

I-190 ガセット継手の疲労強度の改善と補強法について

広島工業大学 正員 村中 昭典 神戸大学工学部 正員 西村 昭
 広島工業大学 正員 皆田 理 阪神高速道路公団 正員 中村 一平

1. まえがき

近年、自動車交通量の増加、並びに車両重量の増大などによって、鋼道路橋溶接継手部などにおける疲労損傷事例が多く報告されるようになった。このような現状において、疲労損傷を生じた溶接継手部の補修・補強法の開発は緊急かつ重要な課題であるが、一方、同継手部の疲労強度、並びにその改善法についても再検討を加える必要があるように思われる。本研究は、鋼橋において一般に用いられているガセット継手の疲労強度の改善、並びに補強法に対する基礎的資料を得るために、①回し溶接を行わない継手の疲労性状、②疲労寿命に及ぼす樹脂被覆の効果などに注目して実施したものである。

2. 供試体と試験要領

供試体に使用した鋼板は降伏点353MPa、引張強さ510MPa、伸び27%を有するSM50Aである。供試体は図1に示すように、溶接形状を2種類(Type A, B)に変え、それらの継手の溶接止端部周辺を厚さ3mmの合成樹脂で被覆したものと無被覆のものとを準備した。溶接は、溶接棒としてL-55、5φを用い、電流210~215A、電圧22~24V、速度150mm/minの条件のもとに手動で行った。合成樹脂はEpoxy系の2液混合柔軟型のものであり、その物理的性質を表1に示す。Type Aは、一般的方法としてガセットを母板に全周すみ肉溶接したものであり、Type Bは、ガセットの長さ分だけすみ肉溶接したものである。疲労試験は、下限荷重9.8kN(10.2MPa)、繰返し速度10Hzとする部分片振荷重で実施した。

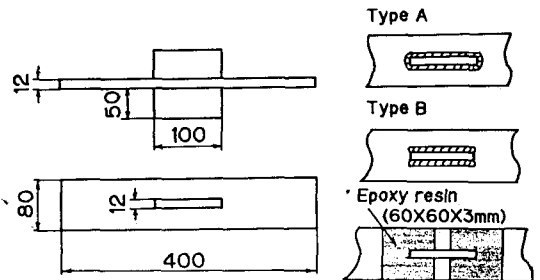


図1 供試体の形状・寸法

表1 合成樹脂の物理的性質

比重	引張強さ (MPa)	引張せん断強さ (MPa)	圧縮弾性係数 (MPa)	のび率 (%)
1.15	9.4	7.4	49	122

下限荷重9.8kN(10.2MPa)、繰返し速度10Hzとする部分片振荷重で実施した。

3. 疲労試験の結果

(1)溶接形状の影響 Type A, B両継手の疲労試験より、Type Aの疲労亀裂の進展は、回し溶接止端部から発生した疲労亀裂が半楕円状($a/b \approx 0.65$, a : 亀裂深さ、 b : 亀裂幅)に進展し破壊に到る。一方、Type B継手の場合、まず、2つのすみ肉ビード止端部でそれぞれ独立に発生した疲労亀裂がほぼ半円状($a/b \approx 0.85$)に進展し、その後それらは合体する。合体後は、合体時の亀裂深さ a と2つの亀裂の全幅 b_t との比 a/b_t を保ちつつ半楕円状亀裂($a/b_t \approx 0.5$)として、あたかも初期欠陥から発生したかのように伝播し破壊に到る。図2は、Type A、及びB継手のS-Nf関係を示したものである。図に示すように、Type BのS-Nf関係はType Aのそれに比して長寿命側に位置し、 2×10^6 回疲労強度(以下疲労強度と略称)は、Type Aのそれに比して約18%程度上昇する。この疲労強度の上昇要因としては、①Type Bにおける溶接止端部周辺の応力集中率がType Aに比して低いこと、②両Typeの継手の疲労亀裂進展形状の相違など

