

I-38

# 新しい複合構造床版の移動荷重載荷実験

ジョーホント建設㈱ 正員 梶村 俊貴  
北海道開発局 正員 金子 学

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

## 1. はじめに

道路橋のRC床版は、常に通行している車輛による活荷重や気象条件等の影響を直接受けるため橋梁構造物の中でも劣化、損傷が最も発生しやすい部材であることは、これまでの多数の損傷事例や研究によってよく知られていることである。また、トラック輸送の効率化や社会要請及び交通量の増大もあり、平成5年6月には、従来のTL20t荷重からB活荷重(TL25t相当)へ交通荷重の規制が緩和されたため、今後さらに上記のことが助長されるものと思われる。

床版厚を増加させることは、床版の機能向上のための一つの有効な方法であるが、床版の自重が増加するため、当然のことながら、桁及び下部工への負担を増大させることになる。それゆえ、床版厚を厚くすることなく耐久性の向上を図る方策を見いだすことが急務となってきている。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験目的

今回提案する複合構造床版は、図-1、写真1、2に示すように圧縮力に強いコンクリートと引張に強い鋼板を組み合わせた合成床版である。この床版は、引張鉄筋の代わりに鋼板を床版下面全面に配置したことから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。さらに、鋼板が橋軸直角方向、橋軸方向に連続しているため等方性挙動を持續するとともに、コンクリートのひびわれ発生を抑制し、その挙動を拘束することによって疲労耐久性が向上するものと考えられる。

今回プレキャスト化を図った結果、目地部の連続化のために添接板を用い、橋軸方向プレストレスを導入したが、このプレストレス力によっても疲労耐久性は向上する。

また、合成床版では、コンクリート結合の性能が大きな要素を占めるため、ここでは疲労に弱いといわれるスタッドジベル(溶接方式)<sup>1)</sup>の代わりに高力ボルトジベル(ボルト方式)を採用した。さらに、ジベルの補助の役割として、鋼板とコンクリートの付着の向上を期待し、鋼板上面にエポキシ樹脂を塗布、珪砂を散布した。

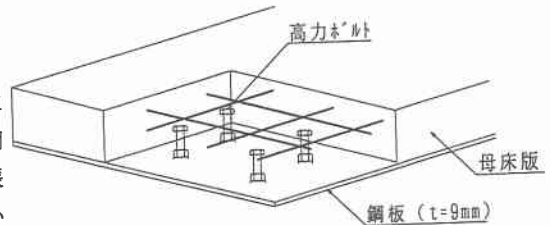


図-1 概念図

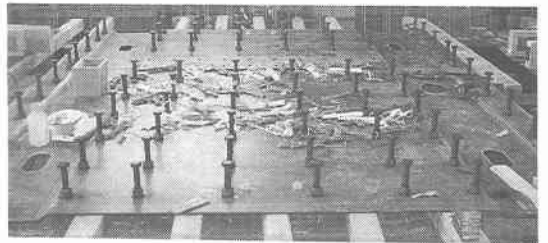


写真-1

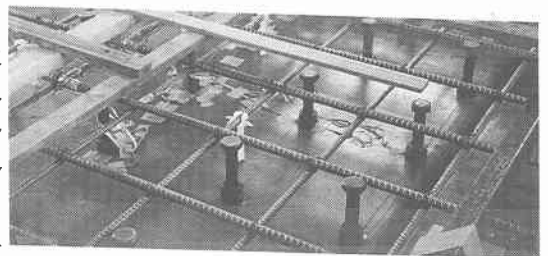


写真-2

Experiment Study on Fatigue Durability of New Steel-Concret Composit Slabs by Toshitaka HIKIMURA, Masashi SATO, Manabu KANEKO, Shigeyuki MATUI

今回、このような新しい合成床版の疲労耐久性について確認されていないため、輪荷重走行試験機による疲労試験を行い、以下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を調べる。特に高力ボルトの効果をみる。
- ②プレストレス導入の有無による床版の疲労耐久性の差について確認を行う。
- 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の差について確認を行う。

