

橋梁に用いる孔あき鋼板リブをズレ止めとした合成床版の耐荷力に関する研究

横河ブリッジ 水口 知樹
鉄道運輸機構 藤原 良寛

前橋工科大学 社会環境工学科 ○関口 翔太
前橋工科大学 社会環境工学科 谷口 望

1. はじめに

近年の鋼橋技術においては、床版の耐久性や機能性に関する研究が進められ、特に床版は列車や自動車などの荷重を直接受ける重要な部材である。そのなかでも鋼・コンクリート合成床版(以下、「合成床版という」)は、施工性や高耐久性によるライフサイクルコスト低減、およびコンクリート剥落防止等の特長を有することから、橋梁等に多く使われている。そこで本研究は、孔あき鋼板リブをズレ止めに用いた合成床版の、曲げ試験を基に、主に耐荷力着目し、FEM解析を用いて実験を再現する解析を行い、耐荷力メカニズムの検討を行った。

2. 実験・解析方法

(1) 実験方法(2001年先行実験)¹⁾

(a) 試験体

試験体は、合成床版を橋軸水平方向に切り出したもの(図1)と、橋軸直角水平方向に切り出したもの(図2)とする。底鋼板厚は6mmで、リブ孔の直径は60mmとする。なお、孔に貫通する鉄筋は無いものとする。

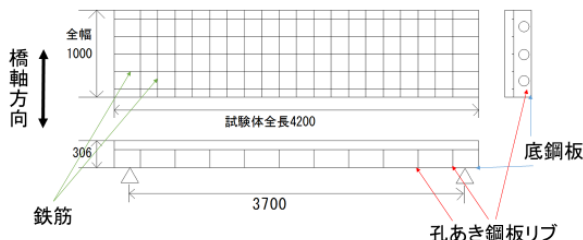


図1 橋軸水平試験体(HB2X) [単位: mm]

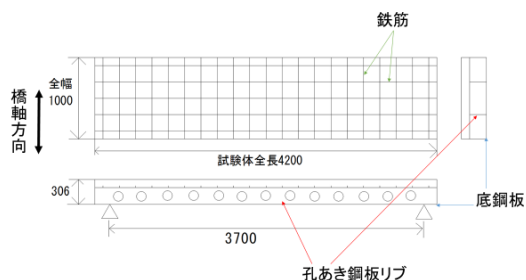


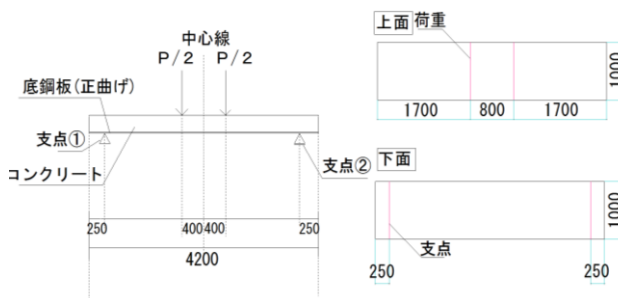
図2 橋軸直角試験体(HB1Y) [単位: mm]

表1 試験体の諸元

試験体名	断面方向	配筋鉄筋		孔あき鋼板リブ			コンクリート厚
		径×間隔	鉄筋比	幅×厚	間隔	孔間隔	
HB1Y	橋軸直角	D16×400	0.17	205×10	400	300	300
HB2X	橋軸	D19×200	0.48		500		

(b) 荷重方法

試験体は図3に示すように、支点間隔3700mmで単純支持し、反力はりに設置した容量2000kNの油圧ジャッキで下向きに荷重する。試験体の荷重位置は試験体中央からそれぞれ400mmの2点とし、2点間の作用曲げモーメントが等曲げとなるようにする。また、底鋼板を下側にして設置することで正の曲げモーメントを、底鋼板を上側に設置することで負の曲げモーメントを荷重した。油圧ジャッキの反力Pをこの試験における荷重荷重とする。なおコンクリートの材齢は51日から109日であった。

