

I-37

活荷重剛性に配慮した橋梁プレハブ床版の開発について

ショーホント建設(株) 正員 船谷 智 浩
 開発土木研究所 正員 佐藤 昌 志
 開発土木研究所 正員 金子 学
 ショーホント建設(株) 正員 温泉 重 治

1. はじめに

鋼橋のRC床版が大きく損傷している場合、これまで各種のプレハブ床版にて床版打ち換えが行われてきた。道路橋示方書改訂により、B活荷重に対応させたプレハブ床版は床版厚が厚くなり、死荷重が大きくなることで、主桁や下部工に影響を与えることになる。そのため補修時には、死荷重を軽減するため薄くて軽い床版が必要になってくる。そこで、今回床版厚を薄くしても十分な剛性を有した複合床版（コンクリートと鋼板の複合床版に橋軸方向にプレストレスを導入したもので以下SRPC床版と称する）の開発を行ったので、ここにSRPC床版の検討内容と、静的破壊試験結果について報告する。

2. SRPC床版にした理由

SRPC床版を選定した理由として、等方性版の理論仮定を維持するためと、同等荷重（B活荷重）で設計されたRC床版と比較し軽量かつ高剛性にできるためである。

RC床版やI型格子床版のように剛性が大きく異なると、異方性を示す床版になることは、周知の事実である。したがって等方性版の理論仮定を維持するため、床版下面に鋼板を合成したSRPC構造が最も優れていると考えた。

次にSRPC床版とRC床版の比較を表2-1に示す。

表2-1 SRPC床版とRC床版の比較

項 目	SRPC床版	RC床版
床 版 厚	16cm(支間2.5m)	23cm(支間2.5m)
重 量	462kgf/m ²	575kgf/m ²
コンクリート強度	400kgf/cm ²	240kgf/cm ²
剛 性(E・I)	1557tf・m ² 全断面有効	1419tf・m ² 全断面有効

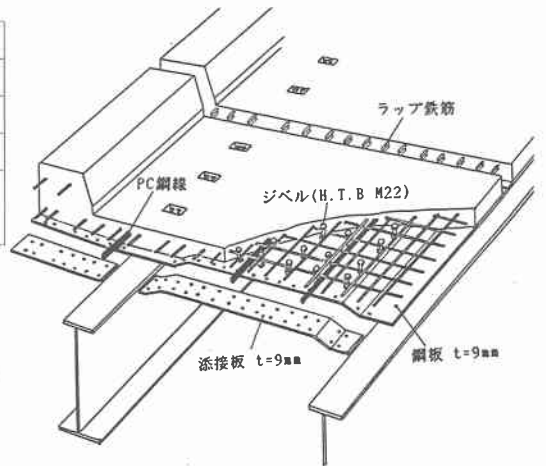


図3-1 SRPC床版構造図

3. SRPCプレハブ床版の構造

SRPC床版の構造図を図2-1に示す。SRPC床版の構造は、9mm鋼板にボルト型式のジベルを介し、圧縮強度 $\sigma_{sk} = 400\text{kgf/cm}^2$ のコンクリートを打設して、現場で橋軸方向にプレストレス（10~15kgf/cm²）を導入したプレハブ床版である。

Development of prefabricated bridge panel that gives consideration to live road rigidity by Tomohiro FUNAYA, Masashi SATOH, Manabu KAMEKO and Shigegi ONSEN

4. SRPC床版の検討事項

a) ジベルはボルト型式とした

コンクリートと鋼板の合成ジベルはボルト型式を採用した。

溶接型式の合成ジベルは、車両通過時に移動するせん断力により繰り返し荷重を受ける(図4-1)ため、疲労により溶接部分の破損が懸念される。そのため、溶接を必要としないボルト型式を採用した。

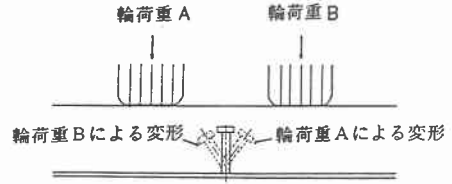


図4-1 ジベルの変形図

b) 橋軸方向のプレストレス

以下の理由により橋軸方向にプレストレス ($10\text{kgf}/\text{cm}^2 \sim 15\text{kgf}/\text{cm}^2$) を導入する

