

PC 桁の支承交換に適用する取付け部材の開発（非線形 FEM 解析）

長崎大学工学部 ILEM 正会員 ○上阪 康雄, 株式会社ビービーエム 正会員 今井 隆
株式会社ビービーエム 正会員 田中 健司, 株式会社ビービーエム 正会員 小泉 貴宏
北海道大学大学院工学研究科 正会員 松本 高志

1. はじめに

大規模地震発生時における交通網の安全，とりわけ橋梁の落橋防止の観点から重要視されているのが S45 年以前の設計基準によっている支承の交換もしくは補強である．筆者等は，PC ポステン T 桁に対しての落橋防止機能を備えた支承交換新技术¹⁾に着目し，交換支承取付け部を含むコンクリート桁の実物大端部供試体（図 1）を作成したうえで，弾性域・降伏域から断面破壊付近までの実験を行った²⁾．当解析はこのうち，交換支承が取り付けられた桁端部載荷面に順次押し方向の水平力を与えた場合の各載荷ケースについて，コンクリートと鉄筋の複合作用を考慮した非線形 FEM 解析を実施し，試験結果と比較したものである．また，同様の解析手法を用いて，昭和 42 年設計の桁高 1500 mm，支間 30 m 相当の PC ポステン T 桁に対しての交換支承取付け部を含む非線形 FEM 解析を実施し，既設橋梁に対する新技术の落橋防止機能を確認する．

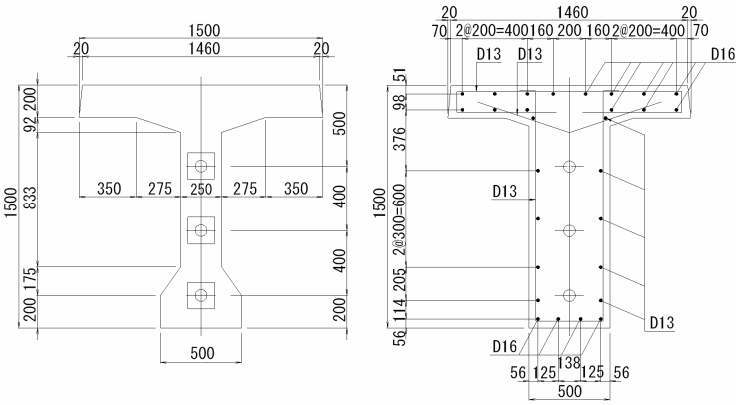


図1 供試体断面形状（L=5000）単位[mm]

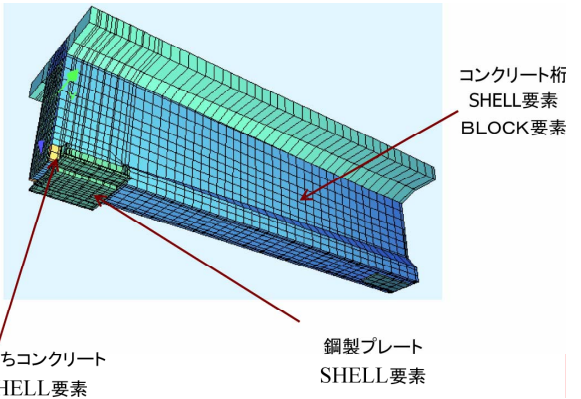


図2 FEM 解析モデル，左端ウェブ面に載荷装置

2. 解析モデル

3 次元立体 FEM モデルを基本として，桁外郭部のコンクリートは 1 層のシェル要素とし，かぶりを考慮した軸方向鉄筋およびスターラップをこれらシェル要素内に配置した．また供試体中核部のコンクリートは，非線形性を考慮しないブロック要素として解析する．交換支承取付け部材である鋼製プレートおよび鋼製リブはそれぞれ 1 層のシェル要素とした(図 2)．鋼製プレート下面には，固定ボルトとしてのバネ要素を配置（鉛直・横方向固定）した．なお，図 2 の右端下には実験条件に合わせるよう，鋼製プレートおよび水平可動バネ要素を配置した．左端部にも鋼製プレートが配置され載荷装置による水平力をコンクリート桁に伝達する．なお，PC 鋼材はケーブル要素として配置し，有効プレストレスを考慮した．解析に使用した材料を表 1 に示す．

表 1 供試体解析に使用した材料と特性値

使用材料	弾性係数 [N/mm ²]	引張強度 [N/mm ²]
コンクリート	32150 (31000)	3.20 (2.10)
鉄筋	200000	390 (295)
鋼板 SM490	210000	315

後打ちコンクリートの弾性係数は E=35000N/mm²，〔〕内は S42 ポステン桁解析の特性値

キーワード ポステン桁，落橋防止，支承交換，非線形 FEM 解析，設計地震力
連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 工学部インフラ長寿命化センター TEL 095-819-2880