図3 試験体への荷重方法(正曲げ)[単位: mm]
(但し、負曲げは底鋼板を上にして荷重を行う。)

(2) 解析方法

この先行実験をもとに、有限要素法(FEM)の解析コードFINALを用いて解析を行う

(a) モデル図

モデル図の概要を、図4、図5に示す。また、解析で用いた材料定義、支点の拘束条件をそれぞれ表2、表3に示す。用いた要素としてコンクリートと底鋼板にはソリッド要素、孔あき鋼板リブにはシェル要素、鉄筋にはビーム要素をそれぞれ用いた。

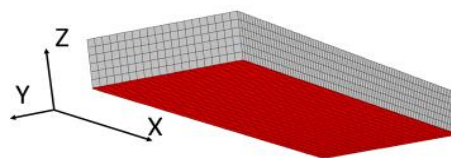


図4 モデル図

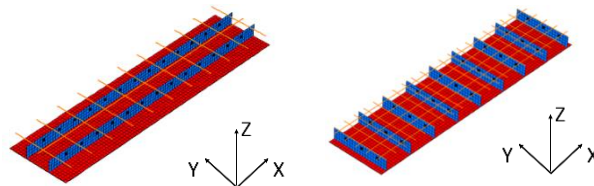


図5 HB1Y(左)、HB2X(右)の鉄筋とリブの配置図

キーワード 合成床版 孔あき鋼板リブ 耐荷力 FEM

〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL 027-265-0111

表 2 解析で用いた材料定義

	弾性係数 N/mm ²	ポアソン比	一軸圧縮強度 N/mm ²	一軸引張強度 N/mm ²	引張降伏点 N/mm ²
コンクリート	1.3×10^4	0.2	11	0.7	-
鉄筋	2.0×10^5	0.3	-	-	235
底鋼板	2.0×10^5	0.3	-	-	210
孔あきリブ	2.0×10^5	0.3	-	-	200

コンクリートの弾性係数は試験体の初期剛性が実験結果と一致するように設定した。また、コンクリートの材料構成則は、圧縮ひずみ特性においては修正 Ahamad のモデル²⁾を、引張軟化特性においてはコンクリート標準示方書のモデル³⁾を採用した。鋼材の構成則においてはバイリニア型(第二勾配は $E/100$ とする)を用いて解析を行った。

表 3 支点の拘束条件

	X軸	Y軸	Z軸	X軸回転	Y軸回転	Z軸回転
支点①	固定	可動	固定	可動	可動	可動
支点②	可動	可動	固定	可動	可動	可動

なお、FEM の解析結果はコンクリートと底鋼板の接点共有での付着ありと無しの二通り行った。

(b)解析結果

HB1Y, HB2X の実験結果と解析結果および初等理論についてに示す。

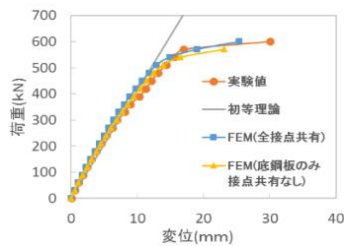


図 6 HB1Y (正曲げ) の
荷重－変位の関係

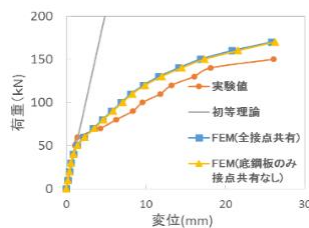


図 7 HB1Y (負曲げ) の
荷重－変位の関係

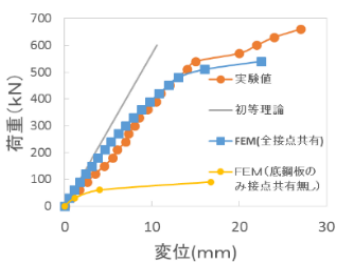


図 8 HB2X (正曲げ) の
荷重－変位の関係

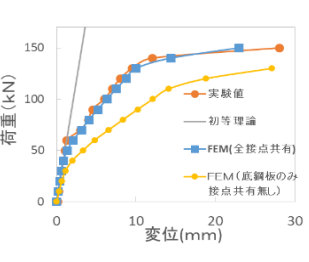


図 9 HB2X (負曲げ) の
荷重－変位の関係

3. 結果考察・まとめ

HB1Y の解析結果は、正曲げでは荷重変位の関係が、図 6、に示すように実験結果と荷重変位曲線が一致した。図 7 に示す負曲げでは、初等理論より荷重変位曲線の勾配が小さくなった以降に不整合が見られたが、それは鋼板とコンクリートの付着の仕方状態や強

