

I-A 441

活荷重剛性に配慮した複合構造床版の移動載荷実験

北海道開発局 正員 佐藤 昌志
 大阪大学 工学部 正員 松井 繁之
 大阪大学 工学部 学生員 藤井 康平

北海道開発局 正員 中井 健司
 ○ショーボンド建設（株） 正員 曳村 俊貴

1. はじめに 道路橋のRC床版は、過積載通行車輛による疲労劣化を発生しやすく、加えて舗装に浸透した水が損傷を加速している。寒冷地ではさらに凍結融解作用も加わる。平成5年11月より従来のTL20荷重からB活荷重（TL25相当）へ大型トラックの規制が緩和されたため、今後さらに疲労劣化が助長されるものと考えられる。このような状況下で耐久性のある床版の開発が望まれ、今回、高力ボルトをずれ止めとした合成床版（図-1）を考案し、輪荷重走行試験機によって疲労耐久性を調べた。

2. 実験目的 今回提案する床版は、床版下面に鋼板を用いた合成床版（床版厚16cm）であり、大幅に剛性が増加するため、床版厚を低減することが可能となった。またずれ止めには疲労に弱いといわれるスタッドジベル¹⁾の代わりに高力ボルトを採用し、橋軸方向にはプレストレスを導入した。さらに、鋼板上面にエポキシ樹脂を塗布、珪砂を散布した後、コンクリートを打設

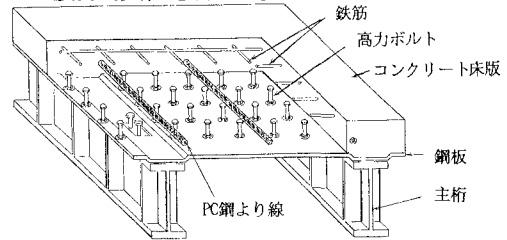


図-1 概念図

し、鋼板とコンクリートの付着の向上を計った。本床版に対して、輪荷重走行試験機による疲労試験およびFEM解析により次のことについて検討を行った。①本合成床版の疲労耐久性と高力ボルトの効果。②プレストレス導入の有無による疲労耐久性の差。③エポキシ樹脂併用の有無による鋼板とコンクリートの付着効果。

3. 供試体種類 表-1、図-2に供試体種類および形状を示す。鋼板は9mmとし、高力ボルトはM22とした。鉄筋はSD295A、PC鋼より線はSWPR19x3本、コンクリート設計基準強度は400kgf/cm²とした。プレストレスは、橋軸方向のみ15kgf/cm²を導入した。供試体はすべて大小2体のプレキャスト版をジョイントした形状になっており、継手部は添接板を用いてボルト結合している。C供試体は、鋼板上面にエポキシ樹脂（0.5kg/m²）を塗布、珪砂3号（1kg/m²）を散布している。

表-1 供試体種類

	プレストレス	樹脂塗布・珪砂散布
A供試体	無し	無し
B供試体	有り	無し
C供試体	有り	有り

4. 実験方法 測定項目は床版のたわみとひずみを、所定の走行回数毎に輪荷重を床版中央に静的載荷して測定した。また、実験終了後床版を切断し、ひび割れの進展状況および高力ボルトの損傷の有無について確認を行った。表-2に各供試体に与えた荷重の履歴を示す。はじめに、載荷荷重15tfで100万回を目標に走行させた。既往のRC床版実験（床版厚18cm）では、15tf載荷での約90万回走行は実橋での50年分に相当する等価回数と計算されるので、15tf載荷で100万回走行して損傷が

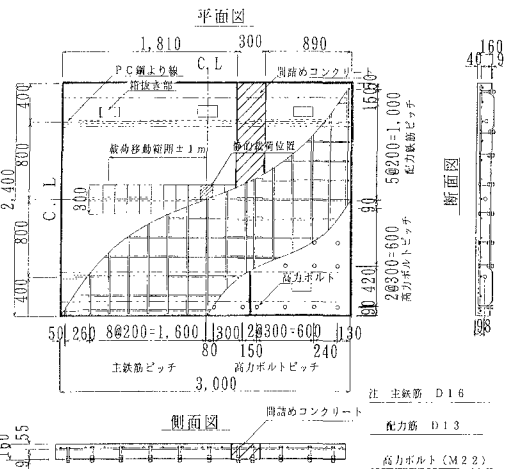


図-2 供試体の形状

なければ、十分疲労耐久性があると判断できる。続いて衝撃力（ $i=0.4$ ）を考慮して、載荷荷重を3tfずつ増加させ、最終的に荷重を21tfにまで上げて疲労破壊性状を見ようとした。

