

鋼箱桁橋支承部ダイアフラムへのCFT補剛材に関する数値解析的研究

大阪市立大学大学院 学生員 ○牧野 修幸
株式会社横河ブリッジ 正会員 三浦 芳雄

大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭 宏明
大阪市立大学大学院 学生員 下津 隆介
大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄

1. はじめに

現在、鋼箱桁橋支承部において、ダイアフラムが支承からの反力により座屈するのを防止するために、道路橋示方書¹⁾に基づく許容応力度設計により、複数の厚肉鋼板から成る補剛材が配置されている(図-1(A))。この補剛材配置には、経済性や施工性、維持管理性等いくつか改善すべき点が挙げられている。

これに対し、著者らは力学的特性と施工性に優れ、簡潔な輪郭形状を有するCFT: Concrete Filled steel Tube すなわちコンクリート充填鋼管²⁾をその代替として活用すること(図-1(B))を考え、CFTの許容耐力に基づく試設計から鋼重低減、溶接線短縮、維持管理上好ましくない狭隘な空間の解消などの優位性を示した³⁾。ここでは、三次元材料非線形有限要素解析⁴⁾により、更なる検討を加える。

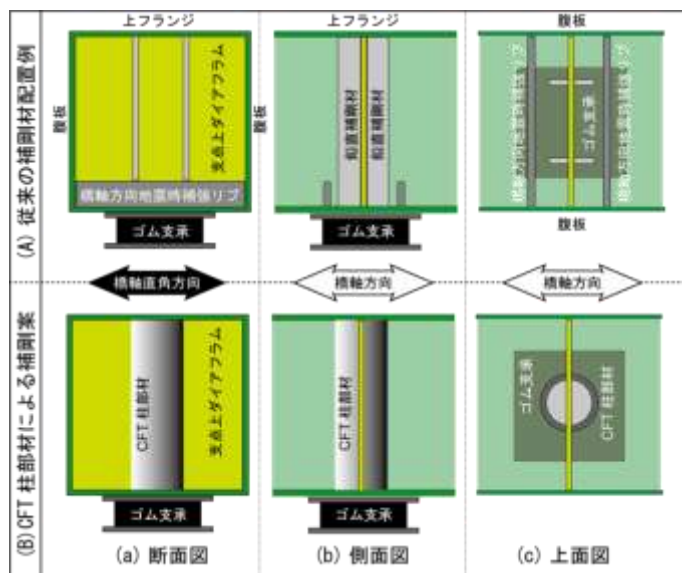


図-1 補剛材配置

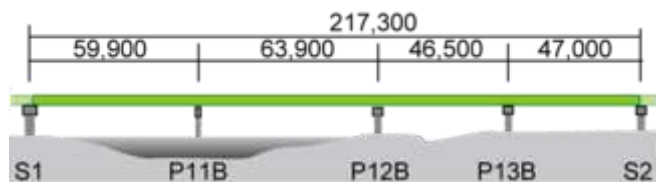


図-2 対象橋梁側面図

2. 数値解析手法

本解析では鋼2主箱桁橋の1支承部を対象とし解析を実施する(図-2, 3)。鋼箱桁橋の設計例を参照し、図-4のようにダイアフラムとウェブ、フランジを加え、実際の橋梁に近いモデルにて解析を実施する。解析により、各部材の応力状態を確認する。解析モデルの構築にて、充填コンクリート部はソリッド要素、鋼管は曲面シェル要素を用いた。材料定数、構成則は、図-5、表-1に示す。また充填コンクリートと鋼管の界面は、すべりによる摩擦を考慮した。

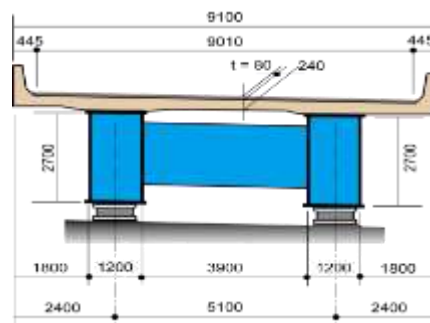
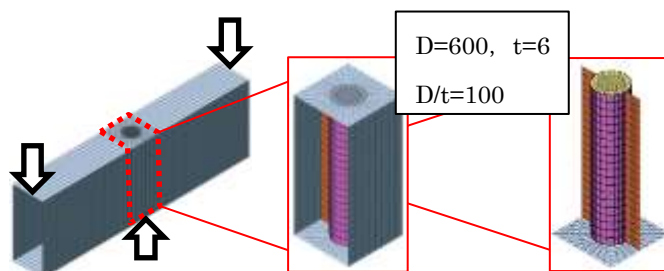
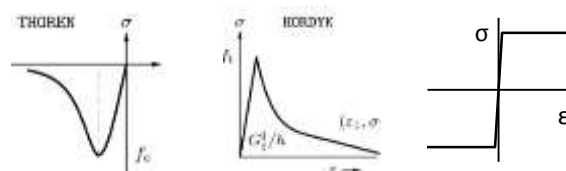


図-3 対象とする2主箱桁橋断面



(a) 箱桁モデル (b) 支承部モデル (c) CFT 補剛材近傍

図-4 解析モデル (矢印: 加力)



(a) 充填コンクリート (b) 鋼管

図-5 材料構成則 (応力-ひずみ関係)⁴⁾

キーワード コンクリート充填鋼管、鋼箱桁橋、支承部補剛材、非線形有限要素解析
連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138, 大阪市立大学大学院工学研究科, TEL 06-6605-3050

