

I-30

剛性の異なる二層梁の載荷実験とその考察

北海道大学 学生員 岡原 貴司
 開発土木研究所 正員 金子 学
 開発土木研究所 正員 西村 敦史
 開発土木研究所 正員 佐藤 昌志

1. はじめに

近年、交通量及び車両重量の増加に伴い、直接輪荷重を受ける道路橋の鉄筋コンクリートの損傷が、橋梁の維持管理上の問題の一つとなっている。そのため損傷を受けた橋梁の補修、補強を必要とし鋼版接着等による補強工法が定着してきた。また、損傷の激しいものについては、プレキャスト床版やグレーチング床版等による打ち換えがなされてきた。しかしこれらの打ち換え工法は剪断耐力の増加には有効であるが、プラスト処理やコンクリートフィニッシャーなどの大型機械の使用が不可欠であり、それに伴う経済的問題や騒音問題を引き起こしかねない。そこでより簡単で有効な補強方法の一つとしてコンクリート床版の上にエポキシ樹脂接着剤を介して高剛性プレキャストパネル（以下、プレキャストパネルという）を重ね合わせる方法がある。本報告は、実験で得られた結果に基づき、プレキャストパネルの弾性係数と厚さを変えた計算、則ち剛性の異なる二層梁の解析を行ない、プレキャストパネルが鉄筋コンクリート供試体に対してどのような補強効果を示すかを変位置によって評価しようとするものである。

2. 実験概要

無補強鉄筋コンクリート供試体に対してあらかじめ静的破壊試験を行い、その後プレキャストパネルによって強化された同一の供試体に対して静的破壊試験を行った。その際、無補強鉄筋コンクリートにプレキャストパネルを重ねた供試体に対して、開発局土木研究所の疲労試験機を用いて載荷実験を行った。また、載荷点直下の応力集中を防ぐため二点載荷とした。以下には各材料の簡単な力学的特性を示しておく。

(1) 無補強鉄筋コンクリート

実験で用いた無補強鉄筋コンクリート供試体の寸法を図-1に示す。供試体の外形寸法は180cm×70cmでスパンが240cmである。無補強鉄筋コンクリート供試体に使われた主鉄筋はD16、配鉄筋はD13である。弾性係数は、 $3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ を使用した。

(2) プレキャストパネル

実験で用いたプレキャストパネルの厚さは3cmである。プレキャストパネルの弾性係数は、 $1.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ を使用した。

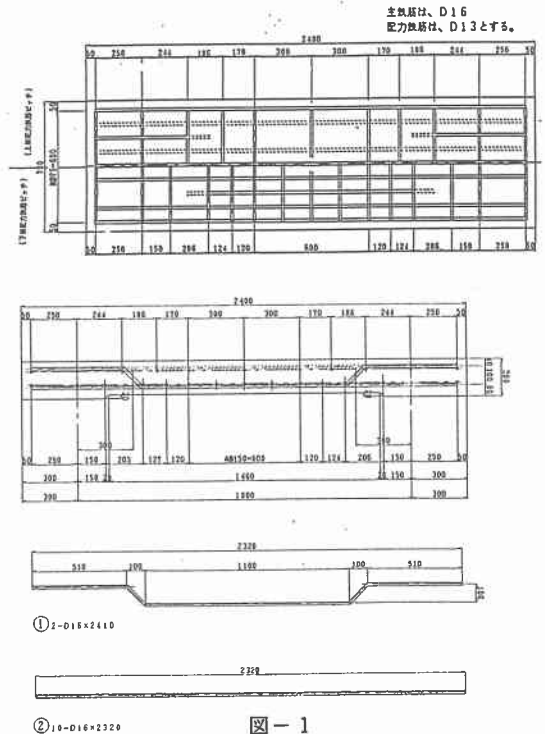


図-1

Loading tests and Consideration on 2-layered slab.

by Takashi OKAHARA, Manabu KANEKO, Atsushi NISHIMURA and Masashi SATO.

