

鉄筋コンクリート充填鋼管構造を用いた Bow String Arch の荷重試験（解析による評価）

八戸工業大学大学院 学生会員 ○鈴木 拓也 八戸工業大学 フェロー 塩井 幸武
 (株) 長大 正会員 工藤 浩 八戸工業大学 正会員 長谷川 明

1. 目的

RCFT 構造の実験を通して、RCFT 構造は、軸圧縮力による充填コンクリートの脆性的なせん断破壊を抑制する効果があることが明らかとなった。本論文では、RCFT の特徴を生かした構造形式として、ライズ比を 1/12.5 としたアーチ形式“Bow String Arch”への適用を検討する。本形式は、支間 200m クラスの橋梁の構造系形式として、より外観がシンプルで架橋の容易な形式として、桁橋に近いライズを持つスレンダーなアーチ構造を提案するものである。表-1 に、鋼製アーチと CFT アーチの鋼重の比較を示す。ライズ比 1/12.5 の CFT アーチでは、鋼アーチ橋の平均に比べて鋼重は 68%に低減され、経済性に優れていることが分かる。

表-1 鋼アーチと充填鋼管アーチの鋼重比較

橋梁形式	データ数	主径間長 (平均)	平均鋼重 (総鋼重/桁全幅)
アーチ形式	10 橋	236m	723kg/m2 (1.00)
ニールセン形式	16 橋	196m	698kg/m2
CFT 試設計 (1/6)*		200m	416kg/m2 (0.58)
CFT 試設計(1/12.5)		200m	490kg/m2 (0.68)

本論文では、RCFT 構造を用いた Bow String Arch の特性を明らかにするために、実橋の縮尺モデルに対して荷重試験を実施し、要素試験で確認された充填鋼管構造の特性が縮尺モデルで同じ挙動を示していることを検証するために、要素試験で得られた応力ひずみ関係を用いたファイバー解析との比較結果を報告する。

2. Bow String Arch 実験概要

試験の概要は文献 1)で報告する。荷重は死荷重相当荷重としてコンクリートブロックを荷重し、その後、鉛直荷重を偏載荷重する。死荷重強度は、200m アーチ橋の試設計結果との相似から決定した。耐力に対する死荷重ブロックによる軸力の比率は、有効座屈長を考慮しない断面の累積圧縮強度に対して、19%である。

3. 要素試験に基づいた応力ひずみ関係

要素試験を実施し、試験結果に基づき応力ひずみ関係を定義する。軸圧縮試験供試体はφ101.6×3.2の鋼管にアーチ供試体と同じモルタルを充填した。全塑性圧縮強度に対する鋼管強度の比率γは0.51、アーチ供試体はγ=0.54である。

要素試験から推定した鋼管の応力ひずみ関係から、コンクリートの軸圧縮力の分担率を求め、コン

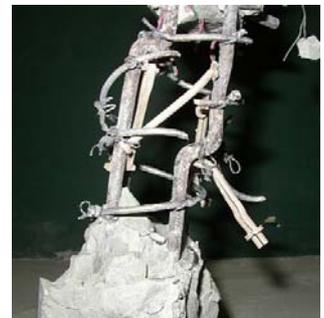
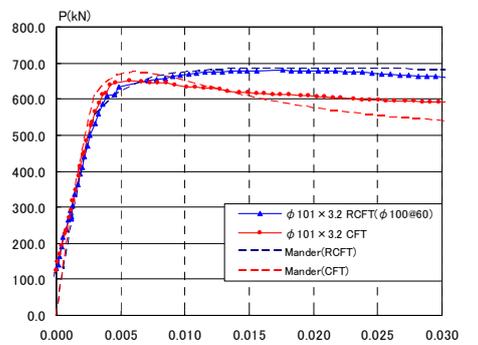
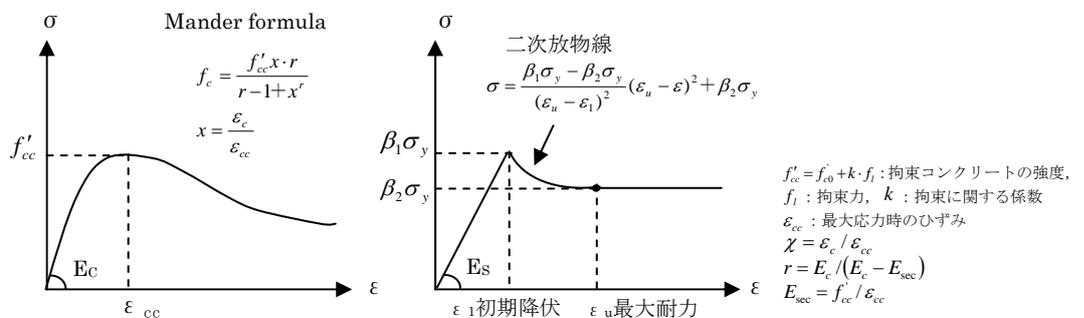


図.1要素試験結果と応力ひずみ関係の推定結果との比較

ファインドコンクリートの一軸の応力ひずみ関係を推定した。RCFTとCFTの最大耐力以降の挙動の違いは、鋼管の応力ひずみ関係ではなく、鉄筋を含



(1) コンファインドコンクリートの応力ひずみ (2) 鋼管の応力ひずみ

図.2応力ひずみ関係の仮定

キーワード RCFT, 充填鋼管, 薄肉鋼管, 高強度コンクリート

連絡先 〒031-0812 青森県八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学大学院 土木工学専攻 TEL:0178-25-8075