表-1 材料定数 (単位: MPa, ポアソン比除く)

	箱桁要素解析		
	充填コンクリート	鋼材	
		鋼管, ウェブ, フランジ	ダイアフラム
圧縮強度	40		
降伏強度		325	355
ポアソン比	0.2	0.3	0.3
弾性係数	32,200	205,000	205,000

3. 数値解析結果

支承部とそれに隣接する両側の箱桁部からなる箱桁モデル (図-5 (a)) での解析より得られた荷重-変位関係を図-6 に示す。参照値として、対象とした支承部 (図-2 P12B, 図-3) の常時の設計作用荷重 6010kN, CFT 部材の全塑性耐力²⁾ (以下, CFT 軸耐力とする) を併記した。縦軸には、荷重値を上記設計作用荷重で除して無次元した比を示す。得られた解析結果は、設計作用荷重と CFT 軸耐力を大きく上回った。これは、解析モデルに CFT 部材以外のダイアフラムやウェブ、フランジといった周辺部材が存在するため、それら周辺部材に荷重が伝達され、CFT 部材の軸耐力が上昇したと考えられる。この結果より、CFT を箱桁橋支承部ダイアフラムの補剛材としたとき、軸耐力に関しては十分な補剛効果が得られると言える。

また図-7 に左から、設計作用荷重時、CFT 軸耐力時、そして最大荷重時でのダイアフラムの Von Mises の降伏条件に基づく等価応力コンターの推移を示す。コンター図のコンターベルトは、上限が 370MPa でダイアフラムの降伏強度付近の値となっており、下限が 10MPa となっている。作用荷重時の応力がダイアフラムの降伏強度 $\sigma_y = 355\text{MPa}$ に比べ非常に小さな値となっていることが分かる。また、CFT 軸耐力に達した時の応力でも、降伏応力に達している箇所は底辺部すなわちソールプレート部からの鉛直力が作用し、かつ CFT 補剛材の両端部の限定された部分であることも分かる。応力分布の特徴として、反力を受ける下側に高い応力が生じ、上側には応力があまり作用していないことがコンター図よりわかる。

4. まとめ

鋼箱桁橋の支承部ダイアフラムの補剛材を CFT 部材に代替すると、軸耐力での補剛効果は十分に得られたといえる。また、CFT 柱部材単体と比べ、ここで検討した実橋に近い箱桁モデルでは、大きな耐荷力が期待できると分かった。このことから、さらに

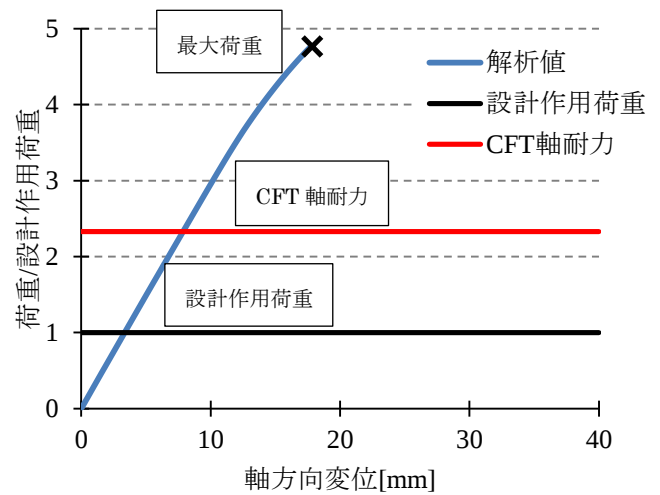
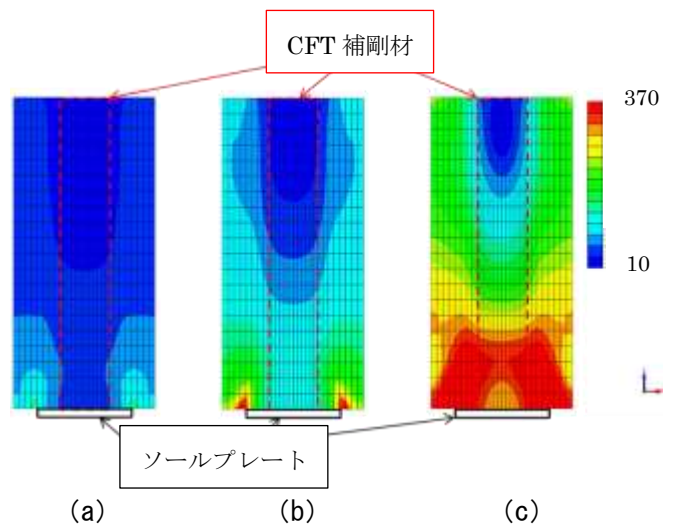


図-6 荷重-変位関係



設計作用荷重時 CFT 軸耐力時 最大荷重時

図-7 ダイアフラム Von Mises コンター図 単位: MPa

合理的で経済的な設計ができる可能性が示唆できた。

また、今後の課題として、支承部の設計は鉛直力以外にも地震時における水平力による曲げも作用するので、これを考慮した解析を行わなければならない。そのために、今回のような鉛直力のみ作用させるのではなく、水平力を導入したモデルでの解析を今後実施していかなければならない。そして、CFT の特徴を生かした設計手法を検討していきたい。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説, (I 共通編・II 鋼橋編), 2012.
- 2) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針, 2008.
- 3) 下津ら：鋼箱桁橋支承部への CFT 補剛材の適用の検討, 土木学会関西支部年次講演会概要集, I-25, 2016.
- 4) DIANA マニュアル ver10.0, 2016