

帯鋼ジベルを用いた新しい合成床版の疲労耐久性と破壊性状

(株) 横河ブリッジ

正会員○春日井俊博

正会員 永田 淳

正会員 高田 和彦

正会員 井上 武

1. はじめに: 帯鋼ジベルを用いた合成床版¹⁾ (図-1 (1), 以下, Type-S という) は, RC 床版に比べて床版工事の施工性を向上でき, 高い耐久性を有するため経済的な床版形式であり, 近年はその施工実績が増加している. Type-S は, 底鋼板上に孔あきリブを床版支間方向に設け, 主鉄筋と配力鉄筋を配置した鋼殻とコンクリートとの合成床版で, 底鋼板同士の継手はスタッドボルトを用いており, 継手部における橋軸方向の応力伝達は孔あきリブの孔内に配置した下段配力鉄筋が受け持つ構造となっている. 筆者らは, Type-S の構造を変更し, 合理性を追求した新しい合成床版 (図-1 (2), 以下, Type-H という) を開発した. Type-H の Type-S からの変更点は, 底鋼板同士を高力ボルト摩擦接合として底鋼板に橋軸方向応力の伝達機能を持たせ, 下段配力鉄筋をなくすことであり, その効果は, リブの孔数の低減と現場における配筋作業を軽減できることである. Type-S の疲労耐久性については, 道路橋床版の交通荷重を再現できる輪荷重走行試験機を用いた繰り返し載荷実験²⁾によって確認している. ここでは, Type-H の疲労耐久性と破壊性状を確認する目的で実施した (独) 土木研究所が所有する輪荷重走行試験機を用いた 2 種類の載荷実験の結果を報告する.

2. 実験内容: 実験供試体は表-1 に示す Type-H のもので, 床版厚の異なる 2 種類とした. ひとつは Type-S (供試体 NP-0) と同様に床版厚を 206mm としたもの (供試体 NP-1) で耐久性を確認する目的のもの. もうひとつは床版に損傷を発生させて終局限界状態を確認できるように床版厚を 166mm に薄くしたもの (供試体 NP-2) である. コンクリートの仕様は共通で, 呼び強度は 30N/mm² である. 供試体の基本寸法と支持条件を図-2 に示す. 載荷荷重は供試体ごとに異なる 2 種類 (図-3) とした. 階段載荷 A は文献 3) の荷重と同一であり, 階段載荷 B は静的な載荷で破壊しないと予想した荷重範囲である 274kN 以下の 3 段階と試験機の最大荷重である 392kN とした. 供試体 NP-1 の詳細を図-4 に示す. NP-2 が NP-1 と異なるのはリブ間隔で NP-1 が 500mm, NP-2 が 375mm である. また NP-2 は NP-1 に比べて主鉄筋間隔が短く, リブサイズとずれ止め孔の直径がそれぞれ小さくなっている (表-1 参照).

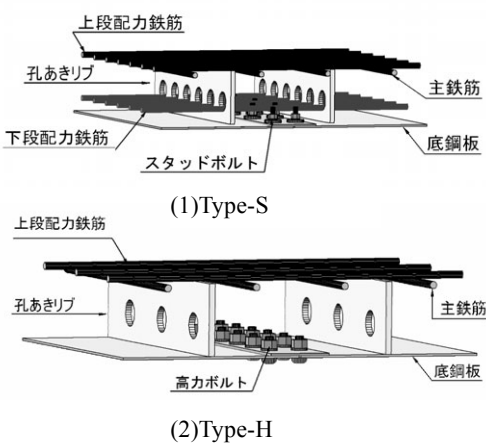


図-1 合成床版のタイプ

表-1 供試体の諸元

合成床版のタイプ		Type-H		
供試体名		NP-1	NP-2	NP-0
床版厚 (底鋼板を含む)	mm	206	166	206
底鋼板厚	mm	6	6	6
孔あきリブ	間隔	500	375	300
	板幅	140	110	140
	板厚	16	9	12
ずれ止め孔	直径	70	50	70
	間隔	250	250	125
主鉄筋	径	—	D19	D16
	間隔	250	187.5	300
上段配力鉄筋	径	—	D16	D19
下段配力鉄筋	間隔	250	250	187.5
	径	—	なし	D19
コンクリート圧縮強度 (材令28日)		N/mm ²	37.2	36.2
			40.6	

(注) Type-S (供試体名 NP-0) の詳細は文献 2) 3) を参照のこと.