めたコンファインドコンクリートの特性に由来すると推測された。コンファインドコンクリートの応力ひずみ関係として、

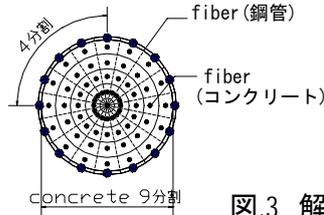


図3 解析モデルとアーチリブ部材の要素分割

Mander 式に実験から得られたパラメーターをあてはめたものが、軟化域の実験結果の挙動を追跡できる。鋼材の応力ひずみ関係は、初期降伏点、最大耐力点の軸方向応力を通り、1%ひずみ硬化を考慮した曲線とする。

4. ファイバー解析モデル

要素試験で確認された材料特性が実橋の縮尺モデルで同じ挙動を示すことを確認するために、材料非線形、幾何学的非線形を考慮したファイバーアナリシスにより検証する。基礎のバネ値は、死荷重載荷試験より、水平、回転バネを推定し解析モデルに適用した。ファイバーモデルの要素分割を図.3に示す。コンクリートのひび割れモデルはスミアドクラックモデルを用い、引張破壊応力は道示の値 $0.23 \sigma_{ck}^{2/3}$ で定義する。使用ソフトは汎用FEMコードのABAQUSを用いた。

5. 死荷重載荷試験と解析値の比較

載荷試験結果とファイバーモデル解析の結果を比較する。図.4の鋼管の上縁のひずみの値を比較すると、非常によく一致している。変位（図.5）については、本実験の計測区間である中央径間で解析値とよく一致している。側径間では、計測結果が大きいですが、この原因としては、変位計が基礎に近く、基礎の水平バネの算出根拠とした基礎の水平変位を測る変位計の固定点が地盤とともに移動したことが原因の一つと考えられる。要素試験から得られた応力ひずみ関係を用いたファイバーアナリシスにより、Bow String Arch 試験結果を追跡できることを確認した。

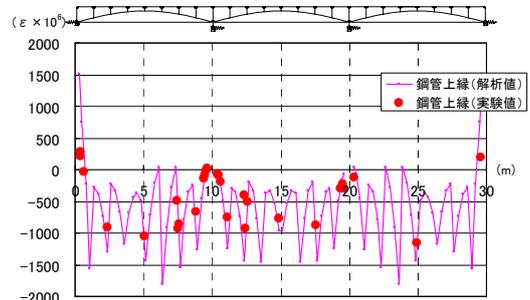


図4 全載時の実験値と解析値(ひずみ)

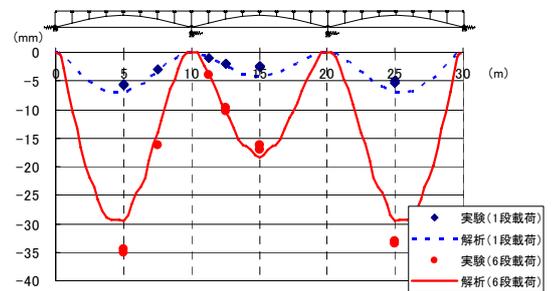


図5 全載時の実験値と解析値(変位)

6. 最大耐力の推定と偏載載荷試験結果との比較

死荷重載荷後、活荷重を想定した偏載荷重を載荷したときの断面の応力を推定する。図.6に、端部の3パネル（支間Lの3/8）に偏載荷重を漸増させたときのアーチ基部でのコンクリートと鋼管の応力分布を示す。図の左端が死荷重を載荷した状態である。そこから右側に約 7.85kN/m の整数倍の荷重を載荷したときの応力分布を示す。解析の結果、5.1kN/m 付近で充填コンクリート上縁にひび割れが生じ、30.3kN/m(実橋に換算すると p1 荷重の 6.9 倍相当 : B=12m)で、コンクリート下縁部がコンクリートの最大耐力に達している。偏載荷重を漸増させた解析により、活荷重 p1 荷重の 6.9 倍相当でコンファインドコンクリートが最大耐力に達しており、試験体は偏載荷重に対して非常に高い耐荷力を有することを確認した。

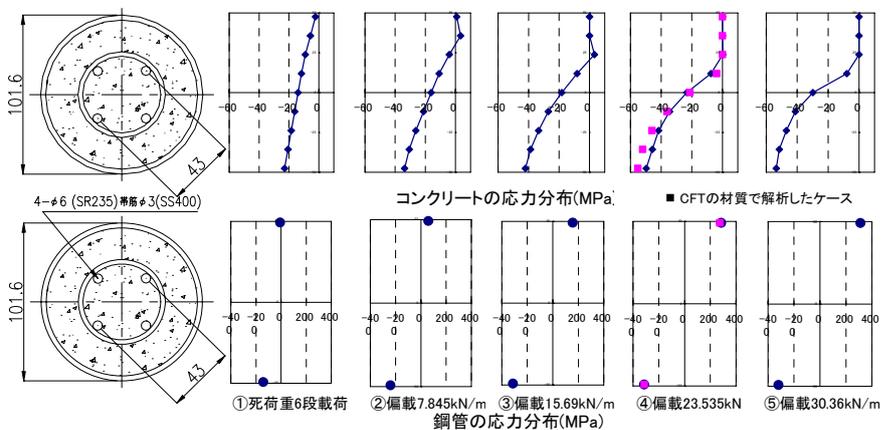


図6 偏載時の RCFT 断面の応力分布

【参考文献】鉄筋コンクリート充填鋼管構造を用いた Bow String Arch の載荷試験 (試験概要) 深澤, 長谷川, 塩井 第 61 回年次学術講演会