

44年経過したランガー桁部のRC床版押抜きせん断耐荷力試験

内外エンジニアリング 正会員 ○西原 伸 奈良県 正会員 古八 健夫
 第一技研コンサルタント 正会員 古市 亨 長 大 福永 昭彦
 東京測器研究所 正会員 福田 浩之 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. 試験概要および目的

RC床版の押抜きせん断耐荷力試験を行った橋梁(橋長L=234m)は奈良市内に位置し、JR奈良駅付近立体交差事業に伴い全面撤去が計画された橋梁である。側径間部はPCT桁、跨線部はランガー桁(支間長L=49.2m)であり、架設年次は1962年、橋格は一等橋であることが既往資料から判明している。

供用から44年経過し、試験対象であるRC床版の一部が鋼板接着工法、下面増厚工法により補強施工が実施されている。

このことから、無補強床版の押抜きせん断耐荷力の確認のほか、補強床版に対する試験結果から各補強工法による床版補強効果の違いを確認した。

2. 試験内容

(1) 試験対象

試験を行った床版位置を以下の図-1に示す。

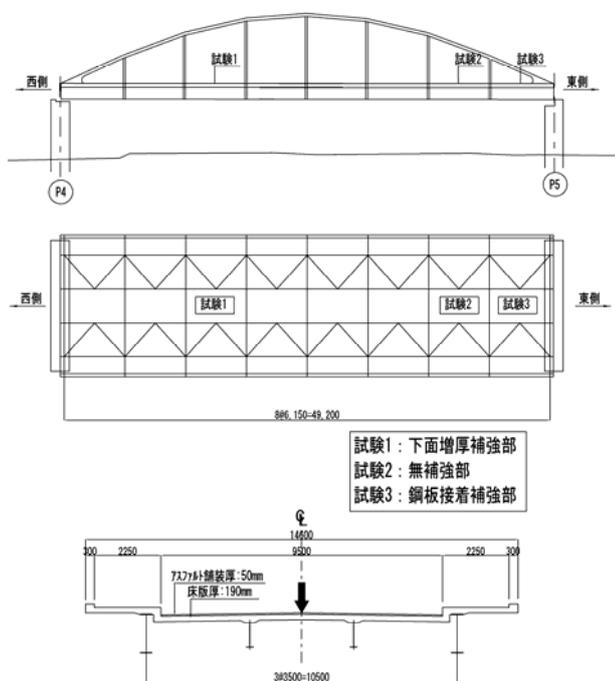


図-1 試験実施床版(着目床版)位置図

載荷試験前に床版損傷調査を行った結果、無補強床版において床版下面にひびわれが観察されたものの、顕著な劣化損傷状態には至っていないことを確認した。

(2) 試験装置

載荷は、油圧ジャッキにより載荷板(200×500mm)を

キーワード 実橋実験, RC床版, 押抜きせん断耐荷力, 鋼板接着補強, 下面増厚補強

連絡先 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋 1-6-10 内外エンジニアリング(株) TEL 06-6221-3085

