の鉄鋼の製造技術は、この10年間急速な進歩を遂げてきた。各分野のニーズに応え、その構造に適した鋼種が研究開発され実用化されてきた。また一方、構造物の製作技術も欠陥の少ない溶接法の進歩に伴い、信頼性の高い技術が確立し、工場製作はほとんど溶接法で行っている。また、現地までの運搬、据付けなどにより現場継手を設置する必要がある。この現場継手の形式は、その部材、構造物の目的、機能、適用示方書などにより一概には決まらない。ここでは鉄筋コンクリートの鉄筋、レール、鋼橋、鉄骨、水圧鉄管、鋼管杭、パイプライン、タンクなどの現場継手の現況について述べる。

1. 鉄筋コンクリートの鉄筋

鉄筋コンクリート構造物は、古くから広く使用されてきた。鉄筋も古くは丸棒鉄筋であった。構造物の大型化、高層化に伴い、大径の高張力異形鉄筋が使用されるようになった。鉄筋の組立省力化、過密配筋による打設性低下の向上のため、使用鉄筋は大径化の傾向にあり、鉄筋接合もそのニーズに対応し種々開発されている。

わが国で使用されている鉄筋の接合方法を分類すると

溶接継手	┌	圧接法…ガス圧接法, 抵抗溶接法, 非加熱圧接法
		融接法…アーク溶接法, エンクローズアーク溶接法, テルミット溶接法

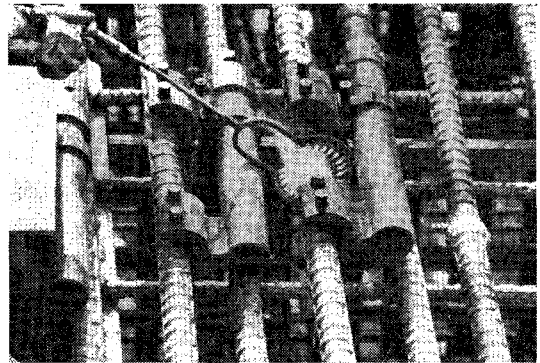


写真-1 リングバーナー加熱によるガス圧接

機械的継手…結束法(重ね継手), 拘束法, スリーブ継手, ねじ締付法, 長ナット

などがある。このうちわが国では、機械的継手としては、ワイヤ結束による重ね継手法、溶接継手としては、ガス圧接法、エンクローズアーク溶接法などがあるが、ガス圧接法が主として使用されている。

ガス圧接法では、鉄筋の圧接する端面は軸線にできるだけ直角に切断し、突き合せたとき周辺のすき間が少ないほど良好な圧接継手が得られる。わが国の圧接法は、クローズバット法が使用され、加圧は定圧または二重加圧方式があり、リングバーナー(写真-1)により酸素・アセチレン炎で加熱圧接する。

これらは手動または半自動の器具を用いて作業するが、材料や施工法が適性であれば、信頼性の高い継手が得られ、接合費が他の工法に比較して低廉であるので急速の発展を遂げてきた。

* 正会員 日本鋼管(株) 鋼構造営業部技術室長
(〒230/神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1)

2. レール

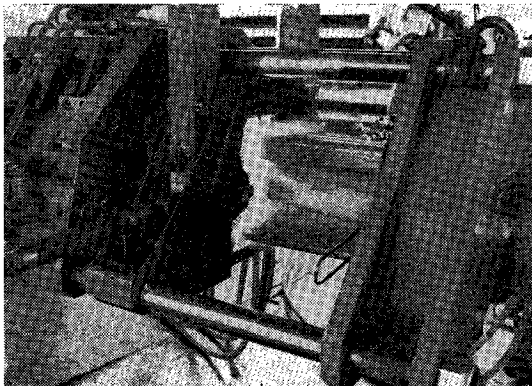
戦前から継目なしレール、すなわちロングレールは関係者の夢であり、いろいろ研究が重ねられてきた。ロングレールは列車走行速度の向上、乗心地の向上、保守作業の軽減など著しい効果が認められたため、新幹線をはじめ、在来線、私鉄の主要区間に採用されている。わが国で現在ロングレール、溶接に使用されている溶接法として、

