

横打ち溶接されたスタッドの施工品質と溶接補修の適用拡大に関する基礎的研究

住友重機械工業 正会員 島本 昌輝 宮地鐵工所 正会員 辻 幸佐
 名古屋大学 正会員 館石 和雄 横河工事 正会員 射越 潤一

1. はじめに

スタッド溶接の品質には、溶接姿勢が影響を与える。すなわち、下向きの溶接作業においては、通常良好な品質の溶接が可能であるが、横向きの溶接は、特にスタッド径が大きくなった場合には余盛りの不整などの欠陥が生じやすい。しかし、スタッドの溶接は、部材の組立後に行われることが多いことから、溶接作業を常に下向きで行おうとすれば、部材の反転などの作業が必要となり、製作工程上厳しい条件となる。複雑な構造部位にスタッドの適用範囲が広がりつつある現在、スタッドを横向きで溶接することのニーズは増しているといえる。そこで本研究では、スタッドの横向き溶接の可能性を広げることが目的として、フラッシュが全周にわたって形成されていないスタッドを対象に溶接補修を実施し、それによる欠陥発生の有無や鋼材特性の変化などについて実験的に明らかにした。

2. 試験体および試験項目

試験体の一覧を表1に示す。スタッドは通常用いられる頭つきのタイプとし、その径は16,19,22mmの3種類とした。スタッドの鋼種はSS400相当である。TypeAはSM490YBの鋼板に22のスタッドを下向きに溶接したものであり、横向きとの比較のために制作したものである。TypeBはSM490YBの鋼板に、横向きにスタッドを溶接した試験体であり、その際、下向き溶接用のフェールを使用することにより意図的に図1に示すような偏肉を生じさせた。TypeBの一部の試験体に対して溶接補修を施した。これらの試験体に対して磁粉探傷試験、マクロ試験、硬さ試験、引張試験を行った。

表1 試験体

記号	板厚 mm	母材の 材質	スタッド径 mm	溶接 姿勢	溶接補 修	製作 本数
A	22	SM490 YB	22	下向	なし	4
B1			16,19,22	横向	なし	18
B2					有り	18

3. 横打ちされたスタッドの特性

スタッドの余盛り部をフラッシュと呼ぶが、フラッシュの高さ、幅について測定を行ったところ、横向きにおいても、下側に形成されるフラッシュの大きさは、下向きで溶接された場合のそれと比較して特に小さいということはなく、道路橋示方書の「余盛り」の条件を十分に満足している。

溶着断面のマクロ試験による観察の結果、フラッシュがスタッドを360°包囲していない場合においても、ほとんどの試験体においてスタッドの断面積分は母板に溶着していることが確認できた(図2)。すなわち、フラッシュが部分的に存在しないような外観を呈するスタッド溶接においても、軸部の断面積分は溶着しているものと考えられる。これはすなわち、表面からの溶接によって余盛りを追加することによる溶接補修の適用可能性を示すものである。

ただし、偏肉が大きいものについてはスタッド本体と母材との間に不溶着部が残されている例があり、この場合、外観からは不溶着部の存在を確認することは困難であり、また溶接を施しても再溶融が困難であると考えられ、溶接補修の効果は低いと考えられる。不溶着欠陥の有無を断面マクロの観察により調査し、偏肉角度および

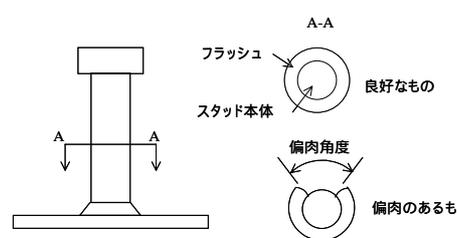


図1 偏肉角度の定義

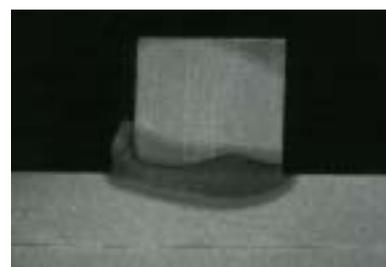


図2 断面マクロ写真の例

キーワード：スタッド，溶接姿勢，溶接補修

連絡先：〒799-1393 愛媛県東予市今在家 1501 番地 TEL0898-64-6915 FAX0898-64-6974

スタッド径で整理したものを図3に示す。16, 19においては偏肉角度が90°程度になると欠陥が発生している。22では欠陥の発生数も多く、また、偏肉角度の大小によらず欠陥が発生しやすい傾向がわかる。

