

鉄筋溶接技術資料-015-A

エンクローズ溶接各種の比較

愛知工業大学教授 尾形素臣

鉄筋のエンクローズ溶接は多く使われている。エンクローズ溶接は「Enclosed Welding」のことである。溶接部を覆って溶接する方法をすべてエンクローズ溶接（正確にはエンクローズド）という。KENは神戸製鋼エンクローズ溶接（Koube seiko Enclosed Welding）の略でNKEは日本鋼管エンクローズ溶接（Nihon Kokan Enclosed Welding）の略である。工事現場ではエンクロと呼んでいる場合が多い。鉄筋溶接は第二次世界大戦以前から（参考文献1等）使われていたので、特別新しい技術ではない。

現在、建設工事の鉄筋溶接に使われているのはI形狭開先エンクローズ溶接であり、ここ数十年間にわたって多くの改良がなされてきた。この工法は大別して3種類になる。

銅裏当て - - - - - KEN法、KEN-SH法、NKE法など

銅裏当て - - - - - NT法、SB法など

セラミックス裏当て - - CB工法

KEN法は筆者が早稲田大学大学院生の時に開発に関わった技術（参考文献2）である。KEN-SH法はKEN法の改良技術でNKE方はKEN法を参考にして開発された技術といえよう。CB、SBは筆者が愛知工業大学で開発した技術である。このような事情で、現在の鉄筋溶接方法の基礎的技術は大半を筆者が開発したことになる。最も新しい技術はセラミックス裏当てのCB工法である。

昭和40年代から開発改良が続いてきたが、その経過をまとめてみる。最初は早稲田大学で開発した技術で銅板をU字形に曲げて溶接部を覆った鉄筋の溶接方法であった。これは神戸製鋼KEN法の原点である。研究は神戸製鋼と共同で行い、CO₂溶接の適用と溶接部の防風対策を含めた技術開発を行った。理想的な溶接方法を開発しようという意気込みで、ほぼ完全な防風対策がなされた。昭和の時代は鉄筋の溶接工法といえばKEN法と、これを参考にして開発した日本鋼管のNKE法だけであった。

多くの工事がこの2工法で行われたが、やや致命的な欠陥があった。溶接部をほぼ完全に覆って防風対策に力を入れたことが、溶接作業の難しさとなってしまった。溶接ワイヤを差し込む口が小さく、ルート部の溶接不良が多発してしまった。さらに銅裏当ては導電性であり、溶接アークによる銅の損傷が大きく、高価な銅裏当ては、溶接コストの高騰につながってしまった。このような欠点はあったが神戸製鋼、日本鋼管という大企業のカモあり、昭和60年代まで、鉄筋の溶接といえばこの2工法だけともいえる状態であった。

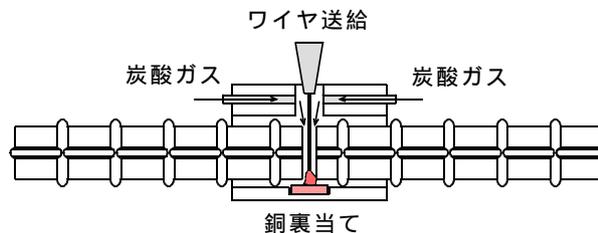


図-1 銅裏当て溶接の概念図

ところが昭和60年代から平成になって、びっくりする事態が発生した。関西で銅板裏当ての鉄筋溶接が大量に使われ始めたのである。昭和40年代初期、鋼材クラブ（現在の日本鉄鋼連盟）で鉄筋の溶接の研究（参考文献3）を行い、その結果として外観検査のできない銅板裏当ては避けた方が良いという結果（残念ながら未発表）が出ていたからである。この委員会には大手建設会社すべてが参加していたのであるが、さらに大阪府、大阪市はとんでもない事態を危惧していた。接合する鉄筋を開先0に近い形で付き合わせ、銅板を裏当てとし、上だけ溶接することがあるとの噂が広がったからである。外観では完全な溶接と全く区別がつかない。

