

三井造船(株)玉野事業所 正員 大久保 剛
 同 上 山内 良一
 大阪大学溶接工学研究所 正員 堀川 浩甫

1. まえがき

本州四国連絡橋公団の大型構造部材模型による調質高張力鋼を用いた疲労試験において、小型テストピースによる疲労耐力より低い応力でき裂が発生することが明らかとなっており、その原因はレ型部分溶込みかど溶接のルート部に生じる溶込みの不連続及びブローホール等の溶接欠陥が1つにあるとされ、施工法からの解決が必要とされている。またトラス弦材のような細長い部材の製作においては、ウエブ、フランジ等の加工精度も重要であるが、予熱によりしり、曲がりを生じ最終部材精度に最も影響を与えることを既に確認しており、その原因は予熱方法の不適正により箱断面と構成する部材間に不均一な熱膨張を生じている状態で仮付溶接をおこなったためと考えられている。そのため、予熱方法の検討が課題とされている。

以上より、トラス弦材製作における問題点について検討した結果を報告する。

2. 溶接施工法の検討

(1) 溶接方法の検討 疲労を考慮しかつ調質高張力鋼を使用するためには、部分溶込み溶接のルート部の溶接欠陥をなくし、かつ仮付との会合部等における溶込みの不連続をなくさなければならぬ。そのためには、初層溶接においては仮付部が再溶融されるような深い溶込みが必要である。また低温割れ、高温割れ、切欠じん性等の継手性能においても秀れていなければならぬ。さらに工場で少量に製作するため、経済性や作業性に秀れた扱い易い溶接法でもあるべきである。そのため、一般に使用されている溶接方法の中でも特に継手性能のすぐれたMIG溶接法を適用することとした。

(2) 開先形状の検討 トラス弦材のかど継手には、完全溶込み溶接、部分溶込み溶接、あるいはすみ肉溶接が用いられているが、なかでも部分溶込み溶接は溶接量を少なくすることができ、かつ溶接の自動化に適していることなどから港大橋等に適用されるなど、今後とも増加するものと考えられていた。ところが疲労を考慮する鉄道橋等においては、レ型部分溶込み溶接部に生じる溶接欠陥から疲労き裂が発生する可能性が明らかになったため、部分溶込み溶接においては、開先形状の検討が必要となった。

ルート部に発生する溶接欠陥を防止するために、図-1に示すレ型開先とJ型開先について溶込み深さ、ルート部の連続性について調査した。写真-1は初層溶接の断面マフロ写真を示しているが、レ型開先の溶込み深さは2.5~3.0mmであるのに対して、J型開先では5.5~6.1mmである。写真-2は初層溶接の破面写真を示しているが、ルート部の連続性に関してもJ型開先は秀れていることが明らかである。これはJ型開先とすることによりルート部近傍の開先断面積が大きくなり、その結果溶融金属の先行が防止されたものと思われる。

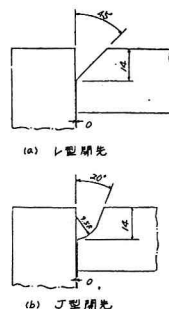


図-1 開先形状詳細

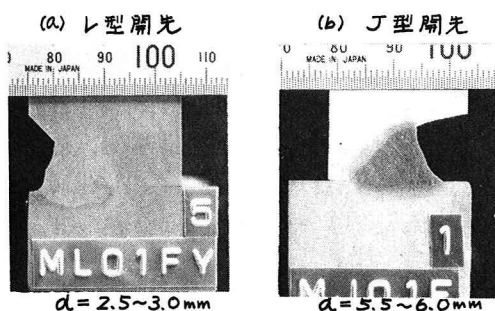


写真-1 レ型開先とJ型開先の溶込み形状

さらに仮付溶接においてもレ型開先と比較してJ型開先の方がど厚が薄くなるために、初層溶接において仮付を再溶融しやすいことなどJ型開先は有利な点が多い。

(3) 溶接欠陥の防止方法

ルート部に発生する溶接欠陥の防止のためには溶接方法や開先形状の検討のみならず、さうに種々の施工法における管理が必要である。写真-3はルート部に開口しているブローホルの一例を示すが、その発生原因は開先部に残存する異物が溶接時に気泡となったものと考えられており、その防止のためには、開先をいかに清浄に管理するかという問題があると考えられる。

