報　告

特異な梁形状を有する建築鉄骨の施工試験および製作報告

Welding Test and Fabrication of Steel Frames with Peculiar Beam Shapes

中　野　秀　二[*1]　大　月　真　一[*2]　田　中　正　俊[*3]
Shuji NAKANO　Sinichi OTSUKI　Masatoshi TANAKA

Summary

In the fabrication of steel structures with peculiar beam shapes (beam with steel-plate assembly with channnel shape), welding and fabricating test were carried out to confirm assembly, welding and straightenig conditions. In this paper, we report that favorable results were gained in fabrication and in on-site construction work.

キーワード：溝形梁、施工試験、材料供取り

1．はじめに

この度、港区台場に建設される「株式会社乃村工藝社本社ビル新築工事」の建築鉄骨製作にさいして、建物外周梁の形状が鋼板組立溝形でかつ、偏芯した位置に鉛直ブレースが取り付くという、特異な構造の鉄骨梁を製作した。鉄骨製作としては難易度の高い構造であり、事前に行った試験および製作過程を報告する。

本工事の施工に際しては、この鋼板組立溝形梁（以降は溝形梁と呼ぶ）をいかに製作するかが、工程上・経済上および品質上重要であると考えられた。溝形梁の断面形状は［－600×310×28および［－600×310×40である。

検討を要する重要な事項は以下である。

① 組立方法
② 溶接方法
③ 矯正方法

2．製作方針の検討

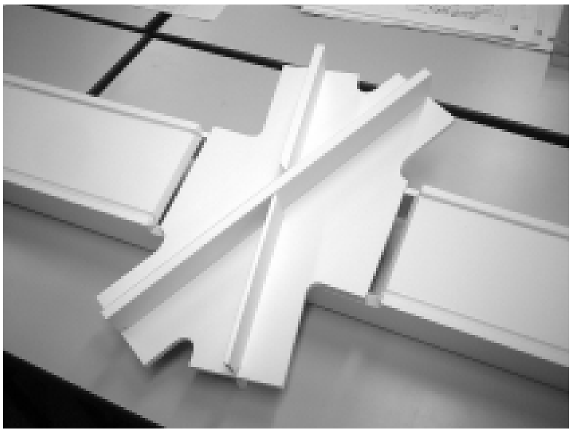
1項に列挙した三つの検討事項は単独に存在するのではなく、総合的に考えて製作の基本方針を決定する必要があった。考慮する事項は下記である。

① 組立は溝形または箱形製作して切断するか
② 溶接方法はサブマージ溶接または炭酸ガス半自動溶接か
③ 矯正は機械矯正か加熱矯正か、また矯正可能であるか

これらの各項目の選択は、それぞれ関連しあっており、検討会議にて以下の様に方針を立てた。

基本方針

① 箱形にて製作し切断分割する方法は切断に困難が伴う。また大きなねじれ変形の発生が予想されるので、組立は溝形とする。
② 溶接方法は部分的に溶接を進める炭酸ガス半自動溶接ではねじれを伴う変形が大きいと考えられる、二線同時に高速溶接する四面ボックス柱の製作技術を応用しツイン二電極サブマージ溶接とする。
③ 矯正方法は加熱矯正とする。
④ 溝形梁の製作は各製品の共通部位を一括製作して切断する供取り方法を採用する。



写真－1　溝形梁の模型（ブレース交差部）

[*1]㈱宮地鐵工所　生産本部松本工場品質管理部長
[*2]㈱宮地鐵工所　生産本部松本工場製造部製造課課長代理
[*3]㈱宮地鐵工所　生産本部松本工場品質管理部品質管理課

３．事前試験

基本方針に従い事前試験を計画した。確認する事項を以下の様に設定した。

(1) 確認事項

①　組立方法
・偏芯した溶接量に対する溝形梁の拘束の程度
・適した１ブロック製作長さ
②　溶接方法
・要求される継手性能に対する開先形状
・　　　　〃　　　　　　　　溶接条件
・外観、超音波探傷試験、マクロ試験
③　矯正方法
・発生する変形量の把握
・加熱矯正程度