- ・床版下面から上面に伸びるひびわれを抑制する。
- ・プレハブ床版相互の継目部分の現場打ちコンクリート打継ぎ面に、輪荷重の繰り返し载荷により発生するひびわれを抑制する。
- ・疲労たわみの増大を抑制する。

c) 継目部は添接鋼板とH. T. Bにて接合

SRPC床版の継目部を図4-2に、従来の継目部を図4-3にそれぞれ示す。

プレハブ床版パネル相互の継目部分は次ぎに述べる溶接継手の弱点を補うため、添接版とジベル状のボルトによる継手を採用した。

- ・ジベル状のボルトにより、コンクリート界面に発生したひびわれによって現場打ちコンクリートが独立するのを防ぐ。
- ・溶接部分は輪荷重の繰り返し载荷により破損の懸念があるため添接板を使用する。
- ・万が一継目部分にひびわれが入ったときも添接板があるため剛性の低下を防ぐことができる。

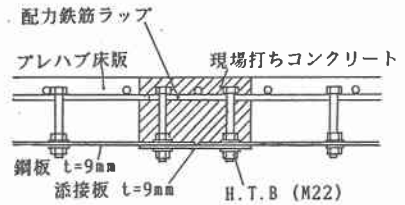


図4-2 SRPC床版の継目部

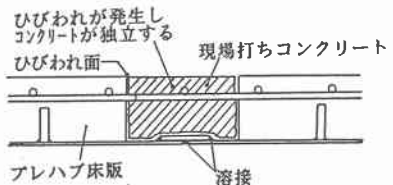


図4-3 従来の継目部

5. SRPC床版の設計方法

SRPC床版の設計方法は、SRC床版(プレストレスを導入しない合成床版)の設計に準じて行う。SRC床版の設計は、現在土木学会の「合成床版設計指針(案)」(素案)で、次ぎに述べる方向で検討されている。

- ・合成床版の最低鋼板厚は、8mmとする。
- ・床版厚は、 $t = 2.5L$ (床版支間) + 10 + 鋼板厚さ(mm)とする。
- ・断面計算は、 $N = 10$ として中立軸以下無視のRC断面(鋼板考慮)計算で行う。

6. SRPC床版とRC床版の静的試験

SRPC床版（床版厚16cm）の耐荷力について検討するため、道路橋示方書（B活荷重）で設計した床版厚21cmのRC床版とともに静的試験を行った。SRPC床版構造図を図6-1に、RC床版の構造図を図6-2に示す。