度を解析で再現できていないことが原因と推定した。そこで底鋼板とコンクリートの接点共有での付着を無くして解析を行ったが、解析結果に明確な違いは見られなかった。次に、HB2X の解析結果を図 8、図 9 にそれぞれ示す。接点共有した場合では実験結果と解析結果はおおよそ一致したが、接点共有無しで解析を行うと、正曲げでは接点共有よりも小さな荷重で初等理論からの乖離が見られた。負曲げにおいては載荷開始直後から初等理論からの乖離が見られた。これは、HB1Y では図 10 に示すように荷重 30 kN ではすべりを起こさなかったが、HB2X では図 11 に示すように荷重 30 kN で X 方向にすべりを生じたためと考えられる。

また、HB1Y では、載荷する線上と直角に孔あき鋼板リブが配置されているため、底鋼板全体に力が伝わる。しかし HB2X では載荷する線上と平行に配置されているため、載荷位置近傍のみに底鋼板に力が伝わらないためだと考えられる。接点共有無しで解析を行った HB2X において正曲げと負曲げで差が出たのは負曲げでは底鋼板を上向きにして載荷するため底鋼板のみの耐力力でもっていただけのためと考えられるが、原因は明らかではない。

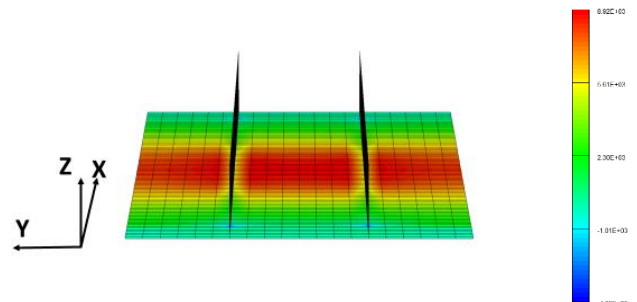


図 10 HB1Y(正曲げ)の底鋼板のみ接点共有での底鋼板と孔あきリブの変形図及び応力コンター図(30 kN)

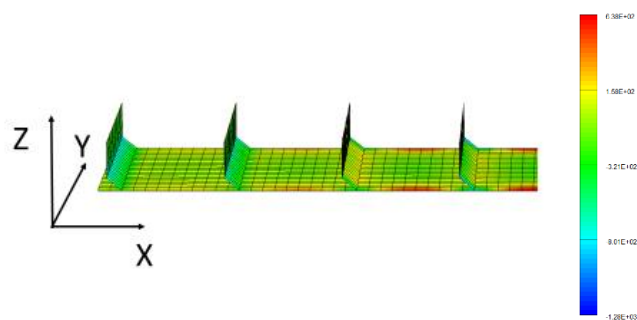


図 11 HB2X(正曲げ)の底鋼板のみ接点共有での底鋼板と孔あきリブの変形図及び応力コンター図(30 kN)

参考文献

- 1) 孔あき鋼板合成版を用いたハイブリッドケーソンに関する基礎的実験, 横河ブリッジグループ技報 No.32, 2003 年 1 月, pp.28-37
- 2) 長沼一洋: 三軸圧縮下のコンクリートの応力－ひずみ関係, 日本建築学会構造系論文集, 第 474 号
- 3) 内田裕市 下村匠 2002 年制定土木学会コンクリート標準示方書[構造成能照査編]の改訂概要 Vol. 40, No. 4, 2002. 4 p5