圧接法……フラッシュ溶接、ガス圧接法

融接法……エンクローズアーク溶接、テルミット溶接の4種類ある。このうちフラッシュ溶接、テルミット溶接はレール溶接としては歴史は古い。戦後さらに研究が進められ、ガス圧接法とエンクローズアーク溶接法が開発・実用化された。

一般にレールは、鉄鋼メーカーで25m、50mの定尺に圧延製造される。定尺レールを前記の4種の溶接法を適宜用いてロングレール化する。溶接施工としてはいろいろの方法があるが、

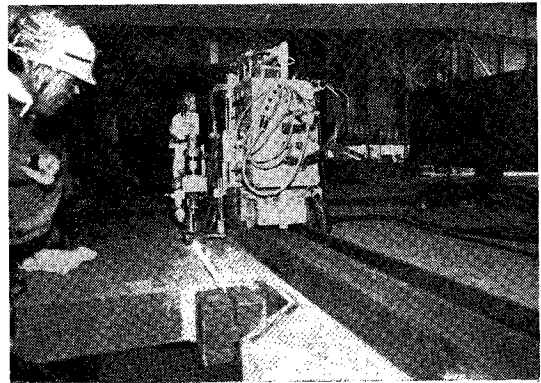
- ① 敷設現場付近に設置した基地で定尺レールを、150mか200mに溶接し、敷設位置に運搬しさらに所定長に溶接する。
- ② 仮設基地で定尺レールを所定長に溶接した後、敷設位置に運搬し、溶接する。
- ③ 定尺レールを敷設現場に運搬し、逐次溶接する。などであるが、どの方法を使用するかは、基地の確保、ロングレールの運搬の可否、作業時間などの条件を考慮し決定される。溶接法としては、ガス圧接法が大半を占め、あとはエンクローズアーク溶接法、フラッシュ溶接法がほぼ同程度に使用されている。ガス圧接法はレールを軸方向に加圧しながら、酸素・アセチレン炎で外周から加熱・圧接(写真—2)する方法で、軸方向に終始一定の圧力を加える、定圧・クローズパット法によっている。



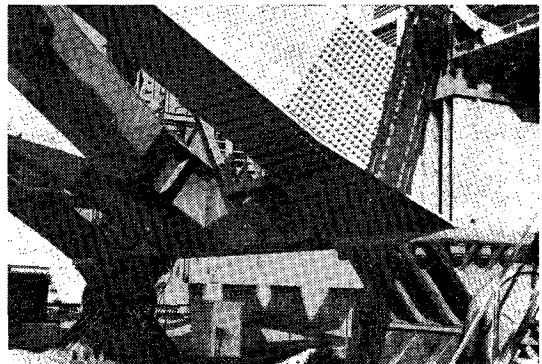
写真—2 レールのガス圧接

3. 鋼橋

橋梁建設と現場継手の関係は、避けて通れない課題の一つである。溶接のない時代は、工場製作で橋梁部材を山形鋼を介して、I断面や箱桁断面を形成した。昭和30年代以降、溶接工法は急速に発展し、部材の組立は工場ではほとんどすべて溶接によっている。信頼性の高い鋼材、近代設備をもった工場で、その鋼種に合った欠陥の少ない溶接法で製作されてゆく。しかし運搬、架設上で現場継手は避けられない。昭和30年代前半までリベット接合が最も安全確実な工法として定着していたが、優秀な継手材料の開発に伴い、リベットに代って高力ボルト摩擦接合が使用され始め、昭和41年日本道路協会の「高力ボルト摩擦接合設計施工指針」の制定で定着する。その間F13T(130キロ鋼)も開発され実橋に使用するが、使用後数箇月で遅れ破壊を起こし問題となった。遅れ破壊は鋼中に内在する水素、あるいは外在的には環境から吸収した水素による脆化割れである。高強度材料ほど遅れ破壊に対する感受性が高いと言われている。その後、昭和50年代になってF11Tのボルトにも遅れ破壊の事故例をみるようになり、昭和54年のJIS改訂時にお



