

コンクリート厚が合成床版の疲労耐久性に及ぼす影響

神戸製鋼所 正員 山田岳史 沼田 克 岡本安弘
大阪大学大学院 フェロー 松井繁之

1．まえがき

鉄筋コンクリート床版（以下，RC床版と称す）に代表されるコンクリート系床版の損傷のメカニズムは複雑であるために，設計計算による定量的な疲労耐久性の照査は困難な状況である．

しかし，輪荷重走行試験機の開発によって，RC床版の疲労損傷のメカニズムが明らかにされ，RC床版のS - N線図など，疲労耐久性に関してある程度明らかにされてきている¹⁾．そこで，国土交通省では，疲労耐久性を把握できる現実的な手法として，その性状がある程度明らかにされている床版との相対比較が可能な輪荷重走行試験機を用いた階段状荷重載荷による疲労耐久性試験を提案²⁾している．

一方，各種開発され，実用にも供されている鋼板・コンクリート合成床版（以下，合成床版と称す）のほとんどは，輪荷重走行試験機を用いた階段状荷重載荷試験においても，破壊に至ることなく終了しており，高い疲労耐久性を有することが確認されている．ただし，床版の疲労耐久性に言及するためには，疲労限界状態，損傷形態を把握しておくことが不可欠であると言える．

そこで，本報では，合成床版の疲労耐久性の照査に資するため，輪荷重走行試験によって典型的な押抜きせん断破壊を呈した，いわゆる疲労限界状態に至ったと考えられる合成床版の試験結果を示す．また，その破壊に至った床版に関して，コンクリート厚を2cm増して実施した階段状荷重載荷による輪荷重走行試験を実施した結果についても提示し，両者の結果を比較することで，コンクリート厚の及ぼす影響について示す．

2．試験に用いた合成床版の概要

輪荷重走行試験機による階段状荷重載荷試験に用いた合成床版の概要を図-1に示す．図-1の合成床版は底鋼板に縞鋼板を用い，鋼板とコンクリートの剥離防止のためにUボルトを用いたU-Bolt床版³⁾である．本床版は，縞鋼板の優れた付着特性を活用した合成床版であり，静的押抜きせん断試験においても終局に至るまで鋼板とコンクリートにずれが発生しなかったことを確認している．

両供試体の違いをまとめると表-1のとおりである．底鋼板厚，Uボルト径は同一であるが，コンクリート厚，圧縮強度，主鉄筋ならびに配力筋間隔などが異なる．特にコンクリート厚 h_c は，18cmと20cmであり，引張側コンクリートを無視した主鉄筋方向断面の曲げ剛性は，弾性係数比 $n=7.0$ とすれば，1.0：1.3である．

表-1 両供試体の諸元比較

	床版(A)	床版(B)
コンクリート厚	180mm	200mm
コンクリート圧縮強度	35.2N/mm ²	37.9N/mm ²
底鋼板厚	6mm	
主鉄筋φ16)間隔	250mm	125mm
配力筋φ13)間隔	280mm	160mm
Uボルト	φ16	

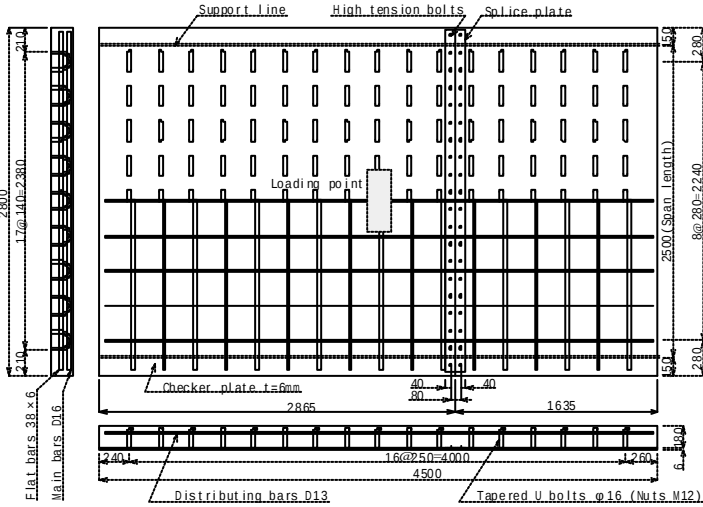


図-1(a) コンクリート厚 18cm の床版 (A)

