

バルブプレート合成床版の強度特性

日立造船 正会員 北村幸嗣、正会員 岩田節雄、
 日立造船 正会員 安田和宏、正会員 数藤久幸
 大阪大学大学院 フェロー 松井繁之

1. はじめに 最近、合成床版は工期の短縮、長支間床版に対応できる床版として注目され、十数社に及ぶ種々の構造形式が実施あるいは開発されつつある。しかし、これまでの合成床版は加工工程が多く、コストアップの要因になっていた。本研究では、合成床版としての機能を保持しながら製作工程を大幅に簡略化したバルブプレート（BPL）を補強材とする合成床版（BPL床版）を開発した。



BPL床版は、補強用のBPLを底鋼板に溶接し、BPLとコンクリートとを機械的に結合するスタッドを溶接し、上部に鉄筋を配置してコンクリートを打設する合成床版である。この構造は、BPLと底鋼板で囲まれるコンクリート部分がBPLの球部とスタッドによる拘束を受けて、鋼との合成効果を発揮させようとするものであるが、底鋼板とのずれによる合成効果の低下の評価及び拘束と付着をとり入れた設計手法の開発が必要である。ここではBPL床版の静的載荷試験を実施し、合成床版としての機能を発揮することを確認したので、報告する。

2. 試験体及び試験方法 試験体は、図-2に示すように、橋軸方向に2400mm、橋軸直角方向に3300mmを取り出した部分モデルとした。底鋼板の板厚は6mm、BPLの高さ及びピッチはそれぞれ180mm、300mmとした。コンクリートの設計基準強度及び計測値はそれぞれ30、42N/mm²であった。割裂引張強度は3.7N/mm²、ヤング係数は24922N/mm²であった。

