

(Ⅵ-25) 極厚鋼板を用いた鉄道駅部鋼ラーメン柱の現場溶接継手施工について

東日本旅客鉄道(株) 正 員 ○後藤 貴士
 東日本旅客鉄道(株) 正 員 伊藤兼三郎
 東日本旅客鉄道(株) 正 員 梅田 孝夫

1. はじめに

中央線東京駅付近重層化計画において、駅部高架橋は4ブロックからなる2層(地上よりホーム面の3Fまで約15.0m)の鋼ラーメン高架橋である。高架橋の全長は約283mで計画され、線路方向は3径間と5径間からなり、線路直角方向は2径間で、各ラーメン間は桁構造(合成桁)である。

この高架橋の柱は列車荷重の影響を受けるほか、駅構内通路及びホーム上に設置されること並びに駅設備の配置上から極力細くする必要が生じた。そのため一部の柱の短辺の最小幅は80cmの箱型断面とし、ラーメン隅角部を含む大半の部材の材質はSM570Q材で、疲労の影響を受ける鉄道鋼構造物では珍しい最大板厚75mmまでを許容とした。また、タワークレーンによる架設時の吊上げ能力より、各層間の柱に2箇所の現場溶接継手部を設けた。本稿では、このような極厚鋼板による溶接施工試験を実施したので報告する。

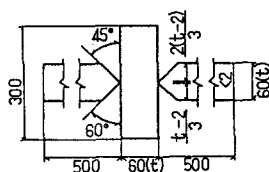
2. 現場溶接の検討

今回使用したSM570Q材は、熱に対して敏感な鋼材でかつ極厚板であることから、溶接にあたっては慎重な配慮が必要である。そのために、ミルメーカーにおいて試験片の採取位置 $1/2t$ (t :母材厚さ)での引張、衝撃、硬さなどの機械試験を実施した。また、ラーメン隅角部における柱とはりの仕口部は、柱鋼材を通してはり部材(箱形)を突合せ溶接した十字継手の構造となるためラメラテアの発生が考えられる。そこで、柱の鋼材は耐ラメラテア鋼(クラスZ15:厚さ方向の絞り値)を使用することにし、その試験方法は、JIS G3199(鋼板及び平鋼の厚さ方向特性)によって行い、確認した。

2.1 工場製作時の溶接施工試験

ラーメン隅角部の柱・はり仕口部の溶接継手は拘束力が大きく、また列車荷重による繰返し応力が作用する。そのため、製作メーカーにて実施工に先立ち、使用鋼材の材料特性を把握し、仕口部継手に対する溶接材料と方法の適合性及び継手性能を確認する目的で行った。表1に試験の概要を示す。また、図1に十字継手の試験体と各試験片の採取位置を図2に板厚方向(Z方向)の引張試験片の採取位置の例を示す。

(断面)



(平面)

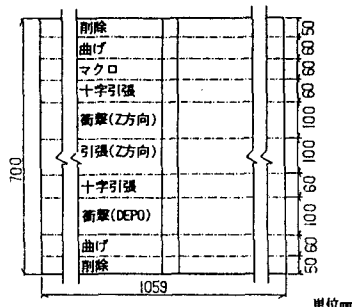


図1 十字継手の試験体

表1 試験の概要

材質	SM570Q ($t=57\text{mm} \sim 62\text{mm}$)		
試験目的	母材特性と溶接性		溶接継手特性
試験項目	斜めY形拘束引張試験	Z方向拘束引張試験	十字突合せ溶接試験
開先形状	斜めY形・スリット2mm	K形十字・開先角度 $40^\circ \sim 60^\circ$	K形十字・開先角度 $45^\circ \sim 60^\circ$
溶接方法	CO ₂ 半自動溶接(下向き)		
溶接材料	500N/mm ² 級高張力鋼用CO ₂ ソリッドワイヤー		
試験項目	浸透探傷試験 マクロ試験		超音波探傷試験 引張試験(Z方向) 十字引張試験 マクロ・硬さ試験 衝撃試験