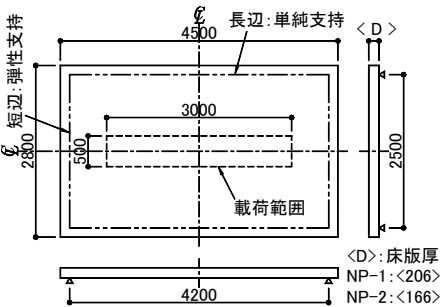


図-2 供試体の基本寸法と支持条件

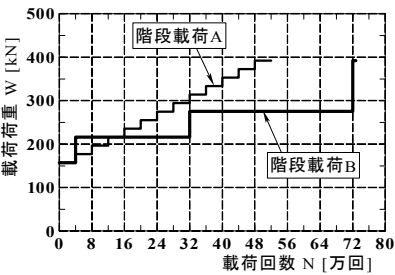


図-3 載荷荷重

付表 荷重と載荷回数

階段載荷A				階段載荷B			
供試体 NP-1				供試体 NP-2			
荷重 [kN]	載荷回数 [回]	荷重 [kN]	載荷回数 [回]	荷重 [kN]	載荷回数 [回]	荷重 [kN]	載荷回数 [回]
157	40,000	294	40,000	157	40,000		
176	40,000	314	40,000	216	280,000		
196	40,000	333	40,000	274	400,000		
216	40,000	353	40,000	392	7,413		
235	40,000	372	40,000				
255	40,000	392	40,000				
274	40,000						
載荷回数の合計				520,000	載荷回数の合計	727,413	

キーワード: 合成床版, 移動輪荷重載荷実験, 疲労耐久性, 破壊性状

連絡先: 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 TEL 047-435-6161 FAX 047-435-6160

3. 実験結果: NP-1 の床版たわみを図-5 に示す. 図中の残留たわみは除荷時のたわみを表し, 総たわみは残留たわみと静的载荷時のたわみの合計を表している. また PRC50% の名称で示した値は文献 4) に示された PC 床版 (設計活荷重に対して床版に 1.55N/mm^2 の引張力を許すパーシャルプレストレス) の実験値で, 支持条件と荷重条件が NP-1 と同様のものである. NP-1 の総たわみは最大で 3.24mm であり, PRC50% の総たわみの最大値 6.24mm に比べて 52% にとどまっている. また, 残留たわみの変化は载荷回数 32 万回までは NP-1 と PRC50% とは同程度であるが残留たわみの最大値は NP-1 が 1.40mm で PRC50% の 2.67mm に対して小さい値となった. NP-1 と同様の载荷実験を行った Type-S (供試体 NP-0) との比較では, NP-1 の载荷時のたわみは NP-0 とほとんど差がなく, 残留たわみがわずかに 0.6mm 大きくなった. Type-H の耐荷性能を確認する目的で実施した NP-1 の载荷実験では, 载荷の終了までたわみ分布の形状は問題なく, 鋼材のひずみ分布も急激な変化はなかったことから, Type-H の耐久性は PC 床版および Type-S と同等であることがわかった.

NP-2 の床版たわみを図-6 に示す. たわみの変化が大きいのは, 荷重を増加させた時とその後の数万回であり, 荷重を一定に保って繰返し载荷を行うとたわみ曲線の勾配は一定値に収束することがわかる. また, たわみの増加割合は荷重の大きさによって異なることがわかる. 総たわみの増分を直線近似して载荷回数に対するたわみの増分を劣化勾配と定義すると, 荷重 216kN では, 劣化勾配は $0.0142\text{mm}/\text{万回}$ ($N=8\sim 32$ 万回) となり, 荷重 274kN では, 劣化勾配は $0.0198\text{mm}/\text{万回}$ ($N=42\sim 72$ 万回) となる. NP-2 は荷重を 392kN に増加させた後に床版上面のひび割れが進展するとともにたわみが急増したため, 破壊に至ったと判断して载荷実験を終了した. NP-2 の断面を切断した状況を写真-1 に示す. 床版内部のひび割れはリブ上端に沿って進展しており, 帯鋼ジベルを用いた合成床版の繰返し载荷による限界状態は, リブ上端に沿ってひび割れが進展し圧縮側コンクリートと鋼材とが分離する状態であることがわかった.