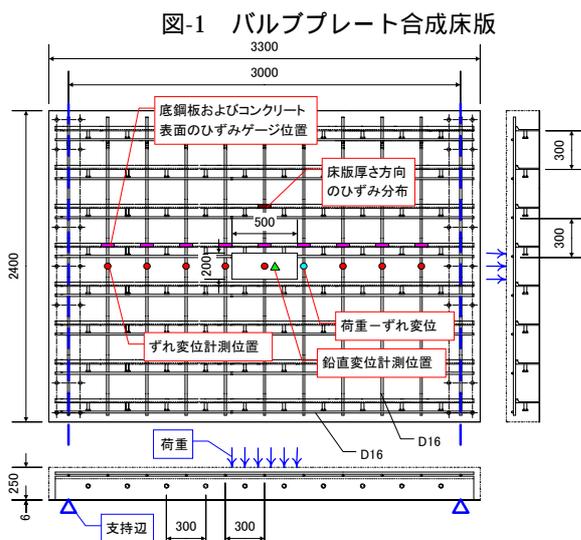


図-1 バルブプレート合成床版

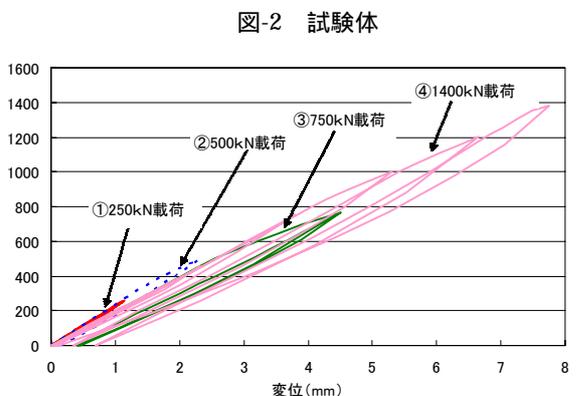


図-2 試験体

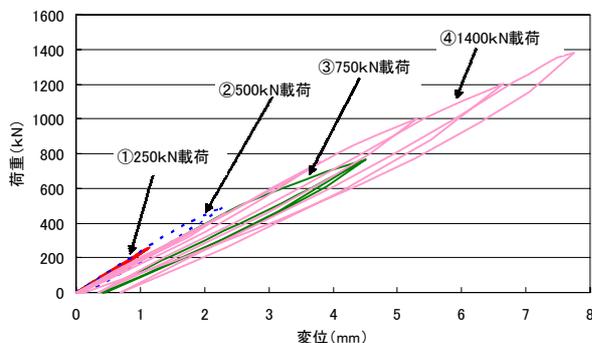


図-3 荷重 - たわみ関係（載荷点近傍）

荷重は、T荷重を想定し支間中央の曲げモーメントが文献1)に示されるものと等しくなるように約250kNを設計荷重の目安にした。載荷は250kN、500kN、750kN、250kN、1400kNを順にそれぞれ10回、1回、2回、5回、1回繰り返して行った。底鋼板とコンクリートのずれは、鋼板に孔をあけクリップ型変位計を取り付けて計測した。

3. 試験結果

荷重-たわみ関係 図-3に載荷位置での荷重-たわみ履歴を示す。250kN 載荷開始時のたわみから計算される剛性は、全断面有効の梁理論による剛性を1とすると、0.906で約10%小さい。これは治具のガタ、集中荷重による局所的な影響によりたわみが大きく計測されたためと考えられる。従って、実際にはほぼ完全合成を満足している。

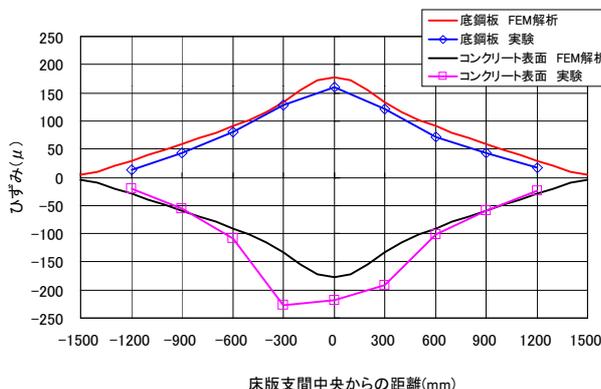


図-4 設計荷重時のひずみ分布（橋軸方向中央位置）

キーワード：合成床版、バルブプレート、合成度、ずれ

連絡先：〒559-8559 大阪市大正区船町2-2-11 TEL 06-6551-9239 E-mail iwata_s@hitachizosen.co.jp

また、250kN 10 回繰り返し載荷の間、荷重-たわみ関係は線形であり剛性の変化はなかった。500kN 載荷後では剛性はわずかに低下し 0.900 となった。750kN 載荷後では鋼板とコンクリートの付着が切れたことにより剛性は 0.756 となり、続く 250kN 5 回繰り返し、750kN 載荷及び 1400kN 載荷後の剛性は 0.720 であった。最終的におし抜きせん断破壊は生じなかった。

橋軸直角方向のひずみ分布 図-4 に設計荷重 250kN を載荷したときの橋軸方向中央位置における底鋼板とコンクリート表面の橋軸直角方向のひずみ分布を有限要素法による結果とともに示す。有限要素法では、BPL 床版を異方性を考慮した等価剛性によりモデル化し、シェル要素を用いて解析した。解析の等価剛性は鋼とコンクリートの完全合成及び全断面有効の仮定から算出した。コンクリート表面ひずみは載荷点近傍で解析値よりも大きいがほぼ分布形状は一致し、底鋼板のひずみは 20 μ の精度で一致している。

厚さ方向ひずみ分布 図-5 に 250kN 10 回載荷の初回及び剛性低下後の 250kN 5 回載荷の初回における載荷点近傍での厚さ方向のひずみ分布を示す。全断面有効とした場合、引張側コンクリートを無視した場合の梁理論値も同時に示す。剛性低下前の実験値は梁理論値とよく一致しておりコンクリートにクラックは発生しておらず全断面有効と考えられる。剛性低下後の 250kN 載荷時では、底鋼板に生じるひずみが増加するが、ひずみは直線に近い分布を示している。また中立軸移動は約 10mm と理論値の中立軸移動と比較して小さい。これはコンクリートが付着が切れたあとも BPL とスタッドにより有効に拘束されていることを示している。