4. 溶接補修

偏肉のスタッドについて溶接補修を行った。偏肉によってフラッシュが形成されていない箇所に溶接ビードを盛ることとし、溶接方法は現場溶接を想定して手溶接で行った。

(1) 磁粉探傷試験 溶接補修部に磁粉探傷試験を実施したところ、表面における割れは確認されなかった。

(2) ビード形状及び溶け込み 溶接補修部の断面マクロの観察では、スタッドの表面および母材へ1~2mm程度の溶け込みがあった(図4)。ただし、スタッド溶接時に深いアンダーカットや不溶着があった場合は、溶接補修によっても再溶融できていなかった。

(3) 硬さ試験 溶接補修を施していない場合と溶接補修を施した場合、双方とも、最大で400Hvを越えるものがあり、スタッド溶接を施工すると鋼材に著しい硬化が生じることを示している。ただし、補修溶接を施した場合の硬さの分布に、スタッド径や偏肉角度との明確な相関はみられず、その最大値は溶接補修を施していないもののそれとほぼ同レベルであったことより、溶接を施すことによる材料硬化は生じないといえる。

(4) 溶接補修による欠陥の発生状況 溶接補修部の断面マクロの観察では、一部の試験体において溶接補修を施しても深いアンダーカットは再溶融されず空隙として内部に残されたものがあった。溶接補修後に内部に残された欠陥の発生状況を、偏肉角度およびスタッド径で整理したものを図5に示す。16では有害と思われる欠陥はなく、19では偏肉角度の大きいものについて欠陥が観察された。22では偏肉角度に関係なく欠陥が観察された。

(5) 引張試験 偏肉のあるスタッド溶接およびそれに溶接補修を行ったものについて、JIS B 1198に示される方法に従って引張試験を実施した。大部分は軸部での破断であった。一部でブローホールおよび未溶着箇所があるスタッドについては、基部で破断したものがあつたが、その引張強度は、軸部で破断したものと同程度であり、溶着面積の減少に伴う強度減少はみられなかった。

5. まとめ

溶け込み性状、欠陥発生の特性、引張試験結果などから判断して、スタッド径が19mm以下で、偏肉の程度が90°以下であれば、溶接補修を行うことが可能であると考えられる。それ以上太径の場合や、偏肉程度が大きい場合には、アンダーカットなどの欠陥が生じやすいこと、溶接によってもその欠陥が修復できない場合があることなどから、溶接補修の適用は困難であると考えられる。ただし本研究では手溶接を用いたが、半自動溶接などを用いればより深い溶け込みが期待できることから、適用範囲は広がる可能性がある。

スタッド継手には、せん断抵抗性能や疲労抵抗性能が要求される。スタッドに溶接を施した際の力学的な挙動については、今後実験を行って明らかにする必要があると考えている。

本研究は鋼橋技術研究会施工部会(部会長:森猛法政大学教授)の活動の一環として行ったものである。

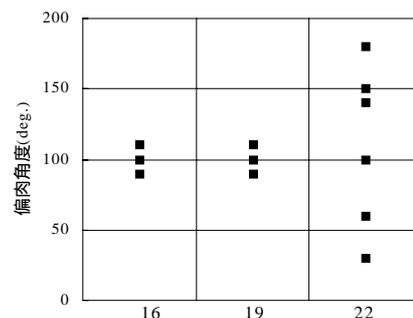


図3 欠陥が発生したスタッドの偏肉角度の

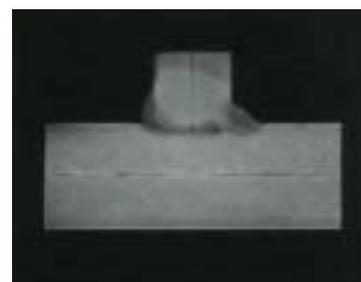


図4 溶接補修の断面マクロの例

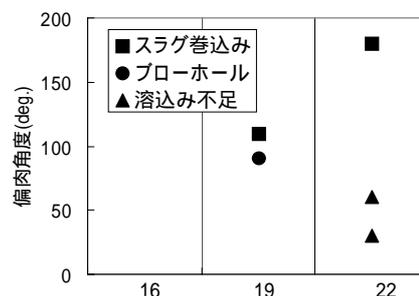


図5 溶接補修による欠陥の発生状