

V-181

鋼・コンクリート接合部の耐荷力に関する実験および解析

川崎重工業(株) 正会員 大南 亮一
川崎重工業(株) 正会員 水上 義彦

川崎重工業(株) 正会員 ○森川 英典
川崎重工業(株) 正会員 江田 徹

1. まえがき

鋼・コンクリート複合構造は、鋼材とコンクリート両者の材料特性を生かした合理的な構造として、注目されている。鋼桁とコンクリート桁を接合した複合構造の場合、接合部は構造全体の耐荷力を定める上で重要な部位となり、接合工法については、様々な改良が施されつつある。本研究では、接合工法についての検討を行うための基礎資料を得るため、単純な接合構造を用いて、軸力と曲げの組合せ載荷試験を行い、耐荷力性状を確認するとともに、弾塑性FEM解析を実施し、その適用性を検討した。

2. 実験およびFEM解析の概要

(1)供試体 供試体は、図1に示すように、支間3600mmの単純支持桁で、支間中央部で接合板(end-plate)を有するI型の鋼桁とコンクリート桁が接合されている。接合部の構造は、PC緊結型とし、鋼桁の接合板にスタッドを設けている。コンクリート桁の断面は300×400で、配筋は、図2(c)に示すように、曲げ載荷時の圧縮側に異形鉄筋D19($\sigma_{sy}=46.9\text{kg/mm}^2$, $\sigma_{su}=69.5\text{kg/mm}^2$)を2本、引張側にD19を4本、スタールラップとして、D16を10cm間隔に用いた。コンクリートの圧縮強度は $\sigma_c=225.2\text{kg/cm}^2$ である。

(2)載荷方法 荷重は複合斜張橋の主桁の一部を想定し、軸圧縮力と曲げとの組合せとした。軸圧縮力は、PC鋼棒の緊張により与え、曲げは載荷スパン1600mmの2点横荷重載荷により与えた。載荷経路は、図7に示すような載荷ケース1, 2の2ケースとし、終局状態での軸力Nと曲げMの比を変化させた。

(3)FEM解析 FEM解析モデルは、図2に示すように平面応力モデルとし、接合部から、鋼桁側、コンクリート桁側にそれぞれ1200mmの範囲を対象とした。本荷重条件は軸力と曲げの組合せで、しかも桁の全断面がほぼ圧縮状態になるため、スタッドにはせん断力や引抜力が作用せず、また曲げも小さいため、簡単な平面モデルとし、先端部をコンクリートに剛結し、その他の節点にはコンクリートとの付着を考慮してボンドリンクを設けた。鉄筋およびPC鋼棒はトラス要素でモデル化し、鉄筋の各節点には、ボンドリンクを設け、PC鋼棒は両端で鋼およびコンクリートに剛結し、その他の節点は軸方向のみ拘束なしとした。コンクリートの降伏条件は、Ducker-Prager基準を用いた。境界条件は両端部で単純支持とし、軸力NはPC鋼棒に負の熱ひずみとして与え、曲げMは両端部で純曲げに相当する圧力荷重として与えた。

3. 実験およびFEM解析の結果

(1)変形性状 図3は、桁全体の変位分布について、実験値とFEM解析値を比較したものである。この結果から、両者は良く一致していることがわかる。コンクリート桁の曲げ剛

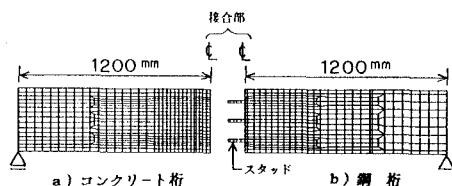


図2 FEM解析モデル

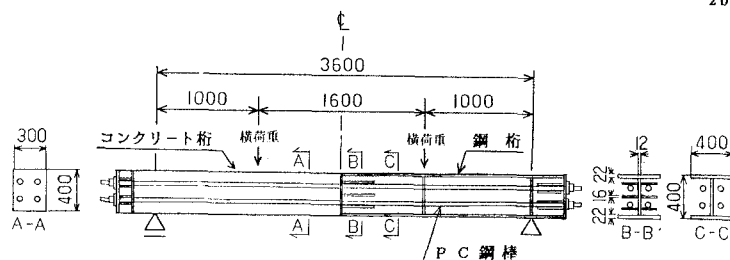
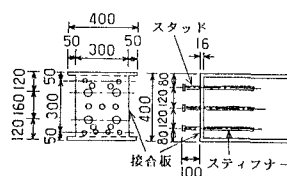


図1 供試体



(接合部詳細)