## 2. 2 供試体の種類及び使用材料

表-1、図-2に供試体の種類、形状の詳細を示す。

	床版厚	プレスト	樹脂塗布
A供試体	16cm	無し	無し
B供試体	16cm	有り	無し
C供試体	16cm	有り	有り

表-1 供試体の種類

鋼板の板厚は9mmとし、鉄筋はSD295で、P C鋼より線は、SWPR19×3本、コンクリート設計基準強度は400kgf/cm<sup>2</sup>とした。プレストレスは、橋軸方向のみ導入し15kgf/cm<sup>2</sup>を標準とした。供試体はすべて、大小2体のプレキャストをジョイントした形状になっている。ジョイント(継手)部は、添接鋼板を用いて摩擦結合、上段配力鉄筋は重ね継ぎ手とし、後打ちコンクリートを打設している。

C供試体は、鋼板上面にエポキシ樹脂(0.5kg/m<sup>2</sup>)を塗布、珪砂3号(1kg/m<sup>2</sup>)を散布し、補助ジベルの役割を与えるとともに鋼板とコンクリートの付着力の向上を期待した。

## 2. 3 実験方法

走行試験機の概要を図-3に示す。本試験機は、自動的に輪荷重の走行をシミュレートするもので供試体に荷重を作用させながら走行する車体部とこれをモーターの回転によって往復させる軌道装置の2つによって構成される。載荷能力は、10tf～30tfで荷重の走行範囲は中央から±100cmである。

測定項目は、床版のたわみ量、鋼板のひずみ、主鉄筋、配力鉄筋のひずみとし、所定の走行回数毎に輪荷重を静的に床版中央部に載荷することにより測定した。

また、その測定毎にたたき点検を行い、鋼板の浮きを調査した。

さらに、試験終了後、床版を切断し、鋼板とコンクリートの付着状況、ひびわれ状況及び高力ボルトの変状の有無について確認を行った。

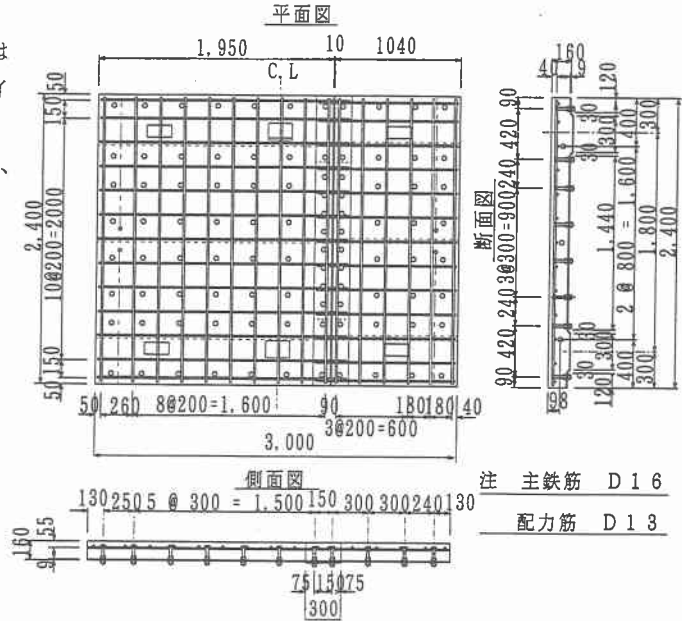


図-2 供試体詳細図

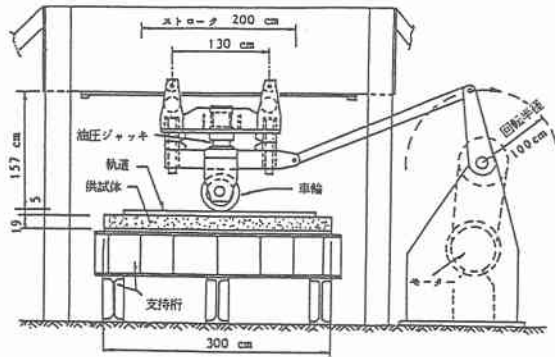


図-3 走行試験機の概要

表-2に各供試体に与えた荷重の履歴を示す。はじめに、荷重15tfで、100万回走行を行った。これは、既往の実験結果より、実橋床版の耐久性を検証するのに十分なものと判断できる。全ての供試体において、この走行回数で異常が認められなかったため、載荷荷重を18tf、21tfと上げて実験を続した。また、比較のために同じ試験機で行ったRC床版（床版厚18cm）の過去の実験データを示した。

