

I - A23 鋼管トラス格点部の疲労強度およびそのコンクリート充填による向上効果

東京工業大学 学生員 坂本拓也 正会員 佐々木栄一
東京工業大学 正会員 市川篤司
日本鉄道建設公団 正会員 保坂鐵矢 正会員 光木香

1 はじめに

経済性に優れた景観にも優れた橋梁形式として、鋼管のトラス橋への利用が考えられる。鋼管はこれまで海洋構造物や建築物に多く利用されており、研究も広く行われている。この研究の成果として、鋼管構造の場合、ダイアフラムでの補強ができないため格点部の疲労強度が小さいことが明らかになっている。従って荷重が繰り返し載荷される橋梁に鋼管を利用する場合には、格点部の疲労強度の改善が重要な課題である。このようなことから、本研究では、コンクリートの充填による補強効果に着目し、その疲労強度の改善効果について検討を行った。最初にFEM解析により応力度の低減効果の検討を行い、次に疲労試験を行った。

2 コンクリート充填による鋼管構造格点部の補強効果

トラス橋の最も一般的な格点であるK型構造を検討の対象にした。疲労試験に用いた試験体は、鋼管のみの試験体（以下、鋼管型）および局所的な曲げを拘束する目的で継手の主管部分にコンクリートを充填した試験体（以下、充填型）の2体である。図1に実験方法および試験体の形状を示す。なお、試験体は、試設計の結果得られた支間約7.0mのトラス橋の、1/2スケールモデルである。

2-1 FEM解析

FEM解析により局部応力およびコンクリート充填の効果を検証した。モデルは、鋼管部分をシェル要素、コンクリート部分を4面体ソリッド要素とした（図2）。なお、鋼とコンクリートは剥離や相対ずれを起こさず、完全に一体として挙動することを仮定し、コンクリートと鋼の境界面は共通節点とした。解析の結果、鋼管型および充填型とも支管と主管の交差部の鈍角側に最も高い応力が発生し、コンクリート充填により、溶接止端部で60%程度応力度の低減が認められた。

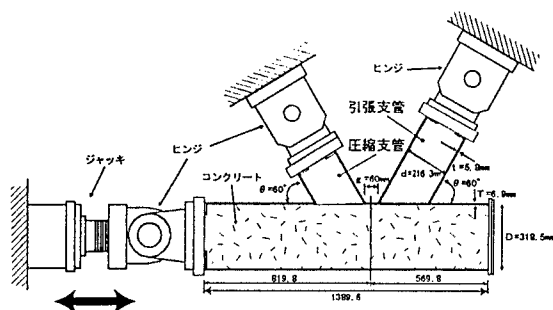


図1 実験方法および試験体形状

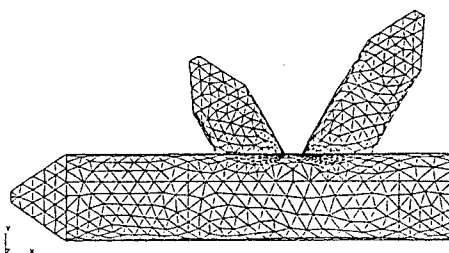


図2 FEM解析モデル

2-2 疲労試験

これまでの研究例より、主管と支管の溶接接合部は、溶接のままでは疲労強度が小さいことが知られていることから、今回は支管取付部の溶接止端部をグラインダ仕上げし疲労強度の向上を図った上で疲労試験を行った。荷重は最初に静的な荷重を加え各部の応力を確認の上、1～20tonの繰返し荷重を加えた。なお測定は解析の結果から応力集中の大きいと考えられる支管の交差部付近を中心に行った。