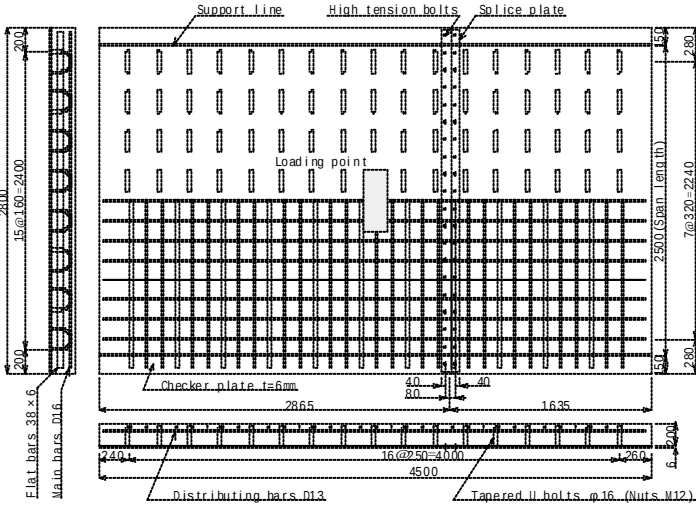


図-1(b) コンクリート厚 20cm の床版 (B)

Key words：合成床版，コンクリート厚，疲労
連絡先：〒651-2271 神戸市西区高塚台 1-5-5

tel:078-992-5641 fax:078-993-2056

3. 輪荷重走行試験の考察

2体の合成床版供試体の活荷重たわみを98kNに換算したものと走行回数の関係を図-2に示す。床版（A）では試験開始直後から曲げひび割れの発生による剛性低下が認められ、走行回数16万回でほぼRC断面の剛性に至っている。その後、36万回程度までは定常状態であるが、40万回を超えると急激な剛性低下が始まり、48.3万回で試験を終了した。一方、床版（B）では走行回数24万回まで剛性低下はなく、その後、緩やかな剛性低下が認められた。52万回走行時にもRC断面として計算したたわみまでしか低下しなかった。

試験終了後に供試体を切断し、内部に発生したひび割れを目視にて確認したところ、床版（B）ではひび割れの発生を確認できなかった。また、押抜きせん断破壊を呈した床版（A）のひび割れ分布図を図-3に示す。この図より、曲げひび割れが上側主鉄筋まで進展した後、そのひび割れ面でのせん断ずれの増大にともなう主鉄筋のダボ作用によって、層状に剥離する主鉄筋に沿ったひび割れが発生したものと判断できる。この剥離ひび割れの発生により急激に剛性が低下し、最終的に押抜きせん断に至ったものと考えられる。また、計算上のRC断面でのたわみに至るまで（床版（A）に関しては40万回まで）、両床版ともに等方性版としての挙動を呈していたことを確認している。