	15tf	18tf	21tf	試験終了時の床版の状態
A供試体	100万回	20万回	30.2万回	破壊の兆候なし
B供試体	104万回	8万回	28.8万回	破壊の兆候なし
C供試体	104万回	8万回	47.3万回	破壊の兆候なし
RC床版(18cm)		84万回		せん断破壊
RC床版(18cm)			11万回	せん断破壊

表-2 各供試体に与えた荷重の履歴

### 3. 実験結果及び考察

#### (1) 荷重-たわみ関係

図-4、5、6に走行回数0回、100万回、実験終了時での各供試体の中央部の荷重-たわみ曲線を示す。A供試体は、走行回数0回において8tf付近で傾きが小さくなり、剛性の低下が見られたが、それ以後急激な剛性の低下は実験終了まで見られなかった。B、C供試体は、走行回数0回から実験終了時まで急激な剛性の低下は見られなかった。

#### (2) 走行回数によるたわみの変化状況

図-7、8、9に各供試体の走行回数に対するたわみの変化を示す。15tfで100万回走行までの各供試体は、活荷重たわみ、残留たわみとも、ほとんど増加しておらず各床版とも実橋床版に使用しても十分安全であるといえる。しかし、A供試体は120万回走行を越えると残留たわみが急激に増加している。この時、目地部に貫通びわれが発生したため、橋軸方向への荷重分配作用が低下したものと推測できる。また、活荷重たわみも若干ではあるが、この時点から増加した。

各供試体を比較してみると、A、B、C、の順に残留たわみ、活荷重たわみとも減少しており、B、C供試体は、残留たわみ、活荷重たわみともに急激な増加は見られなかった。このことよりプレストレスの有るものの方が無いものより、また、樹脂接着の無いものよりも有るものの方が疲労耐久性が向上することがわかる。すなわち、プレストレスの導入により主鉄筋方向のひびわれを抑制し、橋軸方向の荷重分配作用を向上させていることが推察でき、さらに、鋼板上面に凹凸をつけることにより鋼板とコンクリートとの付着性能が上がり、より一体化されることがわかった。

#### (3) 鋼板とコンクリートの付着状況

走行回数毎にたたき点検を行い、鋼板の浮きを調査した。A供試体は初期段階から、B供試体は50万回程度から浮きが発生し、最終的には、程度の差はあるものの鋼板のほぼ全体に広がっていた。これに対し、C供試体は100万回程度から浮きが発生し、この浮きは最終段階でも局部的なものであった。

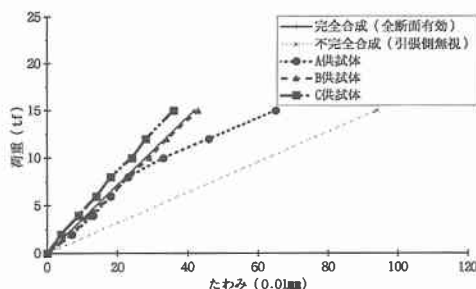


図-4 走行回数0回での荷重-たわみ曲線

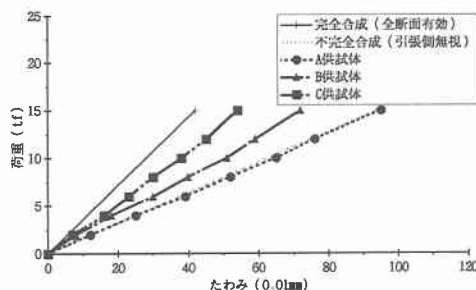


図-5 走行回数100万回での荷重-たわみ曲線

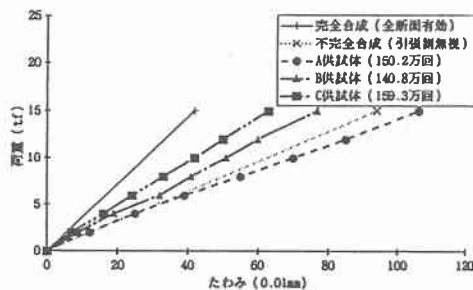


図-6 試験終了時における荷重-たわみ曲線

(4) コンクリートのひびわれ状況及び高力ボルトの性状確認

実験中において、目視観察を行ったところ、A供試体は目地部にひびわれが確認できたが、B、C供試体は目視では確認できなかった。そこでCCDカメラを用いて観察を行った結果、後者にもひびわれが発生していた。