(2) 試験計画

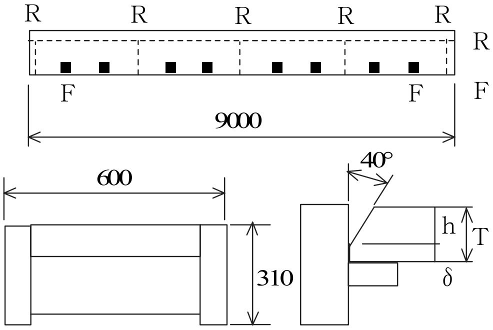
①　組立方法
・四面ボックス柱の製作設備および供取り計画から適した製作長さは９～10ｍ程度とする。
・形状保持のための鋼板は2.5～3.0ｍ間隔とする。
・形状保持のための束材は約1.0ｍ間隔とする。
②　溶接方法
要求される継手性能は「28mmと40mmいずれも部分溶込み仕様（ただし、不溶着は2mm以下）」である。これまでの四面ボックス柱製作の経験から以下を設定する。

開先形状
28mm　開先深さ19mm　フェイス9mm　レ形40°
40mm　開先深さ27mm　フェイス13mm　レ形40°
溶接条件
28mm　四面ボックス柱22ｍｍに相当する溶接条件
40mm　四面ボックス柱28ｍｍに相当する溶接条件

③　矯正方法
溶接後に発生する変形挙動を明らかにし、加熱矯正の方法を把握する。
④　外観検査・超音波探傷試験・マクロ試験を実施する。

(3) 施工試験体

試験体は［－600×310×28および［－600×310×40とも長さ9.0ｍとし拘束板（25mm）と束材（FB－50×25）を取り付けた。施工試験体の形状を示す。



T	h	δ
28	19	9
40	27	13

図－１　施工試験体図

４．試験結果

事前試験の結果を示す。

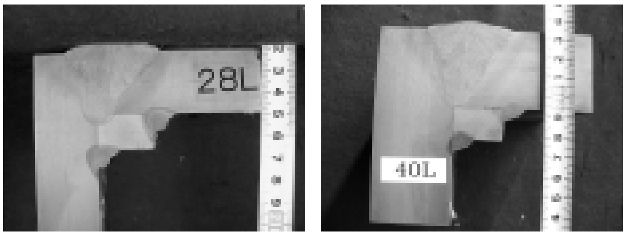
①　継手性能
超音波探傷試験より内部欠陥の発生はなくまた、溶込み深さも板厚に対しておよそ±1.0mmの範囲であり、要求品質を満足する。40mmの場合の超音波探傷試験による溶込み深さ測定結果を示す。

表－１

（単位mm）

測定部位	①	②	③	④	⑤
溶込み深さ	40	39	40	39	39

マクロ試験の結果を写真に示す。



28mm　　　40mm

写真－２　マクロ試験写真

四面ボックス柱の製作技術を応用した結果、外観および内部品質は良好である。

②　発生変形量
40mmの場合の変形量を表に示す。測定部位は４等分の位置である。

表－２

（単位mm）

工程	測定部位					収縮量
	①	②	③	④	⑤	
溶接前	0	0	0	0	0	0
溶接直後	0		＋30		0	
15分後	0		＋5		0	
2時間後	0		－25		0	
18時間後	0	－40	－50	－40	0	－10
加熱矯正後	0	＋2	＋1.5	＋3	0	－12

凡例：符号＋は溶接側に凸　　－は溝側に凸

溶接直後は溶接線側に凸（山なり）を呈するが、時間経過と共に凹形状に変化し、冷却後は９ｍ部材の中央で約50ｍｍの変形量である（**写真－５**）。この変形量は一般的な加熱矯正技術で十分可能であり、ねじれ現象は全く発生しなかった（**写真－６**）。溶接と加熱矯正の長手方向の収縮代は合わせて約1.0mm／ｍ、梁成方向は1.0mmであり、設定した拘束条件で組立が解体することもなく十分であることが分かった。拘束材を除去すると梁成が1.0～1.5mmマイナスすることが分かったためそのまま残すこととした。また、矯正後の試験体を３分割切断しても変形は発生せず供取りするに際して何ら問題のないことが分かった。詳細は省略するが28mmの場合もほぼ同様の傾向を示した。以上のことから本施工での施工条件が確認できた。

