

摩擦接合用の高力スタッドボルト (F8T 相当) の開発

片山ストラテック 正会員 ○奥村 学, 彭 雪
 ダイヘンスタッド 非会員 石井博幸, 仲地健二郎

1. はじめに

閉断面部材の当て板補強では、片側からの施工が可能で、摩擦接合が適用できる高力ワンサイドボルトが補修工事等で広く使用されている。著者らは、鋼構造物の母材への孔明けが不要となるスタッドボルトによる当て板補強工法に着目し、摩擦接合用の高力スタッドボルト (F8T 相当) を開発した。摩擦接合用のスタッドボルトは、Uリブ鋼床版のデッキ下面補強用に開発された SM570 相当の高強度スタッドボルトの事例¹⁾があるが、高力ボルトと同じ F8T 相当まで高強度化された事例は無い。本研究では、高力スタッドボルトの溶接施工試験を実施して、溶接後のボルト性能および溶接性を検証した。

2. 溶接施工試験の概要

高力スタッドボルトの材料は、低炭素ボロン添加鋼 (炭素当量 $C_{eq}=0.42$) であり、強度等級が F8T 相当 ($\sigma_s=800\sim1000\text{N/mm}^2$) である。溶接施工試験では、呼び径 M22 (軸径 $\phi 22\text{mm}$) のスタッドボルトを使用し、試験用鋼板 (SM490A $t12<t16>\times 100\times 100$) に上向き姿勢でスタッド溶接した。

3. 性能試験

(1) 引張試験および曲げ試験

高力スタッドボルトの機械的性質を確認するため、引張試験および曲げ試験を実施した。試験体数は各 3 体とした。引張試験結果を表-1 に示す。破断位置は全てねじ部であり、引張強さは $903\sim909\text{N/mm}^2$ であった。曲げ試験では、 15° 曲げても溶接部に割れ等の欠陥が発生しなかった。試験後の外観写真を写真-1 に示す。

(2) ビッカース硬さ試験

スタッド溶接後の熱影響部に対して、ビッカース硬さ試験を実施した。硬さ試験結果を図-1 に示す。スタッド溶接後の最高硬さは、スタッド側の熱影響部で 352Hv であった。

表-1 引張試験結果

試験片 No.	母板 (mm)	引張荷重 (kN)	引張強さ (N/mm^2)	破断位置
1	t=16	275.5	909	ねじ部
2		274.2	905	ねじ部
3		273.5	903	ねじ部
	平均値	274.4	906	

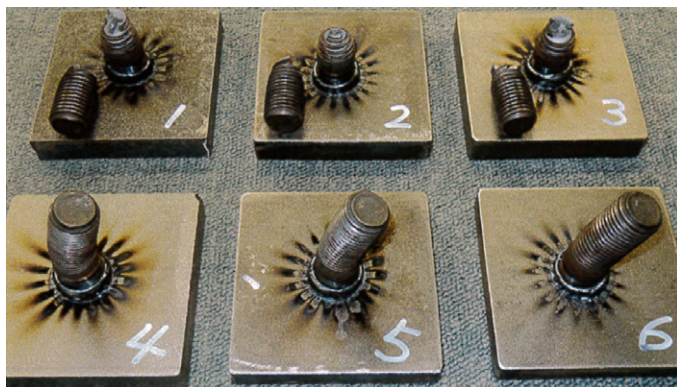


写真-1 引張試験および曲げ試験後の外観写真

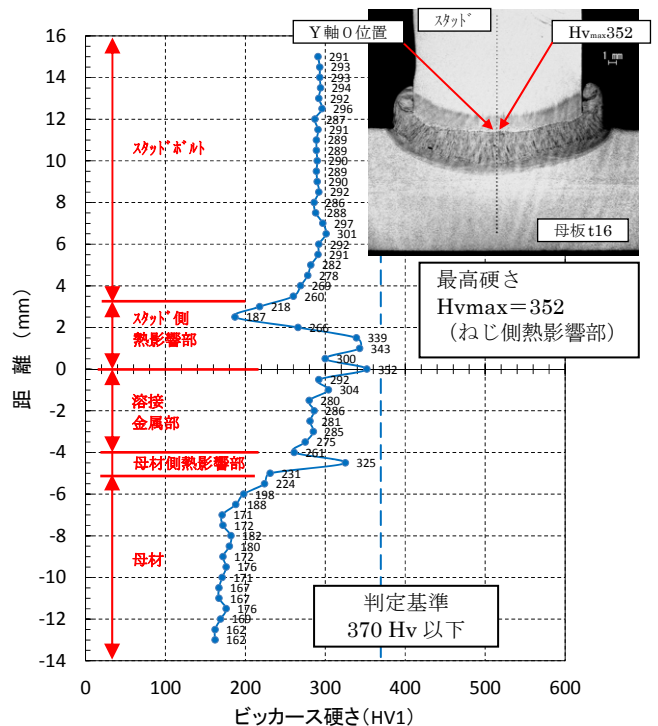


図-1 硬さ試験結果

キーワード 高力スタッドボルト, 摩擦接合継手, スタッド溶接, ビッカース硬さ, 溶接残留応力

連絡先 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6 丁目 2 番 21 号 片山ストラテック株式会社 TEL 06-6552-1231