A供試体は、目地部側面に床版下面から上面まで徐々にひびわれが進行し、ひびわれ幅も大きく、ひびわれ面相互でこすり合わせの現象が起きていた。しかし、B、C供試体は、このひびわれは目地部上面まで至らず、ひびわれ幅も小さかった。

試験終了後、床版中央部を切断し、床版の表面及び断面を観察したところ、A供試体の目地部コンクリート部に貫通ひびわれが確認されたが、B、C供試体には貫通ひびわれは確認できなかった。このことからプレストレス導入が貫通ひびわれの発生を防止していたものと考えられる。

さらに、高力ボルトまわりのコンクリートをはつり取り、高力ボルトの性状を確認した結果、損傷等は全く確認されなかった。スタッドジベルを用いた場合、溶接部がせん断疲労によって損傷したという経験<sup>1)</sup>があり、上記より判断すると、溶接部のない高力ボルトジベル(ボルト形式)は、スタッドジベルに比べて疲労耐久性に優れているといえる。

(5) 本床版(床版厚16cm)とRC床版(床版厚18cm)との比較

表-2より当床版(床版厚16cm)とRC床版(床版厚18cm)を比較すると、各供試体ともRC床版より過酷な条件で走行試験を行ったにも関わらず破壊までには至っておらず、RC床版より疲労耐久性があることがわかった。

4. まとめ

- ①本床版とRC床版(床版厚18cm)を比較すると、前者は後者よりも疲労耐久性に優れている。
- ②走行回数に対するたわみの変化状況の結果及びひびわれ状況より、橋軸方向にプレストレスを導入すれば、たわみは低減し、また目地部は一体化されるため疲労耐久性が向上することがわかった。
- ③樹脂を塗布し、珪砂を散布して凹凸をつけることにより鋼板とコンクリートの付着効果が上がり疲労耐久性がさらに向上する。
- ④高力ボルト(ボルト形式)は、疲労耐久性が非常に高く、ジベルとしての信頼性がある。

(参考文献)

1) 松井、福本、文：「鋼板・コンクリート合成床版のスタッドの疲労破壊性状について」  
構造工学論文集A VOL. 39 P1303~1311 1993

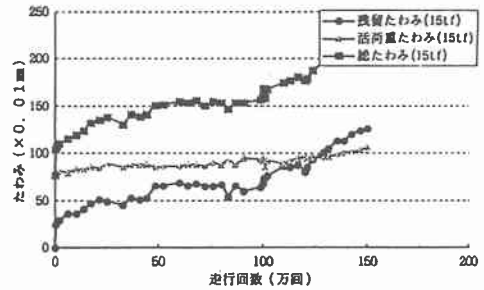


図-7 A供試体の走行回数によるたわみ変化

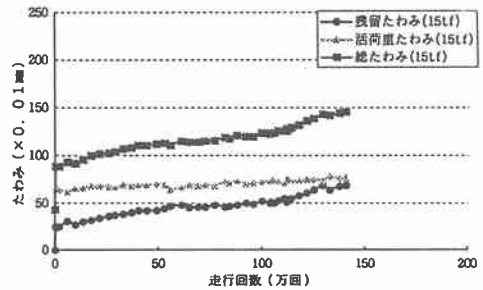


図-8 B供試体の走行回数によるたわみ変化

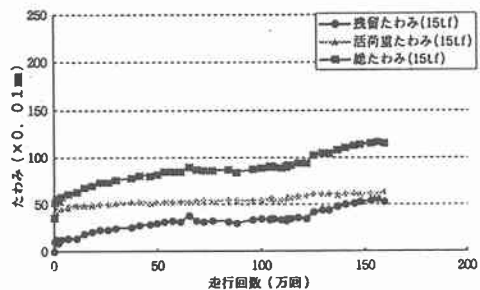


図-9 C供試体の走行回数によるたわみ変化