(3) エポキシ樹脂接着剤

ショーボンドX-JH1モルタルを使用。弾性係数は、規格値として $5.0\sim 10.0\times 10^4\text{kg/cm}^2$ が与えられているのでここでは、 $7.5\times 10^4\text{kg/cm}^2$ を使用した。

3. 実験結果

無補強鉄筋コンクリート供試体の静的破壊試験の結果を図-2に、プレキャストパネルを取り付けた鉄筋コンクリート供試体の静的破壊試験の結果を図-3に示す。図-2, 3よりどちらの場合も破壊荷重のかかる直前まではほぼ弾性変形をしている。ここで変位量は、荷重載荷点中央の値（供試体下面から20cmの場所）を示している。これらの実験結果から無補強鉄筋コンクリートの破壊荷重は37.00t、プレキャストパネルを取り付けたものは破壊荷重が40.60tとなっており、耐久力が約10%増加している。また最終変位量もプレキャストパネルを取り付けたものの方が大きい。この実験結果からプレキャストパネルを無補強鉄筋コンクリート供試体に取り付けることで補強効果が発揮されることを確認した。

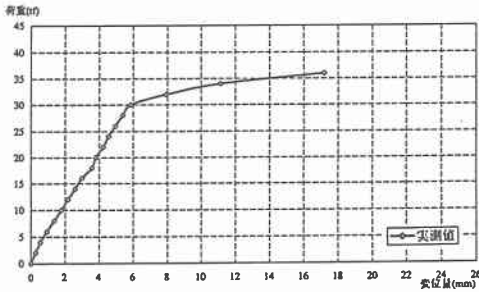


図-2 無補強鉄筋コンクリート供試体の試験結果

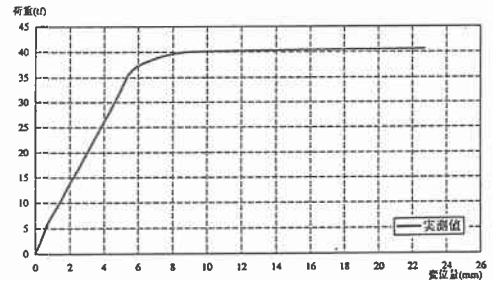


図-3 プレキャストパネルを取り付けた鉄筋コンクリート供試体の試験結果

4. 解析方法

今回の実験で用いられたプレキャストパネルの弾性係数は、 $1.8\times 10^5\text{kg/cm}^2$ 、厚さが3cmであった。無補強鉄筋コンクリート供試体の力学的性質等はそのままにしてプレキャストパネルの弾性係数と厚さをそれぞれ変化させて、そのときの変位量の変化特性を有限要素法を用いて解析シグラフに示す。ただし簡単のためエポキシ樹脂接着剤をプレキャストパネルに換算して剛性の異なる二層梁として考えることにした。また載荷荷重は20tに固定することにする（図4参照）。

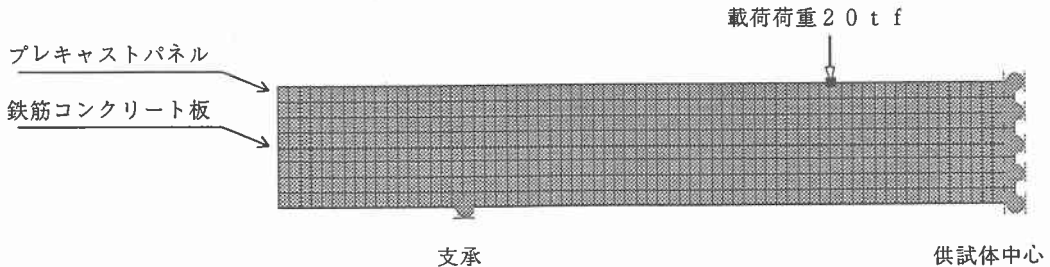


図-4 解析メッシュ図（半断面モデル）

5. 解析結果

(1) 実験の結果に基づき無補強鉄筋コンクリート供試体及びプレキャストパネルにより補強した鉄筋コンクリート供試体について有限要素法による解析を行なった。この結果を、実験値とともに図-5, 図-6に示す。弾性域での荷重-変位量の関係が実験値と一致したため、以下のプレキャストパネルの剛性と厚さを变化させた解析に進むこととした。