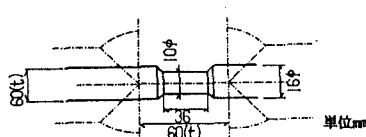


図2 板厚方向(Z方向)の引張試験片

2.2 現場溶接施工試験

柱の現場溶接継手部の溶接作業は、断面が小さく内側からの作業が困難なため片開先形状で外側からの溶接作業とした。そこで、現場施工に先立ち、製作メーカーと同様に溶接施工性、溶接継手部の性能及び品質の健全度等を考慮して、①開先形状②ルート間隔③裏あて材の材質④余熱温度⑤パス間温度⑥上下部材鋼板の許容目違い量⑦継手部強度等について確認することにした。そこで、現場で実際に作業する溶接工により、箱形断面の2辺を想定したL形の試験体を製作し、引張、曲げ、衝撃、マクロ及び硬さの各試験を行った。図3に試験体採用した裏あて材取付状況を示す。次に、L形試験体の結果を取り入れて、図4に示した実構造物大の試験体A（柱断面が変化）、B（柱断面が一定）によりマクロ試験を行った。なお、試験体の開先形状は過去の施工実績等に基づいて決定したものである。

3. 溶接施工試験及び現場施工結果

ミルメーカーによる各種材料試験の結果は母材の規定値を十分に満足しており、特に耐ラメラテア鋼としての性能を確認するために行った板厚方向の引張試験結果は、絞り値及び伸び値も良好な鋼材であった。

一方、製作メーカーによる十字継手に関する溶接施工試験についても同様に、引張試験値及び板厚方向絞り値等が継手部に要求する規定値を十分に満足する結果が得られ、適合する溶接材料及び余熱温度等の確認ができた。また、現場溶接施工試験では可撓性裏あて材として、セラミック系とフラックス系により満足できる裏波溶接の施工が可能となった。同時に、マクロ試験結果より所定の余熱及びパス間温度等の溶接条件が確認できた。さらに超音波自動探傷試験結果から、施工条件としてエンドタブを設けることで柱断面コーナー部の処理についても対処できること、また製作及び架設時から発生すると思われる目違い量を想定して2mm未満の目違い量を設けた試験体から、溶接性能に問題がないことが確認できた。なお、この時点で実際の現場溶接部に対する探傷要領を把握した。

現場溶接継手部実施工での溶接部欠陥等の発生状況は、外観検査と合せて前述の超音波自動探傷試験により確認した。なお、超音波自動探傷試験の検査箇所としては、主に設計で疲労の照査に適用した鉄道構造物等設計標準（平成4年）の疲労等級F区分の継手強度(650kgf/cm²)と、設計計算上で部材に発生する作用応力範囲とを比較して決定した。

4. おわりに

現在、東京駅では改良工事を進めているところである。今回のように列車荷重を受ける鉄道鋼構造物において、調質鋼の厚板鋼板を用いた例は稀である。しかし、今後は建設場所の制約条件により、柱部材断面の細小化の傾向が予想されるなかで、現場架設に向けてミルメーカー、製作メーカー及び現場架設業者の三者にて、一連の施工試験等を実施した本稿が少しでも参考になれば幸いである。

〔参考文献〕 1) 溶接開先標準（社団法人 日本鋼構造協会）1992

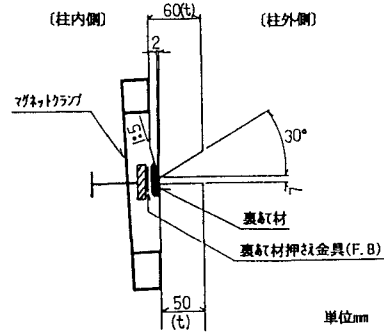


図3 裏あて材取付状況

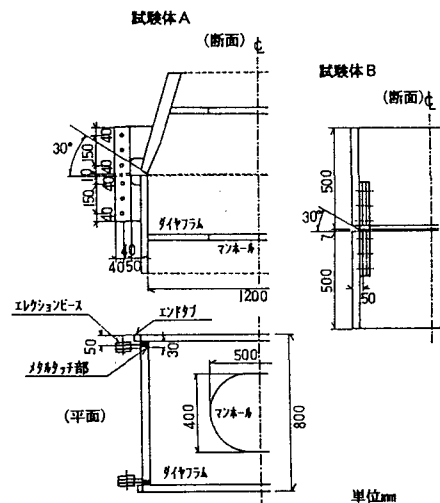


図4 実構造物大試験体