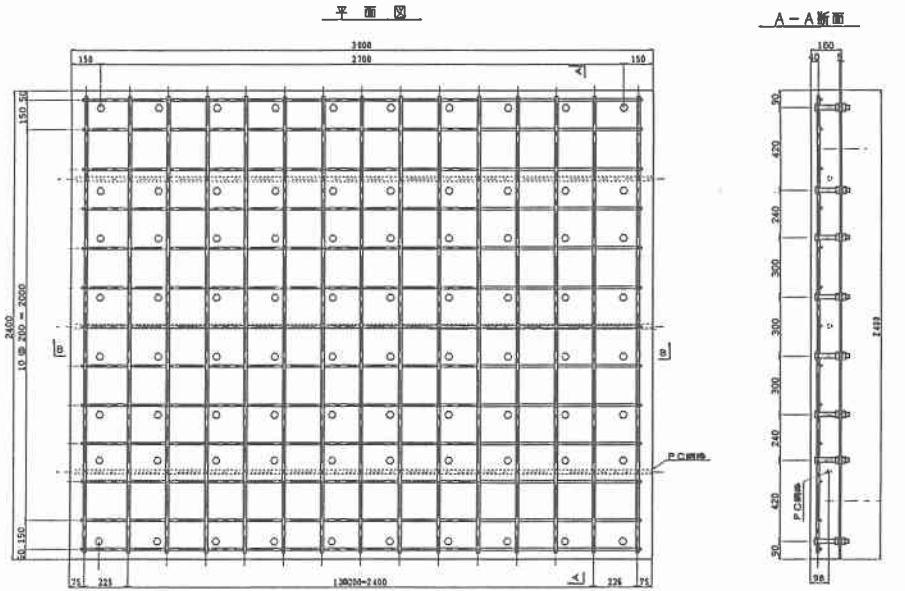


図6-1 SRPC床版構造図

注1 主筋筋は、D16
配力筋筋は、D13とする。

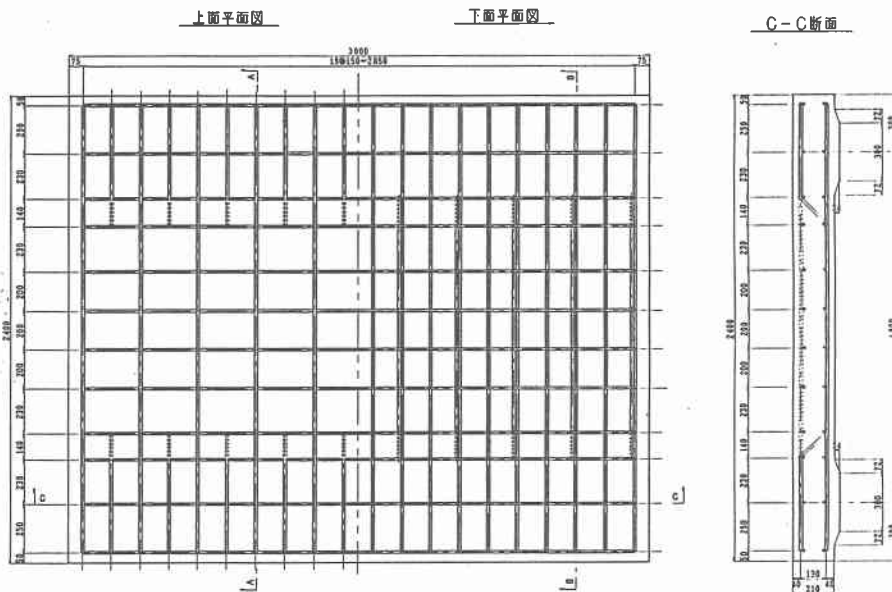


図6-2 RC床版構造図

注1 主筋筋、配力筋筋は、D16とする。

載荷点は支間中央とし20cm×50cmの載荷板を用いて試験を行った。載荷荷重は10tピッチで増加させ、残留変位、ひずみを把握するため載荷ステップ毎に除荷する方法をとった。測定は、載荷荷重に対して、変位、鋼材のひずみについて行った。

7. 試験結果

a) 変位について

SRPC床版とRC床版の荷重-変位曲線(P- δ 曲線)を図7-1に示す。終局荷重(コンクリートのせん断破壊)は、SRPC床版で79t、RC床版で75tであった。RC床版は載荷荷重30t付近から急激に剛性が低下しているが、SRPC床版はわずかに剛性低下しているものの、ほとんどリニアな曲線を描いている。

残留変位については載荷荷重30tでSRPC床版、RC床版ともに0.1mm以下、終局直前(載荷荷重70t)では、SRPC床版(1.4mm)、RC床版(3.0mm)で、SRPC床版はRC床版に比べ1/2以下と小さかった。

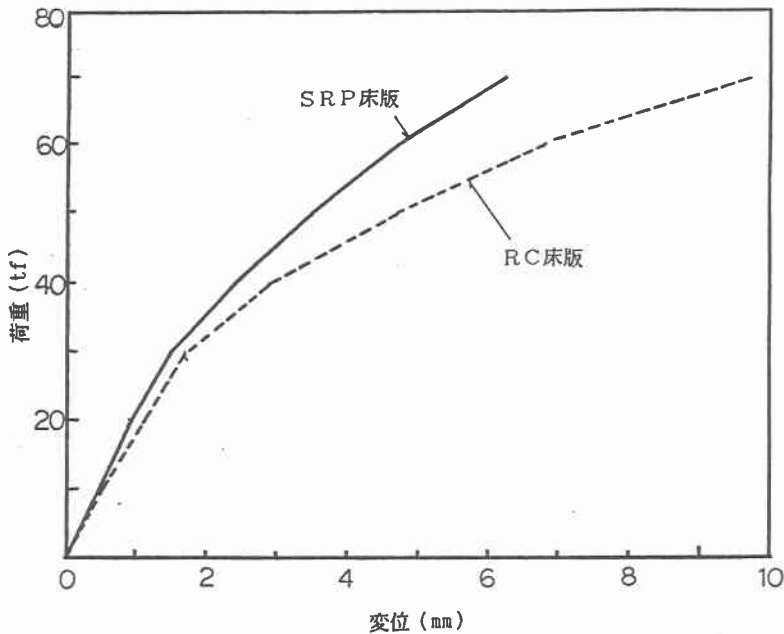


図7-1 SRPC床版とRC床版の荷重-変位曲線

b) RC床版の鉄筋ひずみについて

主鉄筋方向の上主鉄筋ひずみを図7-2に、下主鉄筋ひずみを図7-3に示す。

主鉄筋のひずみは、載荷点直下では載荷荷重30tまでは上側圧縮、下側引っ張りとなっていたが、載荷荷重40t近くからは上側も引っ張りに転じた。

主鉄筋ひずみは支間中央で載荷荷重70tの場合、 1600μ ひずみ(約 $3400\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$)と降伏点付近まで達していた。

c) SRPC床版の鋼材ひずみについて

床版下面の鋼板ひずみを図7-4に、ボルトの軸ひずみを図7-5に示す。

下側鋼板のひずみは載荷荷重70tの時載荷点直下で(約 500μ ひずみ)と大きいものの、鋼板自体の塑性域まではかなり余裕を残している。

また、ボルト周りの鋼板のひずみも最大で 400μ 程度と比較的小さかった。ボルト自体の曲げひずみは最大でも 800μ ひずみ程度であったが、対抗する2面のひずみの平均値(軸力による)は10t載荷時より載荷ステップ毎に非直線的に増加する傾向を示していた。鋼板とコンクリートが付着している場合、ボルトに軸力は生じないことから、載荷当初より次第に鋼板とコンクリートが剥離して、ほとんどボルトによってコンクリートから鋼板に応力が伝達されていたことを示している。