試験工程を写真に示す。

溝形梁を組立てた状況

写真－３　試験体端部状況

ツイン二電極サブマージ溶接の溶接状況

写真－４　溶接

冷却後、中央部で約50mm変形した状況

写真－５　変形状況

加熱矯正状況

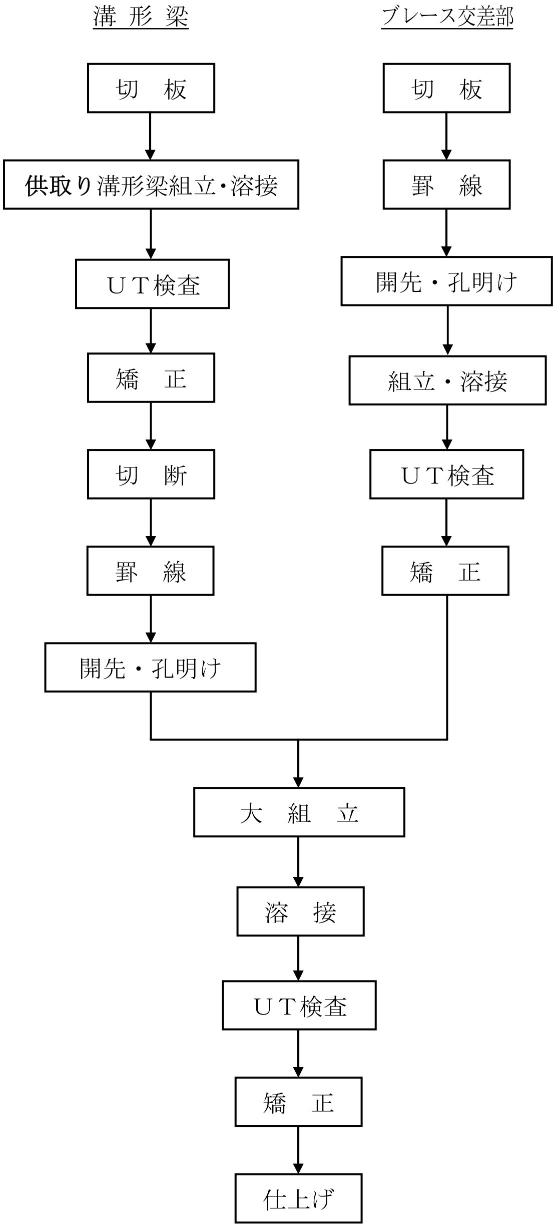
写真－６　加熱矯正作業

５．製作状況

施工試験の結果を踏まえ製作図から、溝形梁供取りの１ブロックが９～10mでかつ、拘束材が本体加工に影響のない位置になるように設定した溝形梁用の二次加工図を作成した。溝形梁の溶接条件は超音波探傷試験の結果から、先行電極の電流を調整して溶込み量を改善した。**写真－７**に溝形梁の供取り状況を示す。また、本工事製

作の難易点のもう一点は、**写真－1**の模型に示す様に溝形梁のウェブ面に鉛直ブレース取合い仕口が付くことである。これに対しての対策はブレース交差部と溝形梁部材を別々に先行製作し矯正後、それぞれの部品をドッキングすることで、製作効率と品質を確保することが出来た。**写真－8**にブレース交差部、**写真－9**に溝形梁とブレース交差部の組立溶接状況を示す。製作過程のフローを**図－2**に示す。

