

鋼材と PCa RC 板を組合せた埋設型枠を用いた ボックスカルバートの地震時挙動における解析的検討

ジオスター 正会員 ○西嶋 修平 中谷 郁夫 横尾 彰彦 斉藤 光海
横河住金ブリッジ 正会員 竹内 大輔 上條 崇 関口 修史 松尾 卓弥

1. はじめに

コンクリート製の埋設型枠は、現場作業の省略化、工期短縮などの観点から種々のものが提案され、地中構造物の上床板の内面等にも採用されている。近年、地中構造物の大型ボックスカルバートでも工期短縮等の観点より、上床板の構築での型枠工や支保工の構築日数の削減が要求されている。そこで、著者らは床板プレキャストコンクリートに鋼材を配置した合成部材のハイブリッド埋設型枠（以下、HBF）の開発を行った。¹⁾²⁾ 断面剛性を有する鋼製リブ材を配置することで、支保工の省略化および構造物の大スパン化を可能とする特徴を有する。

HBF を用いたボックスカルバートでは、鋼製リブ材が配置されるため RC 構造とは異なる応力挙動を示す可能性があった。そこで、図-1 に示すような HBF の鋼製リブ材を考慮したボックスカルバートを解析対象にして RC 非線形解析を行った応力・変形挙動の結果について報告する。

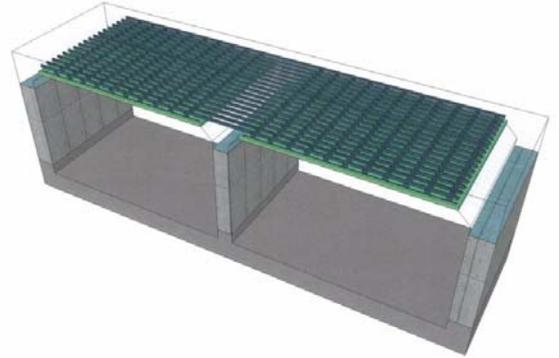


図-1 解析対象

2. 解析概要

図-2 に HBF を考慮したボックスカルバートの検討断面寸法を示し、図-3 に解析モデルのメッシュおよび境界条件（底板の一部を固定）と水平荷重方向（矢印）を示す。図-3 中で、リブ材を矩形断面換算した条件を太線で示す。解析条件を表-1、材料物性値を表-2 に示す。鋼材・鉄筋とコンクリート要素は節点共有でモデル化し、付着作用はコンクリート要素のテンションスティフニング特性により考慮する。

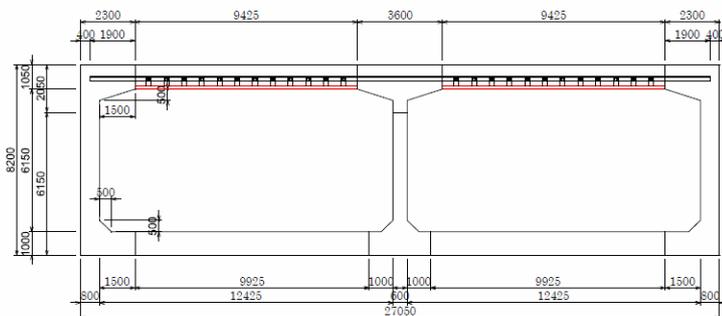


図-2 検討断面寸法

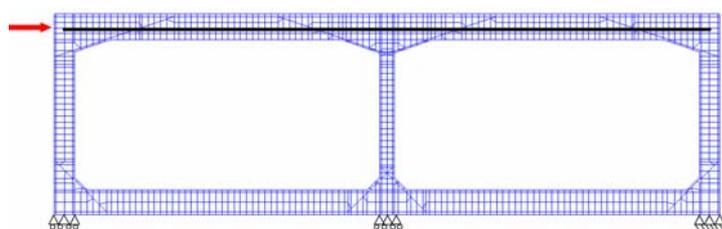


図-3 HBF モデルメッシュ

表-1 解析条件

解析方法	RC 非線形静的 push-over 解析
コンクリート	二次元平面ひずみ要素
鋼材	ビーム要素
鉄筋	トラス要素

表-2 鉄筋の物性

物性	Con	鉄筋
ヤング率 (kN/mm ²)	31	200
圧縮強度/降伏強度 (N/mm ²)	40	345
ひび割れ強度 (N/mm ²)	2.69	—
ポアソン比	0.16667	0.3
最大圧縮応力時のひずみ	0.002	—

キーワード 埋設型枠, ボックスカルバート, push-over 解析

連絡先 〒112-0002 東京都文京区小石川 1-28-1 ジオスター(株) TEL: 03-5844-1203

〒279-0012 千葉県浦安市入船 1-5-2 (株)横河住金ブリッジ TEL: 047-306-5278

3. 解析結果および考察

表-3 に HBF 有無による各イベント時（初亀裂，主鉄筋降伏，帯鉄筋降伏，鋼材降伏）の水平荷重を示した。主鉄筋降伏時の水平荷重を比較すると，HBF 無が HBF 有と比べて 20kN 大きい値を示したが，他のイベントでは同一の値であった。また，HBF 有無に関わらずコンクリートの圧壊は 1840kN であった。コンクリートの圧壊は，鋼材の降伏荷重より小さな値であることがわかった。

