

ビルトアップHを効率よく作る―第2報―

～建築構造用高性能鋼 590N級鋼板の高能率施工の検討～

Report of High Efficiency Procedures on SA440

増井 利弘

Toshihiro MASUI

川田工業株式会社生産本部四国工場長

湯田 誠

Makoto YUDA

川田工業株式会社生産本部溶接研究室係長

米倉 健二

Kenji YONEKURA

川田工業株式会社生産本部溶接研究室

最近の構造物の高層化・大型化に伴い、従来の490N級鋼板を使用したのでは過大な板厚となり、溶接施工に大きな負荷が掛かるという問題が生じてきます。

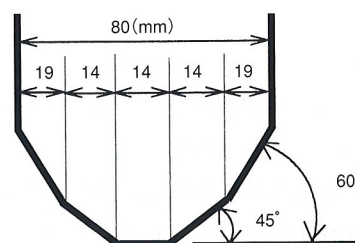
そこで、鋼材の板厚を抑え軽量化を図るとともに、優れた溶接施工性を備えた高強度・高性能鋼材の使用頻度が高まってきています。このようななか、超高層建築物の柱形状にH柱（H形鋼・ビルトアップH）が採用されるケースも見られるようになりました。前報でも報告したようにビルトアップH隅肉溶接部の施工には、高能率施工法として深溶け込み溶接法が適用されていますが、極厚部材においては多層溶接となるため、パス数の低減および施工性の優れた高能率施工法が望まれます。

今回は、板厚80mmの建築構造用高性能590N級鋼材（SA440C）を供試鋼板とし、極厚ビルトアップHの高能率施工の検討を試みた結果を報告します。

建築構造用高性能590N級鋼板は、最新の工業生産技術を駆使し、建築用部材として具備されるべき特徴を最大限に盛り込んだ高張力鋼であり、従来の鋼板と比べて機械的性質・溶接施工面で格段の改善がなされています。

溶接施工

今回検討を行うに当たり、ウェブ開先形状を下图に示すように二段開先としました。これは、初層の余盛り高さを開先の折れ点以上に設定することで、初層のスラグ剥離性の向上と初層高温割れの防止を目指しています。さらに、初層部に大入熱を適用することで、ガウジング作業を省いた完全溶け込み溶接を目指しました。また、下表の入熱制限推奨値（施工指針¹⁾）に示すように、溶接部位と溶接方法に応じて入熱量上限値が決められており、本検討においても適用溶接入熱量は200kJ/cm以下としました。



開先形状

建築構造用高性能 590N級鋼板の概要

目標性能	特徴
部材の塑性変形能力の確保	降伏比の上限の規定： 80%以下
鋼材の機械的性質のバラツキを少なくし、設計の信頼性を向上	降伏点の上下限の規定： 540～720 N/mm ²
高靱性化	吸収エネルギーの規定： 47J以上（0℃）
高い溶接施工性の確保	低炭素当量化 低溶接割れ感受性組成化 低不純物化（P，S）