が考えられる。

(2)樹脂被覆の影響 図3は、Type A、及びB継手の溶接止端部周辺に合成樹脂を被覆した継手のS-Nf関係を示したものである。図2、及び3より、Type A、Bともに合成樹脂を被覆することによって疲労寿命のばらつきは大きくなる傾向を示すが、疲労強度は上昇することを示している。Type Aに注目すると、樹脂被覆した継手の疲労強度は無被覆のそれに比して約18%程度向上し、無被覆Type Bの疲労強度とはほぼ同等となる。樹脂被覆によって疲労寿命のばらつきが大きくなるのは、樹脂成分と硬化剤との計量、並びに混合方法、鋼板表面処理など接着施工管理の良否に起因するものと推定される。また、疲労強度が上昇する要因としては、①表1に見られるように、合成樹脂は多少とも弾性を有しているため、応力の伝達、分布、吸収が可能であること、②樹脂による鋼板表面の大気遮断効果などによるものと推定される。これらの樹脂被覆効果を見るために、繰返し応力153MPaを作用させた継手における鋼板表面から深さ約2.7mmの位置の疲労破面をSEMによって観察した。その結果、Type Aの場合、樹脂被覆した継手と被覆しない継手とのストライエーション間隔 ΔS はそれぞれ約 $0.25\mu\text{m}$ 、及び $0.35\mu\text{m}$ であった。そこで、 ΔS が亀裂伝播速度を与えるものとして、 $da/dn = \Delta S = C \Delta K^m$ 関係から溶接止端部近傍の作用応力を推定すると、樹脂被覆継手、及び無被覆継手でそれぞれ約368MPa、417MPaとなる。この結果より、樹脂被覆によって溶接止端部近傍の作用応力は約12%程度低下したことが推定される。また、上記溶接止端部推定作用応力と公称繰返し応力との比、すなわち、応力集中率は、それぞれ、約2.41、及び2.73となる。同応力集中率は、実測止端半径、フランク角などをHeywood・西田らの提案式に適用して求めた応力集中率2.49、及び2.78とほぼ一致する。

4. まとめ

本研究は、ガセット継手の疲労強度の改善、並びに補強法について、疲労試験結果に基づき検討を加えたものである。試験結果より、回し溶接を行なわない継手の疲労強度は、回し溶接を行った継手の疲労強度を上回ること、また、溶接部の樹脂被覆は継手疲労強度の改善に対して効果的であることなどが明かとなった。しかしながら、ことに樹脂被覆による疲労強度の改善効果については、作用応力の種類、並びに樹脂自身の耐候性などに対してさらに多くの試験資料の集積のもとに検討を加える必要がある。

参考文献 ①日本機械学会フラクトグラフィ分科会成果報告書、日本機械学会誌、Vol.76、No.658、pp.1203～1208、1973.②西田正孝：応力集中、森北出版、P.50、1967.

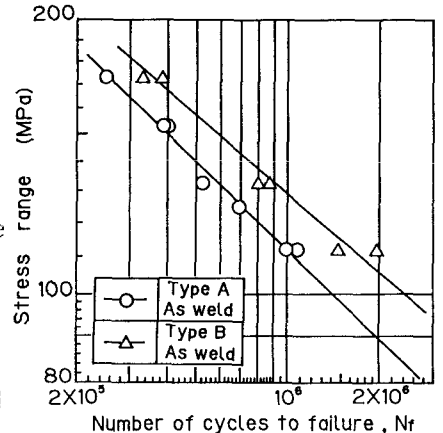


図2 両継手のS-Nf関係

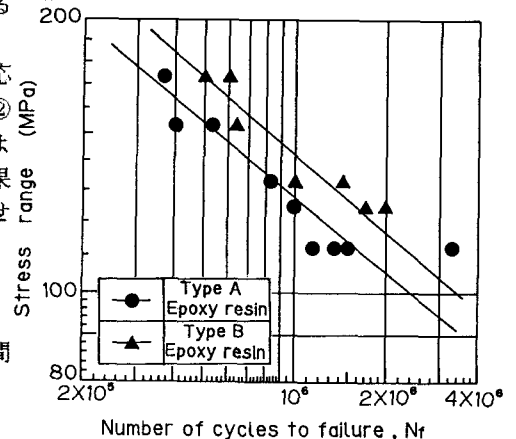


図3 樹脂被覆によるS-Nf関係