写真—3 塔底板のナロミグ溶接



写真—4 橋梁の高力ボルト摩擦接合

いて「T11Tの遅れ破壊の問題が完全に解決されていないことも明らかとなってきたので、なるべく使用しないことが望ましい」とT11Tをカッコ付きとして現在に至り、F10Tが主として使用されている。

ボルト軸力は、トルク係数値により変動する。締付方法によってもばらつきに差がある。ボルト締付けは現場の重要な作業であるとともに煩雑でもある。現場の施工管理が容易なトルシャ型高力ボルトが広く使用されている(写真-4)。

橋梁が大型化すると継手部も大きくなり、従来のM22~24では力学的にも継手効率が低く、不経済になる。本四連絡橋では、M30が計画されている。径が大きくなると締付トルクも大きくなり、機器の能力アップが必要になる。鋼材の耐力点でトルク値を制御する耐力点締付工法が採用されている。大径ボルトをトルク法で施工する場合、トルク係数の小さいS種は締め易く有効であるが、トルク係数のばらつきが問題になる。

橋梁の長大化に伴い、鋼床版構造が普及してきた。鋼床版の現場継手に高力ボルトを使用するとボルト頭が突出し、アスファルト舗装の施工管理が難しく、舗装厚も厚くなる。そのため鋼床版のデッキプレートには、片面自動溶接のサブマージアーク溶接法が採用されている。

4. 鉄 骨

わが国でも、地上から100m以上の超高層ビルが建設されるようになり、剛から柔構造と設計思想も改変してきた。

鉄骨は、柱と梁の組合せの骨組構造で、柱-柱、柱-梁の現場継手を設置する必要がある。鉄骨の場合、現場継手には鋼橋に比較してかなり現場溶接が採用されている。その理由として、鋼材重量の軽減、工期の短縮、輸送効率の向上などによる経済性が上げられている。

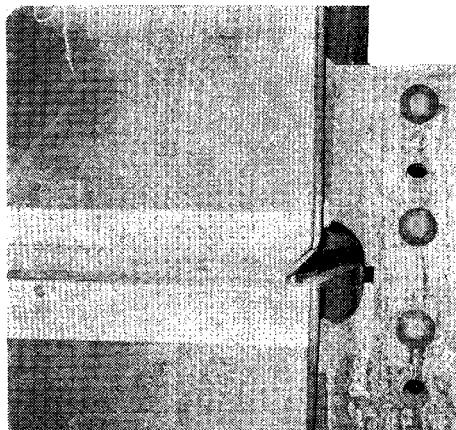


写真-5 柱-柱溶接接合の開先状況

柱-柱、箱断面の場合は70%以上は、手溶接、あるいは炭酸ガス半自動溶接の溶接継手であり、残り30%は施工管理の容易なトルシャ型高力ボルト接合である。H断面の場合は溶接継手と高力ボルト継手の割合は全く逆になる。溶接継手の場合、フルペネにするかパーシャルにするかは設計応力度により決まる(写真-5)。

柱-梁、腹板はせん断力を分担し、柱に工場で作付けた部材に高力ボルト接合する。フランジは曲げモーメントを分担し、直接柱にドン付け溶接する。溶接は手溶接、あるいは炭酸ガス半自動溶接による。この工法は、ボルト接合と溶接接合の併用工法である。また、高度の建方精度が要求される。

5. 水圧鉄管

揚水発電所の出現で、水圧鉄管は大型化し、使用鋼材も高張力鋼(80キロ鋼)が使用されてきた。水圧鉄管は分岐部を除き形状は単純で、主要耐圧部の継手はほとんど溶接構造である。運搬可能な鉄管(φ3.0m程度以下)の直管は工場でシーム溶接、およびバット溶接は両面突合せ自動溶接で6~9mの単位管を製作する。

運搬できない鉄管は、工場で2~3分割した半割り管を現場の仮工場に運搬し、仮工場で工場と同様の方法で溶接する(写真-6)。工場および仮工場の自動溶接は、サブマージアーク溶接法による。JISで定めていないHT70、HT80や厚い鋼板を使用する場合には、施工前に溶接施工試験を行い、実際の溶接条件の適合性を確認する。

水圧鉄管の現場溶接は、水平管から垂直管までであるので下向きのほか立向き、上向き、横向きの溶接姿勢になる。これらの溶接を行う場合は、作業足場を設けバット溶接を両面突き合せ手溶接により行っている。