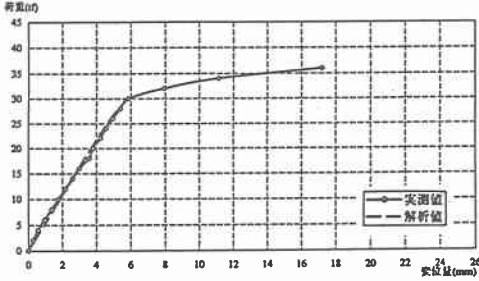


図-5 無補強鉄筋コンクリート静的破壊試験

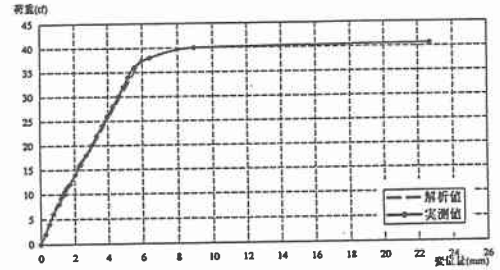


図-6 プレキャストパネルを取り付けた鉄筋コンクリート供試体の荷重と変位量の解析

(2) 図-7に、荷重を20t、厚さを3cmに固定しながら、プレキャストパネルの弾性係数を变化させ左時の荷重載荷点中央の変位量を示した。

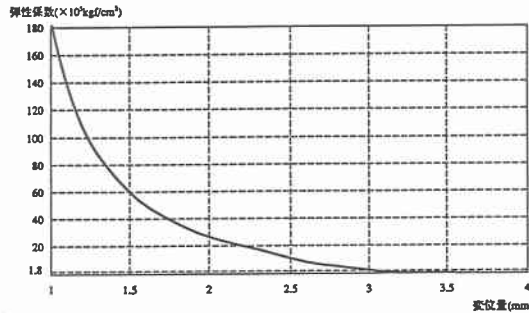


図-7 プレキャストパネルの弾性係数と変位量

(3) 図-8では、荷重を20tに固定しながら、プレキャストパネルの厚さを変えたときの荷重載荷点の変位量を示した。なおプレキャストパネルの弾性係数は $1.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ としている。

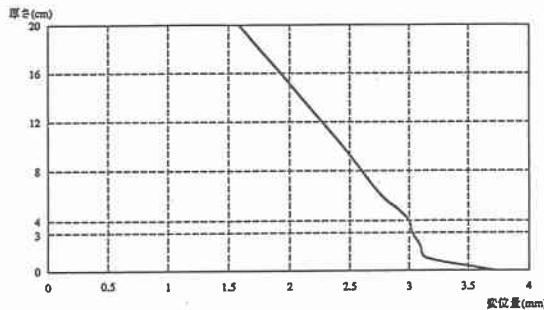


図-8 プレキャストパネルの厚さと変位量の関係

6. 考察

- 1) プレキャストパネルで鉄筋コンクリート供試体を補強するにあたっては弾性係数がより大きいものを使用すれば有効だと考えていたが、今回の実験の解析からは、弾性係数を大きくしても変位量は比例的に減少しなかった。また、剛性をかなり大きくすると変位量はあまり変化しなくなった。よって実際にコンクリート床版をプレキャストパネルで補強するときは必要以上に剛性を高めることは経済的ではないと考えられる。
- 2) 逆に、ある程度の強度を持った補強材を用いなければ荷重が供試体にかかったときに変形を緩和することが難しくなること示している。
- 3) プレキャストパネルの弾性係数を一定にして厚さを大きくすると、大きくしただけ変位量が小さくなっていった。これは、厚さを変えることによってプレキャストパネルの断面二次モーメントがかなり大きくなって剛性が高まるためと考える。
- 4) 補強材としてプレキャストパネルを用いるときは、厚さと弾性係数の最適化を行うことができればさらに経済的な工法をとることができるだろう。

7. まとめ

本解析ではプレキャストパネルと鉄筋コンクリート供試体の二層梁として簡単に考えたが今後は二層間にあるエポキシ樹脂接着剤を考慮した三層梁として検討をすすめたい。

謝辞

本論文の作成に当たり御指導、御協力をいただいた開発局土木研究所構造研究室の皆様には心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 松井・石崎・久保：FRP永久型枠を用いたRC床版の静的強度・疲労耐久性に関する研究
- 2) 安井・青木・小柳・松島：D-RAP工法と床版疲労試験