入熱制限推奨値（上限値）¹⁾

溶接部位	溶接方法	入熱量 (kJ/cm)
隅肉	SAW	200
	GMAW	70

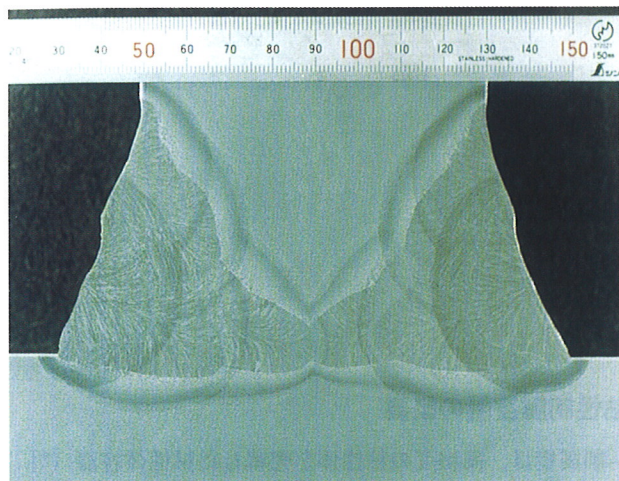
適用溶接入熱

パス	溶接入熱
1～5	90～170 kJ/cm

溶接結果

(1) 外観・マクロ試験

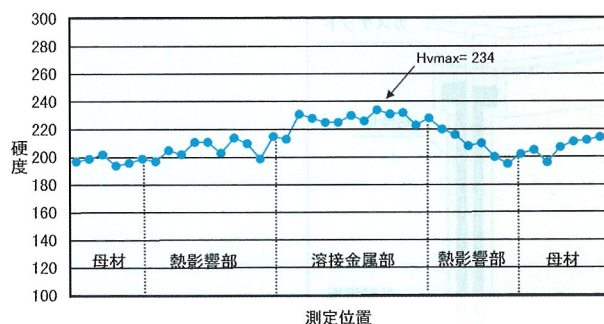
以下にマクロ組織写真を示します。溶け込み状態は良好であり、欠陥等は確認されませんでした。



マクロ写真

(2) 硬度試験結果

測定ラインはウェブ板厚の $t/2$, $t/4$, ビード表面 2mm の3カ所測定しました。 $H_{Vmax}=234, 229, 255$ (ともに溶接金属部) と各ラインとも一般的な目安とされる $H_{Vmax} \leq 350$ を十分満足しました。また、熱影響部の硬度も母材と同程度であり、熱影響部の軟化についても顕著な結果は見られませんでした。



ウェブ板厚 $t/2$ の硬度分布

(3) 溶接金属引張試験結果

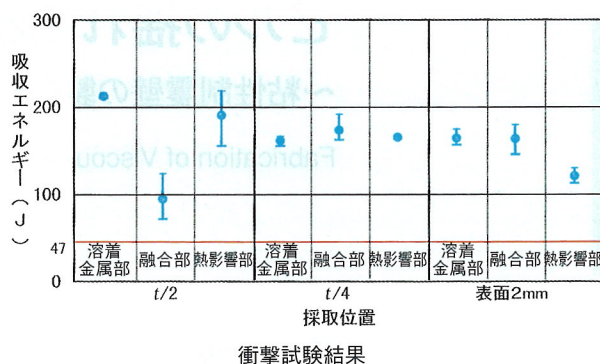
試験結果を下の表に示します。規格値を満足し良好な性能を有していることが確認できました。

溶接金属引張試験結果

採取位置	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)
B	638	694	28	70
F	616	690	27	72

(4) 衝撃試験結果

次の図に衝撃試験結果を示します。ノッチ位置 $t/2$ の融合部が他の部位に比べて低位でしたが、各位置とも母材規格値の47Jを満足しています。

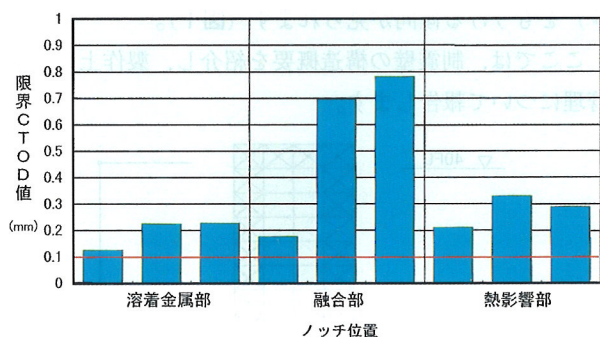


衝撃試験結果

(5) CTOD 試験結果

兵庫県南部地震では建築鉄骨の溶接接合部に多くの被害が見られました。以来、鋼材のみならず、溶接接合部における破壊靱性値の調査が各方面で行われています。このような現状をふまえ、大入熱を伴った本施工法においても同様の評価を行いました。下図に試験結果を示します。

最大入熱量約 170 kJ/cm の大入熱施工でしたが、各ノッチ位置とも、限界 CTOD 値は $\delta_c \geq 0.1$ mm でした。



CTOD 試験結果

おわりに

今回、板厚 80mm SA440C ビルトアップ H 施工の検討を行い、片面 5 パス施工による完全溶け込み溶接条件を設定することができました。各パス、特に初層におけるスラグ剥離性も良好であり施工面においても問題となる点は見られませんでした。また、最大入熱量約 170 kJ/cm の大入熱施工でしたが、各種機械試験結果も満足していることから、実施工においても十分適用可能と思われます。

参考文献

- 1) (社) 鋼材倶楽部高性能鋼利用技術小委員会：建築構造用高性能鋼 590N 級鋼材設計・溶接施工指針。