図-4 では，HBF 有無による水平荷重-上部中央点水平変位の関係を示した。各イベント時の水平荷重に対する上部中央点水平変位では，どのイベント時において HBF 有無による大きな差は見られなかった。

図-5 に，HBF 有の初亀裂時（ $P=220\text{kN}$ ）でのコンクリート亀裂位置を図中の丸印で示した。初亀裂は中壁の上端部で発生し，水平荷重が増大するにつれ中壁および両側壁の上下隅角部に亀裂が増大した。

図-6 では，HBF 有の主鉄筋降伏時（ $P=1060\text{kN}$ ）の主鉄筋の塑性ひずみ位置を図中の丸印で示した。ひずみ最大値を中壁の上端部で，最小値を左側壁の下端部で確認した。鋼材降伏時（ $P=3020\text{kN}$ ）の主鉄筋ひずみでは，最大値を右側壁の上端部，最小値を右側壁の下端部で確認した。

図-7 は，HBF 有の帯鉄筋降伏時（ $P=1660\text{kN}$ ）の帯鉄筋の塑性ひずみ位置を図中の丸印で示した。ひずみ最大値は左側壁の上端部，最小値が左側壁の下端部であった。鋼材降伏時（ $P=3020\text{kN}$ ）でも，帯鉄筋ひずみの最大値と最小値は同一箇所を確認した。

図-5，図-6，図-7 より，HBF 有の初亀裂，各イベント時の塑性ひずみ位置を示した。HBF 無における各イベント時の塑性ひずみ位置を確認すると，最大値と最小値は HBF 有と同位置であった。このことにより，HBF 有は各イベント時において影響がないことがわかった。

4. まとめ

HBF の鋼材の影響を確認するために，HBF を考慮したボックスカルバートの RC 非線形静的 push-over 解析を行った。解析結果より，RC ボックスカルバートとの応力，変形性能にはほとんど差が見られなかったことから，鋼材がボックスカルバートに与える影響はほとんどないことが確認できた。今後，HBF の種々の実験を行い性能評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 横尾彰彦，中谷郁夫，斉藤光海，上條崇，竹内大輔，松尾卓弥：鋼材と PCa コンクリート板を組合わせた埋殺し型枠の曲げ載荷実験，土木学会第 69 回年次学術講演会（平成 26 年 9 月），V-003 pp. 05-06
- 2) 松尾卓弥，上條崇，竹内大輔，中谷郁夫，横尾彰彦，早乙女貴哉，斉藤光海：鋼リブとコンクリート版を組合せた埋設型枠の単体曲げ実験，土木学会第 69 回年次学術講演会（平成 26 年 9 月），V-002 pp. 03-04

表-3 各イベントの水平荷重

ケース	初亀裂	降伏時 (kN)		
		主鉄筋	帯鉄筋	鋼材
HBF 有	220	1060	1660	3020
HBF 無	220	1080	1660	-

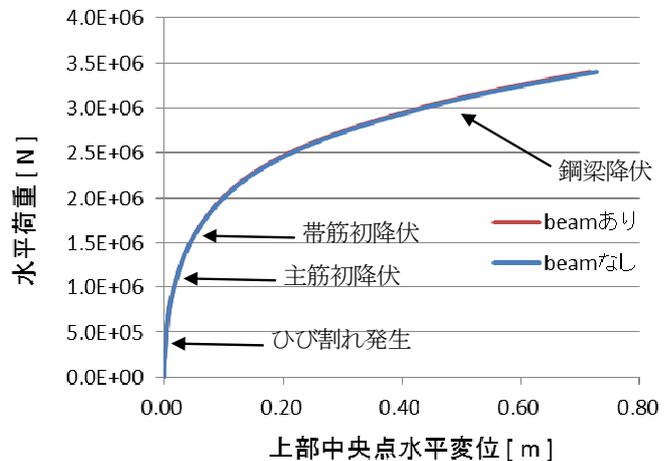


図-4 荷重変位曲線

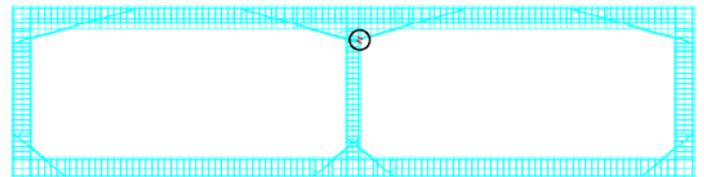


図-5 初亀裂位置 (HBF 有)

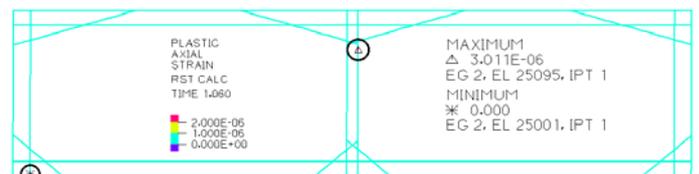


図-6 主鉄筋塑性ひずみ位置 (HBF 有)

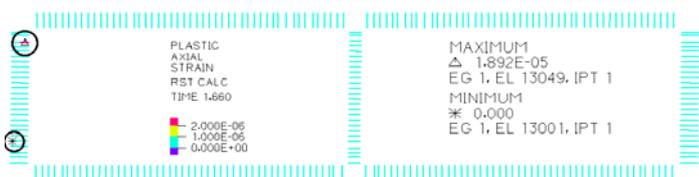


図-7 帯鉄筋塑性ひずみ位置 (HBF 有)