介して行った。

測定は、載荷荷重のほか、床版たわみ、コンクリート、鉄筋、鋼板の各ひびきを計測した。以下の図-2に計測機器設置位置図を示す。

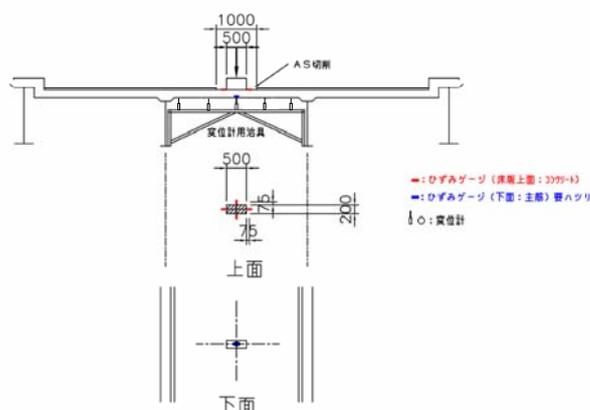


図-2 計測機器設置位置図

3. 室内試験結果

床版コンクリートの物性値や品質、劣化状態を把握する目的からコンクリートコアを採取し、以下の室内試験を行った。

①割裂中性化試験, ②圧縮強度・静弾性係数試験, ③割裂引張試験, ④配合推定試験, ⑤建研式付着試験, ⑥二面せん断試験

(1) 圧縮強度試験結果

室内試験結果のうち、圧縮強度試験結果を以下の表-1に示す。

表-1 圧縮強度結果

橋梁名	コア No.	長さ (mm)	直径 (mm)	質量 (g)	密度 (g/mm ³)	荷重 (kN)	補正前圧縮強度 (N/mm ²)	補正係数	補正後圧縮強度 (N/mm ²)
大森跨線橋	2-10	180.0	100.2	3445.0	2.43	312	39.6	0.984	38.9
	2-11	185.3	100.2	3630.2	2.49	258	32.7	0.988	32.3
	3-6	182.1	99.8	3590.3	2.52	280	35.8	0.986	35.3
	3-9	179.3	99.7	3497.0	2.50	388	49.7	0.984	48.9
	3-11	168.8	99.7	3265.2	2.48	398	51.0	0.975	49.7
									41.0

圧縮強度は平均で 41.0 N/mm² となっているが

No3-9,11 の鋼板接着部から採取したコアの強度が高く なった。これは、接着部に圧入された樹脂がひび割れ 内部へも注入された影響と考えられる。

よって、これらを除いた平均値を無補強部の圧縮強度 (35.6 N/mm²) とした。

3. 押抜きせん断試験結果

(1) 押抜きせん断耐荷力

押抜きせん断破壊時に記録した各床版の最大荷重を表-2に示す。

表-2 押抜きせん断耐荷力

試験番号	床版種別	最終載荷荷重 (kN)	増加率
1	無補強床版	1200	1.00
2	下面増厚補強床版	1280	1.07
3	鋼板接着補強床版	1410	1.18

無補強床版を基準とした場合、各補強床版の押抜きせん断耐荷力はわずかながら、それぞれ向上している結果となった。

下面増厚補強は、断面増加および補強鉄筋による耐荷力増加が考えられる。また、鋼板接着補強は、静的せん断耐荷力の直接的な増加にほとんど寄与しない¹⁾とされ、本実験で見られた耐力増加は、母床版が押抜き破壊する直前に、載荷板周辺の鋼板が随時付着破壊していくが、この部分の付着力が押抜きせん断耐荷力に上乘せられたと考えられる。ただし鋼板接着補強の押抜きせん断耐荷力への影響は明らかになっていない面が多い。

(2) 床版変位の比較

図-3に、各荷重レベルでの橋軸直角方向のたわみ分布を示す。無補強床版は、荷重の増加に伴い、載荷板周辺の床版下面にひび割れが進展し、中央変位の増加が顕著となる。鋼板接着床版は、破壊まで変位がほとんど進行せず、1000kNを超え、鋼板の付着切れにより脆性的な破壊性状を示した。下面増厚床版は両床版の中間的な性状を示した。