残留たわみ 図-6 に載荷位置での荷重と残留たわみの関係を示す。250kN 10 回載荷後の残留たわみが 0.05mm 生じているが、これは試験治具・支持点などのガタによる影響と考えられる。350kN 近傍でクラックの発生を検知し、それ以降の載荷において残留たわみが増加しているが、1400kN 載荷後で約 1.6mm と小さい。

底鋼板とコンクリートのずれ 図-7 に各荷重載荷後の橋軸方向中央位置における底鋼板とコンクリートのずれ変位分布を示す（橋軸直角方向のずれ）。設計荷重 250kN 載荷後では、ずれは発生せず、500kN 載荷後に載荷点の周囲で 0.05mm のずれが発生した。図-8 に載荷点近傍でのずれ変位の履歴を示す。500kN 載荷時のずれは 0.02mm で治具のガタ等による程度である。500kN を超えたときに勾配が減少し、鋼とコンクリートの付着が切れたと考えられる。さらに 1400kN までの載荷を行ったが 750kN 載荷時の付着が切れた後の勾配で履歴が推移した。

4.まとめ 本研究では BPL とスタッドを組み合わせた合成床版を提案した。従来の合成床版とは異なり構造が簡素化されたにもかかわらず合成床版としての機能を満足していることを確認できた。今後は輪荷重走行試験による耐久性の検証を行う予定である。

参考文献 1) 鋼構造設計指針 PART B,土木学会, pp.89

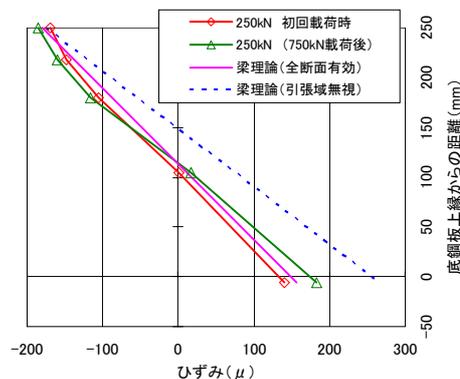


図-5 厚さ方向のひずみ分布（載荷点近傍）

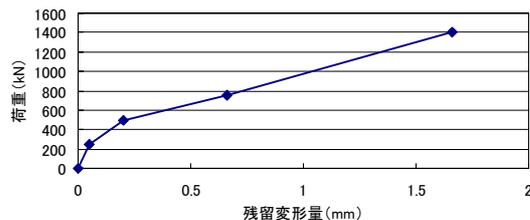


図-6 荷重と残留変位の関係（載荷点）

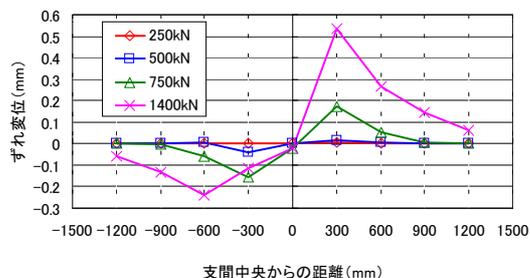


図-7 ずれ変位分布（橋軸方向中央位置）

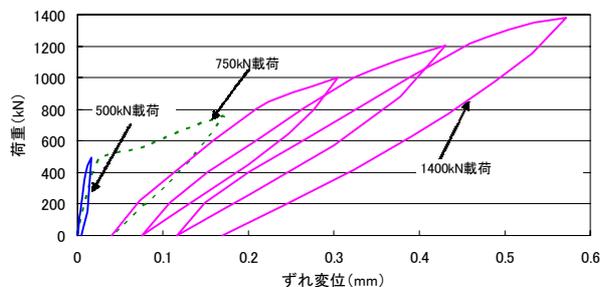


図-8 荷重とずれ変位の関係（載荷点近傍）