ルート部底面の不連続や凹凸は、ルート間隔が開いていることが原因となるものや、アーク発生異変が変動することが原因となるものなどが考えられるが、これも製作時の施工管理の良否に起因しているものと考えられる。

3. パイロットメンバー製作実験

トラス弦材かど継手の最適溶接施工法を確認し、製作精度を調査する目的で、図-2に示す大型トラス弦材パイロットメンバーを製作した。部材の最終のゆりや曲がり、仮付溶接時の不均一な予熱により生じたものであるということを確認している。そこで写真-4に示す箱断面が均一に熱膨張するような8点加熱式の対称予熱装置を開発し、2シーム同時の対称溶接法を採用したボックスガダーの製作実験をおこなった。この結果、図-2の表中に示すようにゆり、曲がりとも最大3mmと小さな値となることを確認された。

またかど継手溶接部は破面試験、マクロ試験においてどちらも良好であることを確認された。

4. まとめ

トラス弦材の製作において課題とされていた問題点について検討した結果、部分溶込み溶接においては開先形状をJ型開先にし、従来の簡易なMIG溶接法を用いることにより溶接欠陥のない溶接が可能となった。またトラス弦材を仮付する際には、対称予熱法を用いることによりゆりや曲がりが生じないことを確認した。

参考文献

- (1) 80キロ鋼を使用したトラス格架構造の疲労試験、橋梁と基礎 78'9
- (2) レ型溶接縦方向継手を有する鋼部材の疲労強度、土木学会論文報告集
- (3) トラス弦材製作における問題点とその対策、橋梁と基礎 80'7 79'11

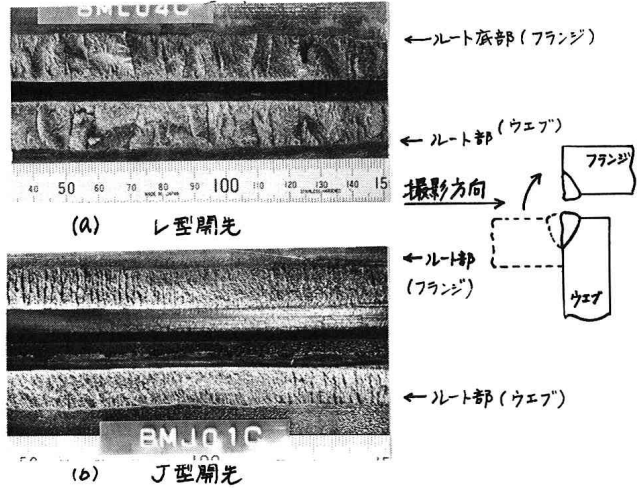
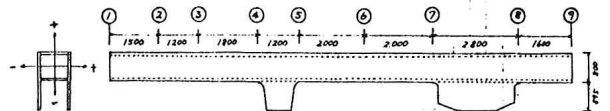


写真-2 レ型開先とJ型開先の破面形状



写真-3 ルート部に開口するブローホル
(ウェブ側プライマー塗布のまま溶接)



測定位置	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
長さ	1500	1200	1800	1200	2000	2000	2800	1600	
ゆり	0	1.0	1.5	0.5	0	0.5	-1.0	-1.0	0
曲がり	0.5	0.5	2.1	1.9	0.3	1.0	-0.9	-1.1	0

ゆり	0	0.5	-0.3	0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	-0.6
曲がり	0	0.5	0	-1.5	-2.0	-3.0	-3.0	-2.0	0

図-2 大型パイロットメンバーとゆりの組立精度

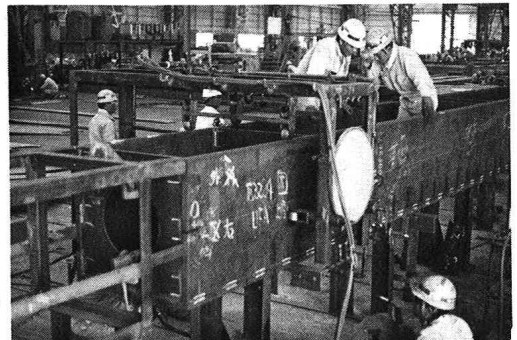


写真-4