4. まとめ: 合成床版 Type-H は, 文献 3) の試験方法で破壊せず, 十分な耐久性があることがわかった. また, 繰返し载荷による疲労限界はコンクリートのひび割れ進展で決定されることがわかった.

参考文献: 1) 高田ら: 帯鋼ジベルを用いた鋼・コンクリート合成床版の研究開発と適用について, 第 4 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, pp.75-80, 1999.11, 2) 永田ら: 帯鋼ジベルを用いた鋼・コンクリート合成床版の疲労耐久性, 第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp.225-230, 2000.10, 3) 国土交通省土木研究所: 道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労耐久性評価方法の開発に関する共同研究報告書(その 4), 平成 13 年 1 月, 4) 八部ら: パーシャルプレストレスを導入した PC 床版の

輪荷重走行実験, 第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集, pp.43-48, 1998.11

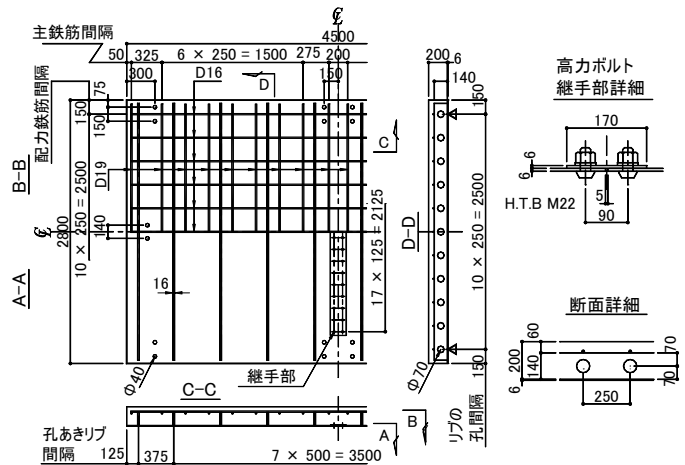


図-4 供試体の詳細 (NP-1)

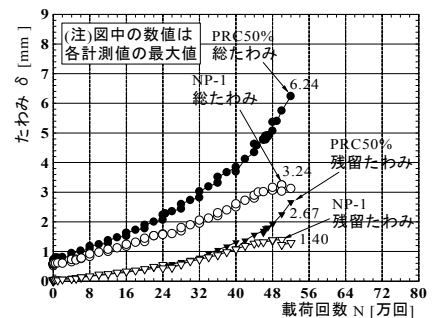


図-5 たわみ(NP-1)

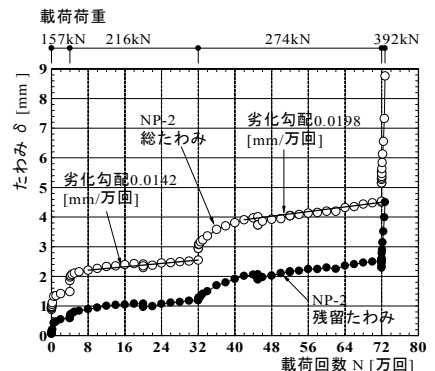


図-6 たわみ(NP-2)

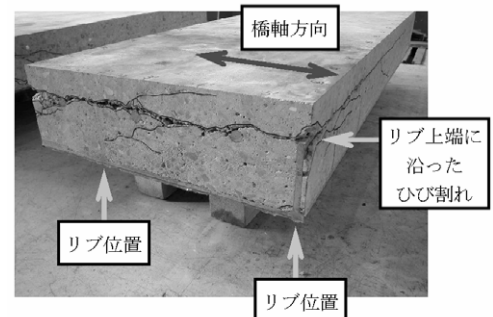


写真-1 床版断面のひび割れ(NP-2)