3. 解析結果

水平変位 ; 09(無収縮モルタル使用実験), 11(繊維補強コンクリート使用実験), 295(実橋梁解析)

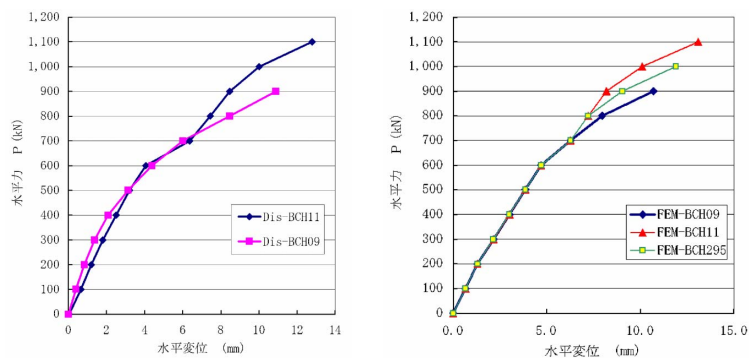


図3 桁右端の水平変位, 実験結果(左図)と FEM 解析結果(右図)

図3に示すように, ひび割れ発生前の 600kN までは, どのケースも変位はほぼ同じであるが, ひび割れ発生後は無収縮モルタルの場合と PVA 短繊維補強コンクリートの場合ですべり性状に変化が出たため, 解析上は支承部水平バネの調整によって, 水平変位を実験値に合わせた. なお実橋梁解析では, PVA 短繊維補強コンクリートを基本として, 材料物性値のみ変更した. 鉄筋とひび割れたコンクリートの協働作用に関しては, テンションスティフニング効果を採用入れた. この非線形 FEM 解析には, ドイツの汎用 FEM プログラムである SOFISTIK を使用した.

図4(ゲージ点3,4は文献2参照)はこうして解析した下側鉄筋ひずみの結果を示したものであり, 終局状態付近のひずみ値は, 特に PVA 短繊維補強コンクリートの場合, 実験結果よりやや大きめの値となっている. この理由として, 大きな斜め引張応力を受ける部位では繊維補強による架橋効果によって, 鉄筋ひずみが緩和されているためと推察される. 解析上, 供試体鉄筋の降伏ひずみは 1950μ としている. また, 実橋梁の鉄筋 SD295 の降伏ひずみは 1450μ である. なお, 鉄筋ひずみが最大となっている終局状態において, コンクリートのひずみも 3500μ (第1リブ背面)となっており, 破壊ひずみに達していることが FEM 解析で示されている.

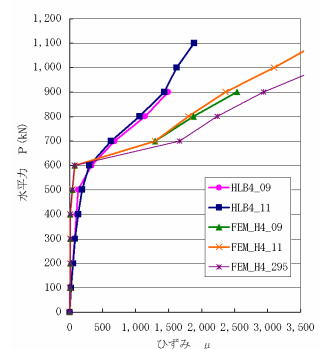
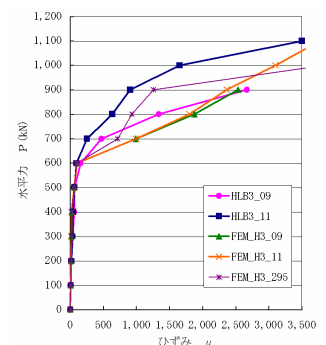


図4 下段鉄筋のひずみ図
(上図 ; 点3, 下図 ; 点4)

4. おわりに

終局状態付近までの水平力を与えた交換支承取付け部の実験および非線形 FEM 解析によって, 提案した支承交換技術の適用が, 支間 30m までの PC ポステン桁の設計水平地震力 (900kN) を十分満足することが確認された. 支承取付け部材を若干大きくすれば, 支間 40m までの PC ポステン桁への適用も可能となる. しかし, 支承交換のための桁端部側面のはつり・取付けおよび後打ちコンクリート充填などの作業は, 設計前提条件を満足するように注意深く行う必要がある. 後打ちコンクリートとしては, PVA 短繊維補強コンクリートの適用が有利であるが, 支間 30m までの場合に限り, 無収縮モルタルの使用も選択肢の一つとなろう.

謝辞 ; 本実験にあたり, 場所を提供していただくとともに貴重な助言をいただいた(独)土木研究所寒地土木研究所の三田村主任研究員ほか構造チーム各位および貴重な助言をいただいた大阪工業大学の松井繁之教授に謝意を表します.

参考文献

- 1) 田中, 今井, 小泉, 上阪, 松本 ; PC 桁の支承交換に適用する取付け部材の開発 (施工性の確認), H22 年度年次講演会
- 2) 小泉, 今井, 田中, 上阪, 松本 ; PC 桁の支承交換に適用する取付け部材の開発 (水平力載荷試験), H22 年度年次講演会