埋設管などで外面より溶接ができない場合は、鉄管内面より裏当金片面手溶接を行っているが自動溶接法の研究開発が進み、水平から垂直まで全姿勢溶接が可能な

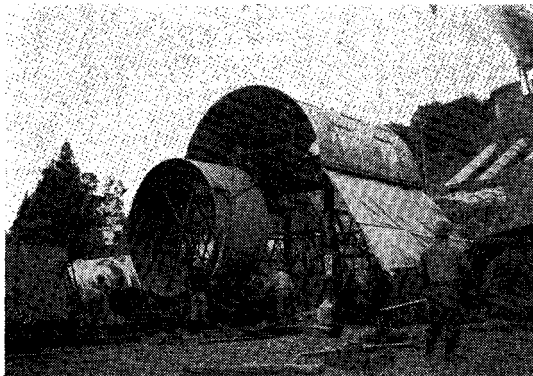


写真-6 仮工場での溶接

TIG (Tungsten Inert Gas) 溶接, MIG (Metal Inert Gas) 溶接による自動溶接法が実用化し適用されている。

6. 鋼管杭

鋼管杭は、製造法的にはスパイラル鋼管、電縫鋼管、板巻鋼管などがあるが、鋼管杭の大部分はスパイラル鋼管である。

鋼管杭の現場継手は溶接接合で、半自動溶接法が主として使用されている。従来は、各メーカーで独自の形状が用いられていたが、鋼管杭協力で形状を統一し、JISにも規定されている。半自動溶接は溶接ワイヤーを自動的に供給する半自動溶接機を用いて、運棒は溶接工が行うものである(写真-7)。

通常用いられる鋼管杭 ($\phi 400 \sim 1200$ mm, $t = 9 \sim 16$ mm) には、所定の技能をもった溶接工が、半自動溶接で対応しているが、大径または厚板になると、溶接工の運棒に限界があり全自動溶接機が有効になる。ワイヤーの供給から運棒まで機械化し、ノンガスまたは炭酸ガスアーク溶接法が使用されている。



写真-7 鋼管杭の半自動溶接

7. パイプライン

使用鋼管は内容物、圧力、適用規格などにより決定される。油・ガスパイプラインの低中圧関係では、SGP および STPG を主体とし、高圧関係では API 規格が採用される例が多い。

パイプラインの現地工事のうち接合工事は特に重要な項目で、その出来具合によっては、パイプライン全体の品質を左右すると言っても過言ではない。

パイプラインの接合方法としては、ネジ継手、フランジ継手および溶接継手が広く行われてきたが、最近の傾

向として、高温または高圧の配管には安全性の高い溶接継手の採用が一般化してきている。

溶接継手は、特殊な場合を除き、通常アーク溶接法により突合せ溶接である。溶接法としては高能率、高品質の期待できる炭酸ガスとアルゴンの混合ガスを使用した「半自動ガスシールドメタルアーク溶接法」が多く、これ以外の炭酸ガス溶接法も使用されている。

8. タンク

タンクに使用される鋼材は、貯蔵物、圧力、適用基準、地盤条件などにより決まる。石油タンクの場合は SS 41 ~ SM 53, SPV 50 Q, HW 50 などが使用されている。

一般に鋼材は、工場で切断、曲げ加工し、現地に運搬し組立て溶接する。貯蔵物が危険物であり消防法の規制を受ける。石油流出事件、宮城県沖地震などの洗礼を受け、かなり技術革新が行われてきた。

タンクの現場継手は、すべて溶接接合であるが、アニュラ板—アニュラ板、アニュラ板—底板、アニュラ板—側板、底板—底板、側板—側板(縦継手および水平継手)などがある。当初はほとんど手溶接であったが溶接技術の進歩により、例えば底板—底板の継手にはサブマージドアーク溶接、側板—側板の水平継手には炭酸ガスアーク溶接とかサブマージドアーク溶接(写真-8)、縦継手には、エンクロガス溶接法などの自動溶接法が採用され、自動化が進んでいる。



写真-8 側板-側板の水平継手の自動溶接

(1985. 1. 10・受付)