キーワード 鋼管トラス格点部 コンクリート充填 疲労強度

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学土木工学科 市川研究室

TEL 03-5734-3580

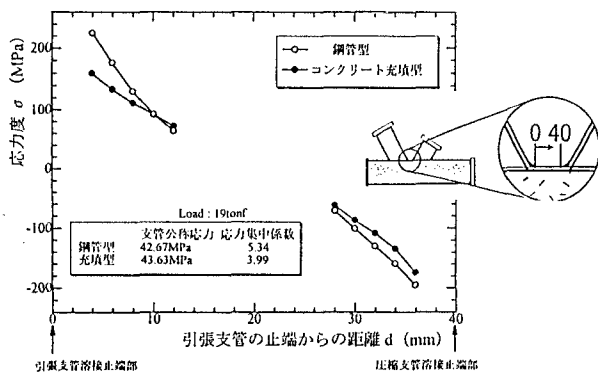


図3 主管支管交差部の鈍角側での応力度

(1) 応力度

図3に19tonf 載荷時の主管支管交差部の鈍角側の応力度を示す。横軸は引張り支管の溶接止端部からの距離をとり、縦軸には応力度をとっている。充填型の応力度は、引張側で30%程度、圧縮側で10%程度低減している。解析に比べて応力度の低下の程度が小さいが、これは解析では鋼管とコンクリートとの一体化を仮定しているためにコンクリートの荷重分担が大きいに對し、実験の試験体では引張側支管の取付部近傍で両者が一体に挙動していない箇所があり、そのため、鋼管の応力度が増加していると考えられる。

(2) 疲労亀裂および疲労強度

図4に両試験体の亀裂の発生状況および図5に亀裂進展状況を示す。鋼管型では、引張を受ける支管交差部の鈍角側(a)付近から複数の亀裂が発生し、それらが合体しながら成長し、亀裂長さが40mm程度になると急速に進展し破断に至った。充填型では、亀裂は最初に、圧縮を受ける支管の側面部(b)に一箇所発生し、亀裂長さが100mmを越えても比較的ゆっくりと進展した。その後引張支管側も含めて、各箇所から亀裂は発生したがいずれもゆっくりとした進展であった。この原因は、充填型の亀裂が圧縮側に発生していることと、コンクリートにより鋼管の変形が拘束されているためと考えられる。これらの点については、亀裂進展解析等により、今後詳細に検討する予定である。また、図6は今回の疲労試験の結果のS-N線図であるが、コンクリート充填によって疲労強度はかなり改善される。

3 おわりに

本研究の結論を以下に示す。1) コンクリート充填により応力集中部においても、応力を低下させることが可能である。2) コンクリートによる局所的な曲げの抑制により亀裂進展速度が著しく低下する。3) コンクリート充填によりK型鋼管トラス格点部の疲労強度が大きく向上する。

【参考文献】1)鋼管構造の進歩に関する調査研究報告書 土木学会 1983

2)海洋パイプ構造物の構造強度研究における最近の進歩 日本溶接協会 1985

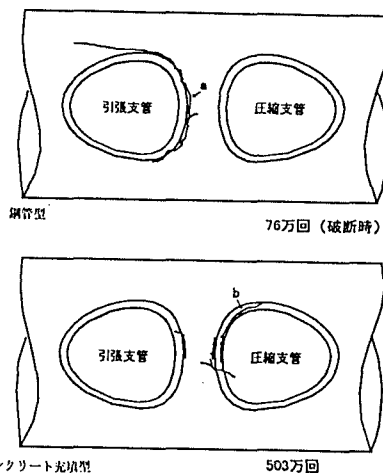


図4 亀裂発生状況

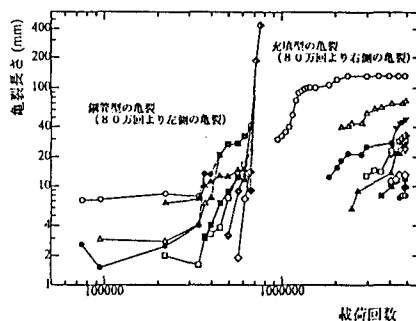


図5 亀裂進展状況

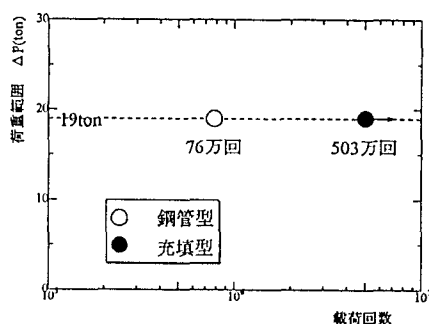


図6 S-N線図