

ケーソン基礎頂版のせん断耐力に関する実験的検討

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 山崎 貴之 正会員 杉浦 忠治
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕 正会員 西岡 英俊
東急建設 (株) 正会員○服部 尚道

1. はじめに

長大橋梁の河川内橋脚ではケーソン基礎が用いられる場合が多いが、現行の耐震設計¹⁾に基づいて設計された橋脚とケーソン基礎の接合部である頂版は、部材厚および鉄筋量が増加する傾向にある。その要因として、従来の頂版のせん断耐力式²⁾は、単純支持された梁部材および面部材の載荷試験に基づいたもので、側壁で周面拘束された影響が考慮されていないことが挙げられる。そこで、実構造物の周面拘束された頂版と橋脚を模擬した約 1/8 縮小試験体を製作し、載荷試験を実施した。加えて、現行の照査手法、および、側壁の拘束効果を頂版のせん断耐力に考慮³⁾した場合の頂版のせん断照査を実施し、実験結果との比較を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体は、実物大の約 1/8 縮小とし、橋脚の形状をパラメータとした 2 体とした。供試体の諸元を表-1 に、形状・配筋を図-1 に示す。供試体の頂版は、現行の照査手法において、常時の軸力 1Nd 下ではせん断破壊しないが、2Nd 下ではせん断破壊するように設計したものである。コンクリートの材料試験結果を表-2 に、鉄筋の材料試験結果を表-3 に示す。コンクリートの配合は、橋脚と反力床固定用兼連結鉄筋定着用のフーチングでは水セメント比 W/C=34.0%、細骨材率 S/a=44.5%、粗骨材の最大寸法 Gmax=13mm、頂版では W/C=54.0%、S/a=45.3%、Gmax=13mm とした。製作は、フーチング構築後、頂版底型枠・頂版鉄筋・橋脚鉄筋を組み立て、頂版コンクリート、橋脚コンクリートを順次打設して構築した。なお、フーチングと頂版の打継面は無処理とした。

表-1 供試体の諸元

供試体	頂版				橋脚		軸力**)	摘要
	形状 (mm)	高さ (mm)	a (mm)	a/d*)	形状 (mm)	せん断 スパン (mm)		
No.1	φ 1200	400	150	0.41	φ 600	1770	1Nd,2Nd	円形橋脚
No.2	φ 1200	400	250	0.68	400×700	1770	1Nd,2Nd	矩形橋脚

*)最大せん断スパンにおけるせん断スパン比(d=366mm)

**)1Ndは橋脚下端の軸圧縮応力度2.77N/mm²相当

表-2 コンクリート

の材料試験結果

部位	圧縮強度 (N/mm ²)
No.1 頂版	39.6
No.1 橋脚	62.9
No.2 頂版	40.1
No.2 橋脚	67.0

表-3 鉄筋の材料試験結果

部位	種類	呼び名	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	降伏ひずみ (×10 ⁻⁶)
頂版	軸方向鉄筋	D16	747.0	201	3720
	スターラップ	D6*)	360.0	184	3960
	連結鉄筋	D19*)	711.0	190	5750
橋脚	軸方向鉄筋	D25	675.0	198	3410
	帯鉄筋(No.1)	D13	776.0	220	3530
	帯鉄筋(No.2)	D16	738.0	212	3490

*)0.2%offset

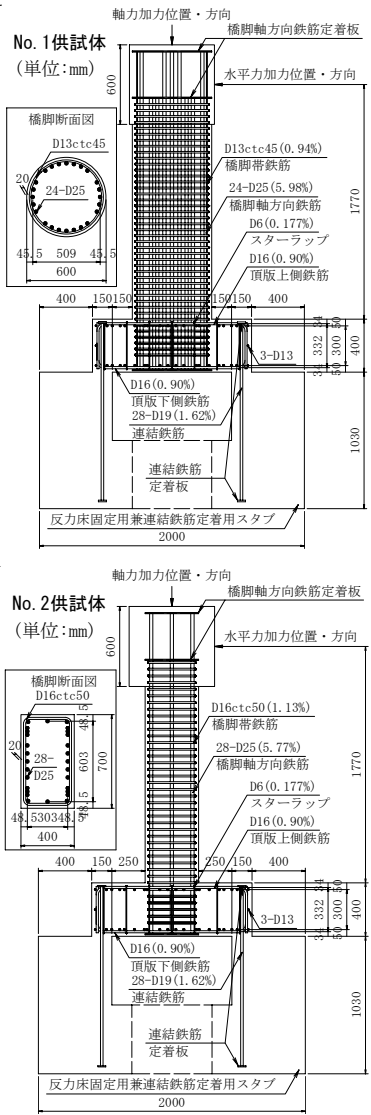


図-1 供試体の形状・配筋

キーワード 頂版, ケーソン基礎, せん断耐力, せん断試験

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設 (株) 技術本部 土木エンジニアリング部 TEL 03-5466-5164

2.2 載荷方法・計測項目

加力は、一定の鉛直軸力を 3000kN ジャッキで載荷の下、水平力を 1500kN アクチュエータで橋脚の慣性力作用位置に一方方向に単調載荷した。載荷装置を写真-1 に示す。主な計測項目は、橋脚加力点の鉛直荷重および水平荷重、頂版のたわみ、鉄筋ひずみとした。