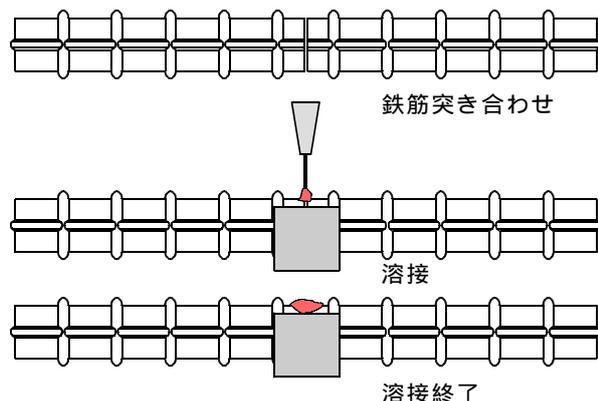


図-2 平成初期 関西で噂された鉄筋溶接

筆者は昭和51年に愛知工業大学に移ったが、この事態に平成元年から鋼板裏当てでない鉄筋の溶接方法の開発を行うこととなった。この研究は大阪府（大阪府立産業技術総合研究所）の全面的なバックアップを受けた。外観検査ができるためには、溶接後、裏当てが除去できなければならない。これには銅裏当てが適している。しかし銅は高価であり、KEN、NKE法が実用化されている。そこでセラミックス製の裏当てを開発することになった。開発は順調に進み、平成3年には実用化された。名前はCeramics Backingを略してCB工法とした。最初の大工事は宮崎県の宮崎フェニックスリゾート（清水建設、日本国土開発他）であった。その後、大阪市、大阪府の協力もあり、関西での使用量は増加した。またCB工法は大阪府と尾形素臣他の特許が成立した。CB工法の特許権者は大阪府知事山田勇、愛知工業大学教授尾形素臣他2名であるが、山田勇氏は横山ノックさんである。大阪府の意向で、関西を拠点とする鉄筋溶接工事業者に、CB工法技術を公開している。ただし技術水準を保つためCB工法協会を設立し、その指導のもとに溶接工事を行うこととしている。現在では鉄筋溶接継ぎ手のシェアNo.1の地位を占めている。大阪府との研究に当たり、鋼板裏当てについても検討したので、その課題を紹介する。

裏当て鋼板の厚さ

鋼板の厚さを4mm、6mm、8mm、10mmと変えた場合、鉄筋溶接の適切条件といえる200Aの電流を10秒流した場合、アークが突き抜けるかを検討した。4mm、6mmでは突き抜けたが、8mm、10mmでは突き抜けなかった。裏当ての厚さとして安全を見れば10mm程度の厚さが必要であることが明らかになった。鉄骨構造では裏当ての厚さを10mm程度としているので、当然の結果といえる。

裏当て鋼板の幅

裏当ての厚くして幅を狭めることが可能か検討した。厚さ6mm、幅15mmで溶接を行った。予想通りアークが漏れてしまった。

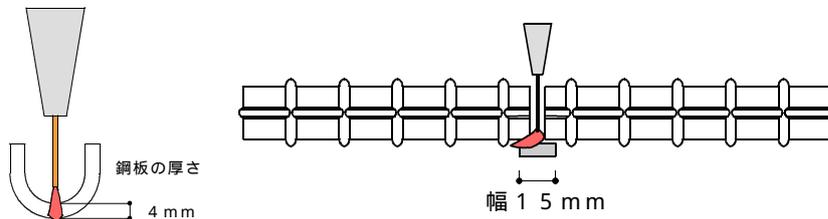


図 - 3 裏当て鋼板の厚さと幅

以上の結果を踏まえ、鋼板裏当てをやめ、セラミックス製裏当てを採用した。セラミックス製裏当てでは250A以上の大電流でも、アークが漏れることなく、溶け込みの深い溶接部が得られた。6mm以下の鋼板裏当てでは電流を上げることが難しいため、どうしても溶け込みが浅くなり、溶接初層の不溶着が多発し、良好な溶接部ができなかった。

最近、日本建築センターの評定を得た複数の工法が使用されるようになってきました。その多くが鋼板裏当てです。前述のような危惧は超音波探傷検査によって克服されていると想像されます。しかし、鋼板裏当てでは鋼板がじゃまをして、十分な探傷ができません。NTなどの鋼板裏当て溶接方法は、どのようになっているのでしょうか。

図 - 4 に示すように、超音波探傷の探触子は探触子から10mm以内の距離は探傷が困難です。さらに探触子は遠視です。近くがよく見えないのです。このため溶接表面の欠陥は検出できません。たとえ、ある程度可能であっても、不溶着とリブやフシの凹凸との区別ができません。また鉄筋のリブから音波を入れるため、周辺領域は探傷が困難です。鋼板裏当てではルート部および外周部の検査は鋼板が溶着しているのほぼ不可能に近いものとなります。このような事実を踏まえ、大阪府の担当者と協議を続け、外観検査の可能なセラミックス裏当ての鉄筋溶接を普及させるべきだと結論に達しました。筆者が開発したSB工法も鋼板裏当てであり、検査については信頼性に欠けます。なるべくCB工法をお使いください。

参考文献

1. 鶴田明「鉄筋溶接の方法・形式・強さ及経費等に就て」建築雑誌53号日本建築学会 昭和13年12月
2. 鶴田明、尾形素臣他「鉄筋のエンクローズ溶接」日本建築学会論文報告集 昭和42年10月
3. 社団法人鋼材倶楽部「鉄筋のアーク溶接設計施工指針・同解説」昭和42年

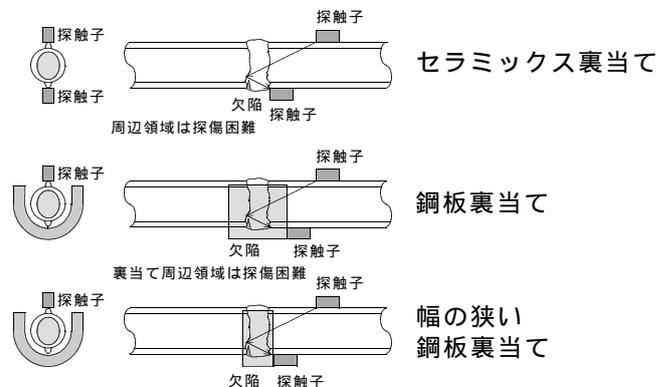


図 - 4 超音波探傷の限界

CB工法協会 会長 尾形素臣
 愛知工業大学総合技術研究所 411号室
 〒470-0356 愛知県豊田市八草町八千草1247
 TEL FAX 0565-48-9151