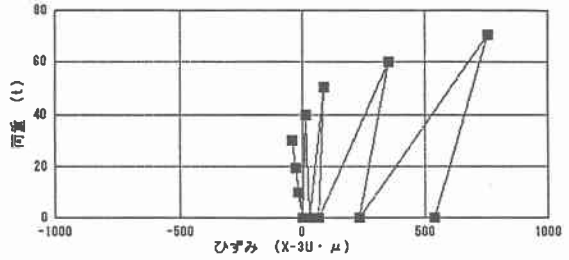


図7-2 RC床版の載荷点直下の
上主鉄筋のひずみ

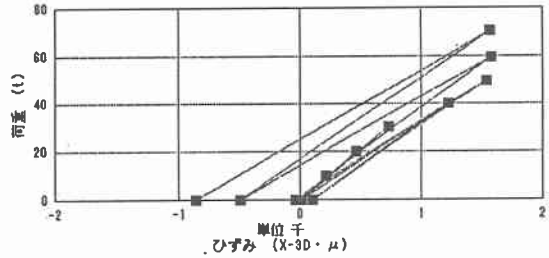


図7-3 RC床版の載荷点直下の
下主鉄筋のひずみ

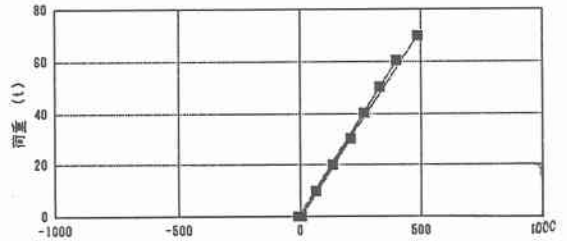


図7-4 床版下面の鋼板ひずみ(載荷点直下)

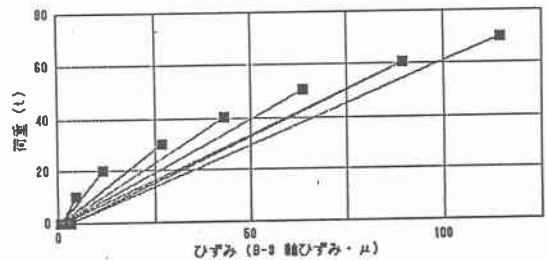


図7-5、ボルトの軸ひずみ(載荷点より8cmの位置)

d) 静的試験の破壊形状について

静的試験により破壊したSRPC床版の形状を図7-6に、RC床版を図7-7にそれぞれ示す。

SRPC床版のひびわれは、載荷点付近では上鉄筋とボルト頂部に平行して水平に伸びており、支点付近で床版下面に向かって伸びていた。一方RC床版のひびわれは、載荷点から支点付近に向かって伸びており曲げ上げ鉄筋が切断されていた。

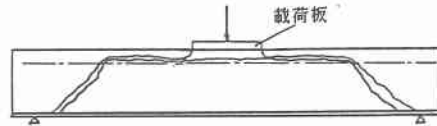


図7-6 SRPC床版の破壊形状

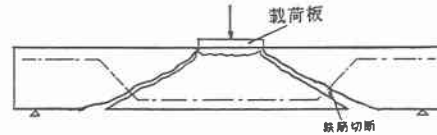


図7-7 RC床版の破壊形状

8. まとめ

- 1) SRPC床版はRC床版と比較し、静的載荷試験においてP- δ 曲線がリニアに近いことから、床版厚を70~80%薄くしても同等以上の剛性を有することが確認できた。
- 2) SRPC床版の下面鋼板、鉄筋、ボルトのひずみは、静的載荷試験の終局直前の荷重(70t)においても、小さいことから、B活荷重載荷時の疲労耐久性にも優れている。
- 3) 載荷の初期からボルトに軸力が発生しており、鋼板とコンクリートの一体化は主にボルトによって行われていたといえる。
- 4) SRPC床版を検討した時点での事項の妥当性が移動荷重載荷試験で実証された。

本発表会での論文「新しい複合構造床版の移動荷重載荷試験」で、今回開発したSRPC床版の疲労試験の報告を行っているので参照していただきたい。