3. 実験結果および考察

各供試体について、載荷点の水平荷重—水平変位の関係を図-2, 3 に示す。なお、水平荷重は軸力による付加水平荷重を考慮した。

No.1 は、一定軸力 1Nd の下で、橋脚の最外縁軸方向鉄筋が降伏するまで水平力を載荷し、これを載荷工程 1Nd×1 とした ($P_{max}=858.1\text{kN}$)。続いて、水平力を一旦除荷し、一定軸力 2Nd の下で水平力を載荷した。水平力が橋脚の曲げ降伏耐力相当まで達せずに荷重低下したため、一旦除荷し、これを載荷工程 2Nd×1 とした。なお、この載荷工程の最大水平荷重付近にて、軸力スライド装置の不具合により載荷点水平力が増加したが、その直前で荷重低下したため、この時点をも 2Nd×1 のピークとした ($P_{max}=903.4\text{kN}$)。さらに、載荷工程 2Nd×2 の載荷を行ったが、2Nd×1 の最大水平荷重まで達しなかったため載荷終了とした。

No.2 は、一定軸力 1Nd の下で、橋脚の最外縁軸方向鉄筋が降伏するまで水平力を載荷し、これを載荷工程 1Nd×1 とした ($P_{max}=802.0\text{kN}$)。続いて、水平力を一旦除荷し、一定軸力 2Nd の下で水平力を載荷した。水平力が橋脚の曲げ降伏耐力相当まで達せずに荷重低下したため、一旦除荷し、これを載荷工程 2Nd×1 とした ($P_{max}=842.5\text{kN}$)。さらに、載荷工程 2Nd×2 の載荷を行ったが、2Nd×1 の最大水平荷重まで達しなかったため載荷終了とした。

頂版下面の沈下変位分布(沈下: -, 浮上: +)を図-4, 5 に示す。その結果、各供試体とも 2.0Nd×1→2.0Nd×2 に至るまで、圧縮側の沈下量が急増していること、頂版に配置したスターラップが降伏していることから、水平荷重が上昇せずせん断破壊に至ったものと思われる。

各供試体について、載荷工程毎の載荷点の最大水平荷重作用時における頂版のせん断照査結果¹⁾²⁾を表-4 に示す。また、側壁による拘束効果³⁾をせん断耐力に考慮した照査結果を併せて示す。その結果、各供試体とも現行の照査手法では 2Nd でせん断破壊する結果となり、実験結果と同様な傾向を示した。加えて、側壁の拘束効果を考慮した照査結果はいずれの載荷工程でもせん断破壊しないこととなり、実験結果と異なるものであった。従って、側壁の拘束効果をせん断耐力に考慮する場合は、現行の照査手法について改めて検討する必要がある。

参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 設計計算例 ケーソン基礎，平成 16 年 7 月
- 2) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，平成 16 年 4 月
- 3) 清田，山崎，田所，神田，渡辺：支点拘束されたディープリュープのせん断耐力に関する実験的検討，第 62 回土木学会年次学術講演会，平成 19 年 9 月



写真-1 載荷装置 (No. 2)

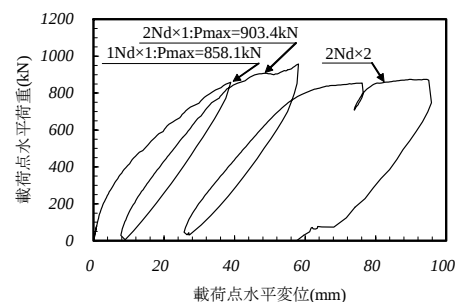


図-2 水平荷重—水平変位 (No. 1)

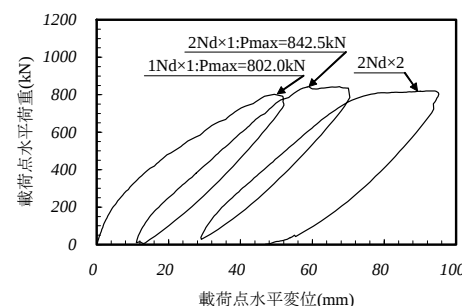


図-3 水平荷重—水平変位 (No. 2)

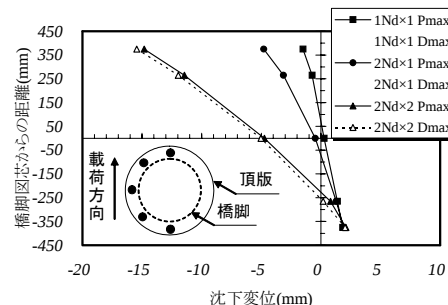


図-4 頂版沈下変位分布 (No. 1)

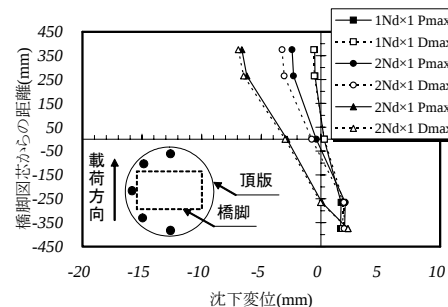


図-5 頂版沈下変位分布 (No. 2)

表-4 頂版のせん断照査結果¹⁾²⁾³⁾

供試体	状態	最大荷重 P_{max} (kN)	せん断力 V_d (kN)	せん断耐力 V_{ppd} (kN)	現行 V_d/V_{ppd}	拘束考慮 $V_d/(1.2 \times V_{ppd})$
No.1	1Nd×1	858.1	2640	2822	0.94	0.78
	2Nd×1	903.4	3189	2871	1.11	0.93
No.2	1Nd×1	802.0	2490	2984	0.83	0.70
	2Nd×1	842.5	3025	3021	1.00	0.83