性を鋼桁よりも小さく設定しているために、接合部を介して、コンクリート桁の曲率が小さくなっていることがわかる。

(2) ひずみおよび破壊の性状 図4 に、コンクリート桁および鋼桁の断面毎のひずみ分布を示す。この結果から、全般的に、実験値とFEM解析値は良く一致していることがわかる。コンクリート桁については、A断面（一般部）ではひずみ分布が線形であるのに対し、B断面（接合部近傍）では、上縁部における応力集中がかなり大きくなっている。鋼桁のD断面（一般部）でひずみ分布が線形になっていないが、これは接合部近傍（B断面）の上縁部コンクリートの塑性化により、接合部の鋼圧縮フランジへ力がうまく伝達されないためである。荷重段階がさらに進行すると接合部近傍の上縁部コンクリートが圧壊する。図5 に、破壊時の（圧壊による）ひびわれ発生状況を示す。図6 に、上部主鉄筋の応力度分布（FEM解析結果）を示す。この結果から、低い荷重段階では、鉄筋の応力度は一定な分布を示しているが、破壊時には、接合部近傍のコンクリートが圧壊することにより、この部分の鉄筋応力度が増大していることがわかる。

(3) 耐力性状 図7 に、終局耐力に関する軸力と曲げの相互作用図を示す。この図から、FEM解析による耐力は、コンクリート一般断面の終局強度理論値よりもやや小さくなっており、接合部の応力集中による耐力の低下を示している。実験の場合、接合部で破壊しているにもかかわらず、終局強度理論値よりも耐力が大きくなっている。これは、スターラップ内のコンクリートが拘束され、三軸圧縮状態になり、圧壊しない（実験後、供試体解体により確認）ことによるものと考えられる。

4. あとがき

本研究により、以下のことが判明した。

(1) 接合部近傍のコンクリート断面の応力集中および破壊性状とともに、FEM解析で精度良く推定することができる。

(2) FEM解析で、スターラップ内のコンクリートの三軸応力状態を考慮しない場合は、耐力は実験値に比べてやや低めの値を示す。

【参考文献】

- 1) 百瀬，町田，田島：プレストレスによる鋼・コンクリート部材の接合法に関する研究，土木学会第40回年講
- 2) 山田他：複合斜張橋の設計法，土木学会関西支部

●：実験値 (N=95.7t, M=4.0t・m)
 ---：FEM解析値 (N=95.7t, M=4.0t・m)
 ○：実験値 (N=187.5t, M=8.0t・m)
 ---：FEM解析値 (N=189.2t, M=8.0t・m)

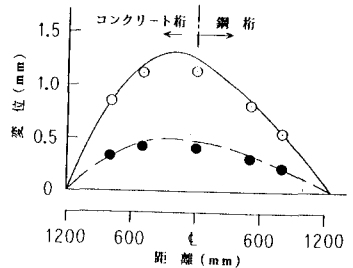


図3 変位分布

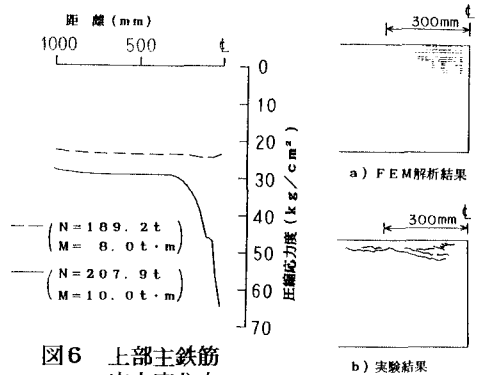


図6 上部主鉄筋
応力度分布

図5 破壊時
ひびわれ状況

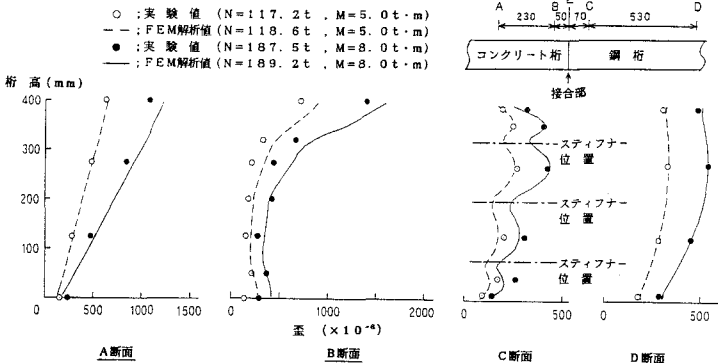


図4 ひずみ分布

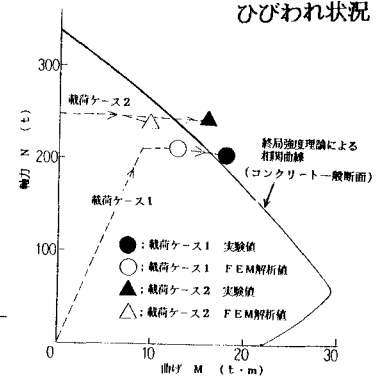


図7 相互作用図