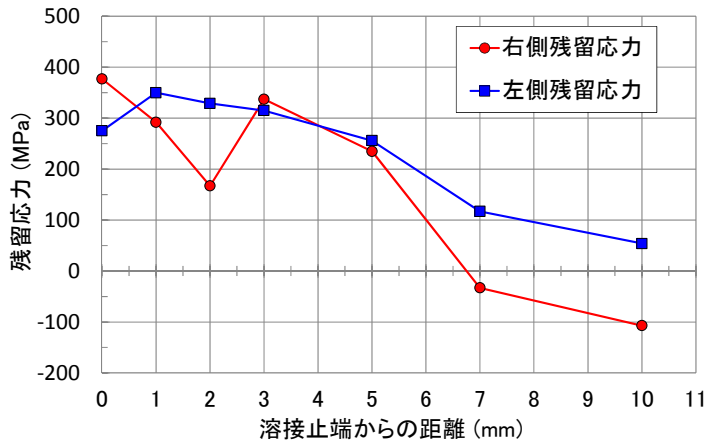
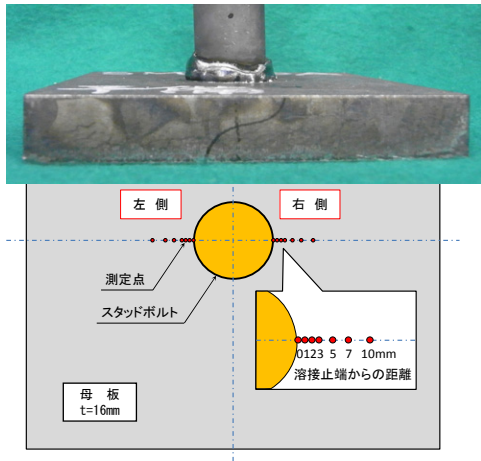


図-2 鋼材表面の残留応力測定結果

F8T 相当の高力スタッドボルトにも関わらず、溶接熱影響部のビッカース硬さが 370Hv 以下であり、スタッドの溶接性に特に問題がなかった。

(3) 溶接残留応力測定

スタッド溶接時には、溶接熱サイクルにより溶接止端部近傍に引張残留応力が生じる。また、スタッドボルトに繰返り応力が作用する場合、母板側の溶接止端部の応力集中による疲労き裂の発生が懸念される。そこで、X線応力測定法によりスタッド溶接時に生じる鋼材表面の引張残留応力を測定した。図-2 にスタッド溶接止端部近傍における残留応力測定結果を示す。止端部から 5mm までの範囲で、引張残留応力が約 300MPa と高い値を示している。スタッド溶接により、止端部から約 10mm までの範囲に引張残留応力が生じることが分かった。

(4) 溶接時の温度測定

スタッド溶接は 1 本あたりの溶接時間が約 1 秒と短い、Uリブ鋼床版のデッキ下面補強で使用する場合、既設舗装の品質劣化が懸念される。そこで、スタッド溶接箇所近傍の熱影響範囲を把握するため、スタッド溶接時における母材の温度分布を測定した。図-3 にスタッド溶接時の温度測定結果を示す。なお、室内温度は 24.6℃であった。スタッド直上の A 点では、最高到達温度が 485℃であり、スタッド溶接により 460℃上昇した。アスファルトは 260℃を超えると材質劣化が促進されるが、スタッド直上 (A, B 点) 以外の最高到達温度は 200℃以下であった。よって、スタッド溶接時における既設舗装への熱影響は、スタッド直上 φ20mm 以内の限られた範囲に相当する。

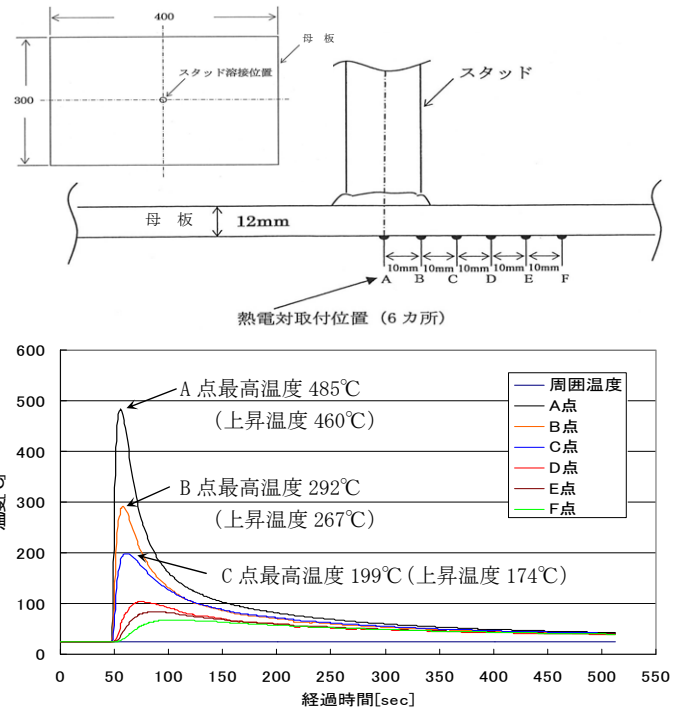


図-3 スタッド溶接時の温度測定結果

4. まとめ

摩擦接合用の高力スタッドボルト (F8T 相当) を対象とした溶接施工試験を実施した結果、呼び径 M22 (軸径 φ22mm) のスタッドボルトに対して、上向き姿勢でも安定した溶接品質を確保することができた。今後、実橋への適用に向け、疲労耐久性および長期リラクセーション等を検証する。

参考文献

1) 馬場他：上向きに溶接した高強度スタッドボルトの開発と疲労強度，土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集，I-445，pp. 889-890，2014. 9.