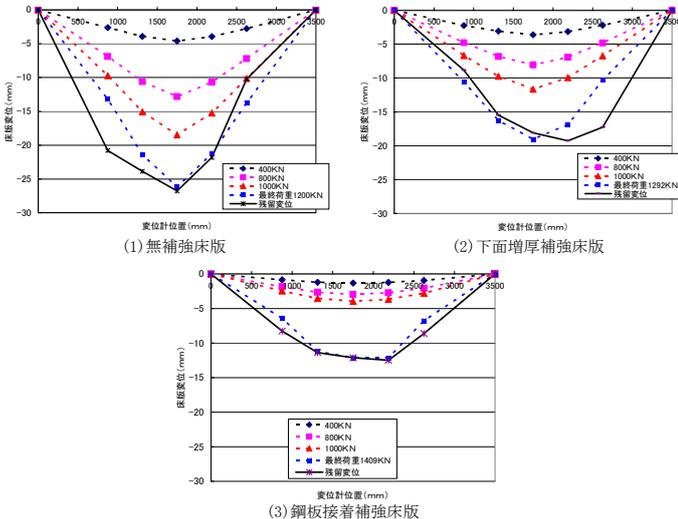


図-3 荷重-床版変位の関係

(3) 中央変位と床版断面2次モーメント

図-4より、同一荷重に対する床版中央の変位量が比較できる。弾性範囲と考えられる載荷初期段階(200kN)における変位量の比率と各床版の断面2次モーメント(引張側無視)の比率に着目したものを表-3に示す。試験値は無補強床版に対して、下面増厚部で1.28倍、鋼板接着部は3.26倍の変位が抑制されており、断面剛性

の増加が大きく寄与し、計算結果ともよく整合している結果となった。

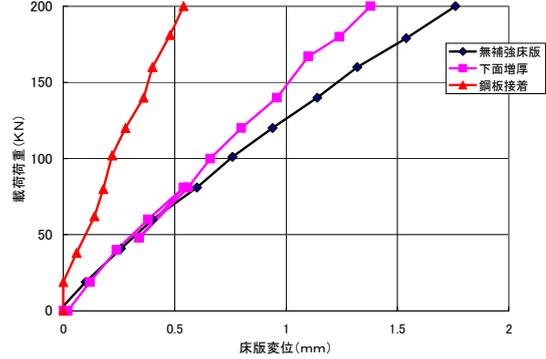


図-4 各床版中央変位の比較

表-3 変位の比率と床版断面2次モーメント

床版種別	200kNでの変位	比率	断面二次モーメント	比率
	(mm)			
無補強	1.76	1.00	39948	1.00
下面増厚	1.38	1.28	48572	1.22
鋼板接着	0.54	3.26	123496	3.09

(4) 押抜きせん断耐荷力算定値との比較

文献2)に提案されている押抜きせん断耐力評価式を用いた計算値と実験値との比較を行った。計算に用いた材料強度は、室内試験の結果から得られた値とした。また、せん断破壊面の角度は、試験後に計測した値を使用した。すなわち、主鉄筋方向は33.0°、配力鉄筋方向は21.5°であった。計測した破壊面角度は45°よりも浅い角度となっており、これは桁拘束の影響によるものと考えられ、既往論文の結果とも整合する³⁾。以下に評価式(式1)と適用した数値を示す。

$$P = f_v \{ 2(a + 2x_m)x_d + 2(b + 2x_d)x_m \} + f_t \{ 2(a + 2d_m)C_d + 2(b + 2d_d + 4C_d)C_m \} \quad (式1)$$

(コンクリート諸元)

圧縮強度 $f'_{ck} = 35.6 \text{ N/mm}^2$ (試験値)

静弾性係数 $E_c = 21.3 \text{ kN/mm}^2$ (試験値)

引張強度 $f_t = 1.69 \text{ N/mm}^2$ (試験値)

せん断強度 $f_v = 4.03 \text{ N/mm}^2$ (試験値)

計算結果は $P = 1233 \text{ kN}$ となり、実験結果の1200kNと非常に良く整合する結果となった。

謝辞：本実橋載荷試験にあたり、西日本旅客鉄道(株)、ならびに(株)大林組の関係各位に多大な御協力を頂きました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 松井繁之, 栗田章光, 中井 博, 黒山泰宏: 鋼板接着工法により補強したRC床版の疲労性状, 合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, Vol.1, pp.247-254, 1986.
- 2) 前田幸雄・松井繁之: 鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評価式, 土木学会論文報告集, 第348号, pp.133-141, 1984.
- 3) S.G.Young and S.P.Chang Behavior of Composite Bridge Decks Subjected to Static and Fatigue Loading, ACI Structural Journal, Vol.95, No.3, pp.249-258, 1998.