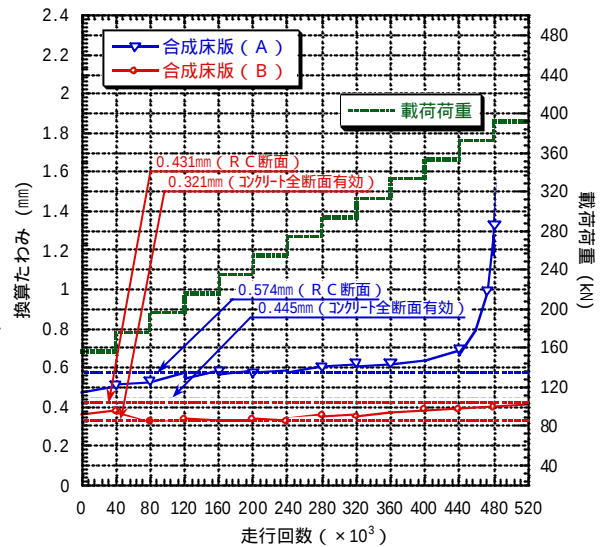


図-2 合成床版の換算活荷重たわみ

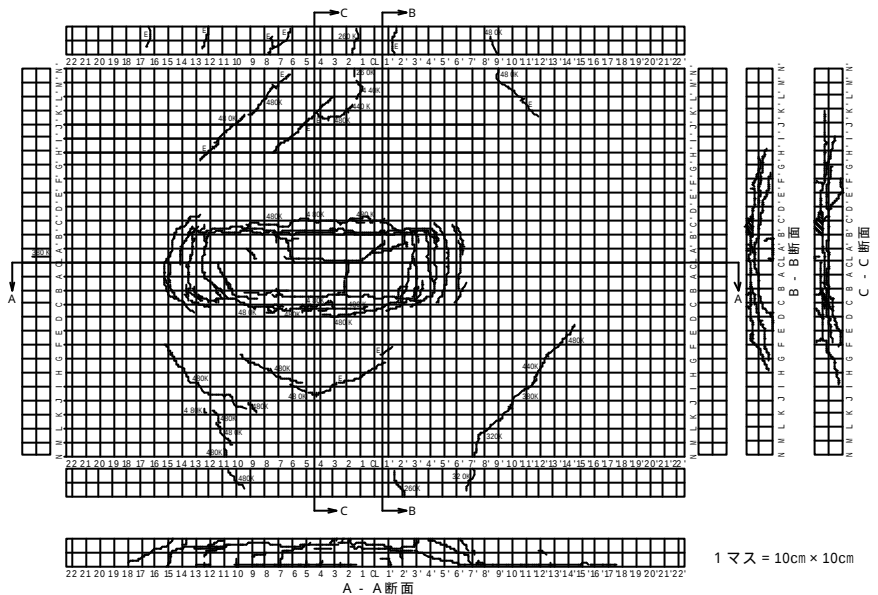


図-3 床版上面と各切断面におけるひび割れ分布

4. コンクリート厚の影響

図-2中の計算値であるRC断面のたわみを実験値が超過する走行回数を床版の使用限界状態と仮定して、床版（A）、（B）の使用限界状態に至るまでの走行回数を比較する。床版（A）は24万回、床版（B）は52万回である。本試験では、RC床版の疲労損傷と同様にコンクリートの破壊が先行したことから、RC床版のS-N線図⁴⁾を参考にする事とした。式(1)のマイナー則に従い、基本荷重を157kN、 $m=12.0$ と考えれば、コンクリート厚を18cmから2cm増すことで、230倍程度の耐久性向上の効果があると言える。床版（A）、（B）ともに、コンクリートに残った縞鋼板の突起の跡は、試験終了後も明瞭であったことから、ずれ止めの損傷はなかったものと判断している。

この試験結果は、使用限界状態に至ってもずれ止めが健全であり、等方性版として挙動する合成床版に関して参考になるものと考えられる。今後の疲労耐久性照査のためには、合成床版の損傷形態ごとのS-N線図の作成が望まれる。

$$N_{eq} = \sum_i \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^m n_i \quad (1)$$

N_{eq} : 等価繰返し回数
 P_0 : 基本荷重 (157kN)
 P_i : 載荷荷重
 n_i : 荷重 P_i の繰返し回数
 m : 疲労設計曲線の傾きを表す係数
 ($m=12.763$ であるが、安全側の12.0とした)

参考文献

- 1) 松井, 西川, 大田: RC床版とその損傷, 橋梁と基礎, Vol.32, No.5, 1998.5.
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 鋼橋編, 2002.3.
- 3) 山田, 沼田, 岡本, 窪田, 松井: 縞鋼板をずれ止めに用いた鋼板・コンクリート合成床版の構造特性, 土木学会, 第三回道路橋床版シンポジウム, 2003.6.
- 4) 松井: 橋梁の寿命予測 道路橋RC床版の疲労寿命予測, 安全工学, Vol.30, No.6, 1991.12.