表-2 各供試体に与えた荷重履歴

供試体種類	15tf	18tf	21tf
A供試体	100万回	20万回	30.2万回
B供試体	104万回	8万回	28.8万回
C供試体	104万回	8万回	47.3万回

5. 実験結果および考察

図-3に各供試体の床版中央点における走行回数に対する活荷重たわみの変化について示す。15tf載荷、100万回では各供試体とも残留たわみ、活荷重たわみの急激な増加はみられず、十分安全性があるといえる。しかし、A供試体では15tf継手部の間詰めコンクリートに貫通ひび割れが発生している。B供試体では21tf時に発生した。C供試体は全く発生せず、かつコンクリートと鋼板の付着切れとも観察されなかった。図-4～6に活荷重たわみの分布曲線を示す。解析はコンクリート床版と鋼板の2層からなる等方性板と仮定し、ボルトをバネ要素で表現した。A供試体の走行回数60万～100万の状態ではたわみとひずみの実験値と解析値が一致するように試行錯誤で計算した結果、コンクリートの有効厚は12cm、ボルトのバネ係数は $K=1.15 \times 10^5 \text{ kgf/cm}$ となった。

B供試体では、ボルトのバネ係数を $K=1.15 \times 10^5 \text{ kgf/cm}$ とし、たわみ分布が一致するようにコンクリートの有効厚を評価すると、走行回数104万回で有効厚13cm、140.8万回で有効厚12.5cmとなった。プレストレス導入により橋軸直角方向のひび割れが抑止されたといえる。

C供試体は、ボルトのバネ係数と有効厚をB供試体と同一とし、たわみ分布が一致するように、珪砂によるずれ止めの効果を 70 cm^2 に一本の割合で等価なずれ止めとし、そのバネ定数を求めた。珪砂のバネ係数は走行回数104万回で $K'=2.5 \times 10^4 \text{ kgf/cm}$ 、159.3万回で $K'=1.8 \times 10^4 \text{ kgf/cm}$ となった。樹脂塗布、珪砂散布を行うことによりずれ止めとしての評価ができる。

実験終了後、高力ボルト周りのコンクリートをはつり高力ボルトの状況を確認した結果、損傷等は全くみられなかった。溶接するスタッドジベルはせん断疲労によって損傷することがあるが溶接しない高力ボルトは、スタッドジベルと比較して高い疲労耐久性を有しているといえる。

6. まとめ

高力ボルトは、スタッドジベルに比べて疲労耐久性が高く、合成床版に適したずれ止めである。A供試体でも力学的には実用性があるが、橋軸方向にプレストレスを導入すれば、継手部の貫通ひび割れも抑止され、さらに鋼板上面に樹脂と珪砂による処理を行うとずれ止めの効果が高く、疲労耐久性は飛躍的に向上する。

参考文献 1) 阪神道路公団、鋼及びコンクリートを合成した床版に関する研究成果報告書、平成5年3月31日

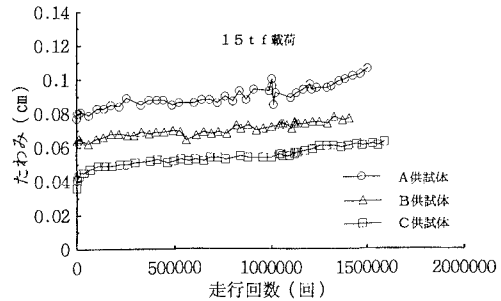


図-3 各供試体の活荷重たわみ変化

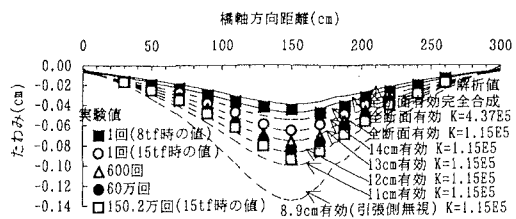


図-4 A供試体の活荷重たわみ分布曲線

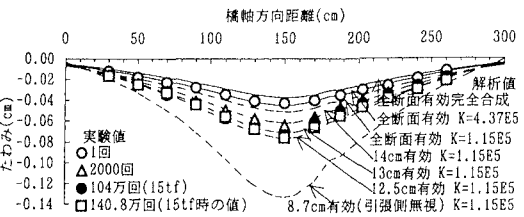


図-5 B供試体の活荷重たわみ分布曲線

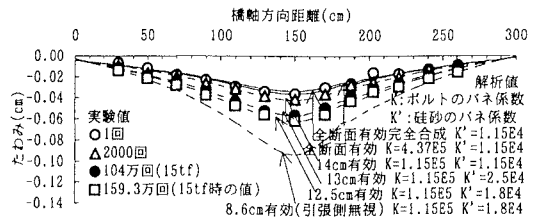


図-6 C供試体の活荷重たわみ分布曲線