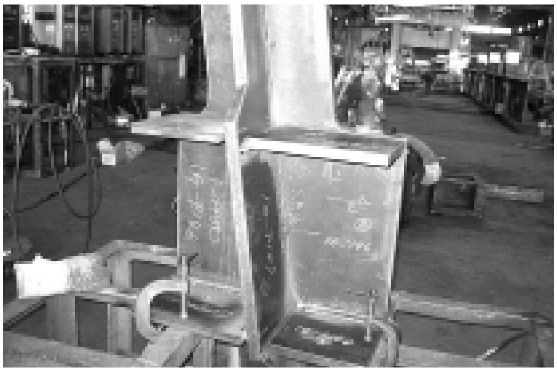
製作過程の写真を示す（**図－7～図－11**）。



図－2　製作フロー

9～10mで製作しバンドソーで切断した状況

写真－7　溝形梁の供取り状況



ブレース交差部の製作

写真－8　ブレース交差部

溝形梁とブレース交差部を組立て溶接する

写真－9　溝形梁とブレース交差部のドッキング

一般部を示す

写真－10　完成した製品（一般部）

出隅部の複雑な部位を示す
写真－11　完成した製品（出隅部）

6．まとめ

写真－10および**11**に完成した製品の一例を示すが、鉄骨製作としては難易度が高いと思われる構造であった。しかし、事前試験を実施、施工条件を確立して製作した結果、工場製作および現場施工いずれも問題なく進めることが出来た。

今後、本報告が類似した構造物の製作の参考になれば幸いである。

以上で報告を終わりますが、株式会社乃村工藝社には本技報への掲載を快く御承諾頂きありがとうございました。また、試験および製作に当たり株式会社日建設計および株式会社大林組の関係各位には多大な御指導を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

2007.9.26　受付

グラビア写真説明

待月橋

待月橋は、東海随一の紅葉の名所「香嵐渓」内を流れる矢作川支流の巴川上に架かる橋梁であり、香嵐渓のシンボルです。香嵐渓の紅葉シーズンのピーク時には、1日に約36,000人が訪れ、待月橋を渡るため大変混雑していたので、歩行者の円滑な移動及び安全性を確保すると共に、拡幅により緊急車両の通行を可能とし、近隣住居等の安全性確保を目的に今回、架け替える事になりました。そのため旧橋のイメージを残しながら、周辺環境と調和を図った美しく品格のある景観に配慮した橋梁にすべく、舗装部や親柱・欄干部は、地元足助産の桧を使用したり、旧橋のスタイルであった太鼓形状や赤い橋という印象を現代風にアレンジし、架設工法についても周辺への影響を考慮し、ケーブルクレーン斜吊り工法を採用するなどしています。

本橋が、これから香嵐渓のシンボルとして地元の方々や観光客の方々に愛され続ける事を願っています。

（佐竹 正行）

大河原橋

本橋梁は、滋賀県甲賀市土山町に流れる一級河川野洲川に架かりました.
三重県四日市市～大阪府池田市に至る一般国道477号線という事であり、2府2県を経由する重要な路線です.

山間部での冬季施工という事もあり、気象条件も厳しい中での工事となりましたが、大変自然豊かな地域で、観光又は帰省時にはこの橋梁が沢山の方々に活用される事を期待しております.　（淵上 哲也）

竹田第3工区（その3）鋼桁工事

本橋は、阪神高速8号京都線の上鳥羽出入口～巨椋池ICを結ぶために計画され、京都～大阪を結ぶ新たなネットワークとして開通されました。元々京都～大阪間は、国道1号線が主流ルートであったために、慢性的な交通集中による渋滞が発生していましたが、第2京阪道路と今般の開通により、大幅な渋滞緩和が現実の物となり、CO_2・NO_x・SPMの総排出量の削減など、京都市内の「環境改善」にも大きく寄与されました。

また、今回の開通で名神高速・京滋バイパスを南北に結び、都心から南部へ、そして近畿各地へのネットワークを効率的に交流促進するなど、この区間の開通が今後利便性の向上・地域間交流の活性化を計り、更に計画されている京都中心部から東部（山科）を結ぶ新たなルート計画からも益々広地域のアクセス道路として活用される事でしょう。

（三橋　裕）