

V-168

鉄筋コンクリートY型橋脚の模型載荷実験

阪神高速道路公団 正員 吉川 実 阪神高速道路公団 大西 久巳
 阪神高速道路公団 正員○西林 素彦 鋼建設技術研究所 正員 友永 則雄

1. まえがき 高架橋の計画において、美観に配慮した橋脚形状が採用される機会が近年少くない。ここでとりあげる橋脚はY型の形状をもつ鉄筋コンクリート橋脚であり、圧迫感を軽減するためにはり部を曲線で構成するとともに、橋脚天端に円弧状の切欠きを設けている。このようなY型橋脚の問題点として、切欠きを有するはり部の設計手法が必ずしも確立していない、切欠き底部に応力集中によるひびわれ発生の可能性がある、鉄筋の配置や加工が複雑にならない配筋とする必要があることなどが挙げられる。本報告では、①設計荷重作用時の切欠き底部のひびわれ発生状況と鉄筋応力状態、②コーベル状の性状を示すと予想されるはり部全体の終局耐力を把握し、有効な補強方法を検討する目的で実施した模型載荷実験の結果を示す。

2. 構造概要と基本配筋仕様 対象橋脚はP C箱桁橋の2つの主桁をそれぞれ2個の支承で支持する構造であり、死荷重と活荷重の上部工反力比は 3.7 : 1 と、死荷重の占める割合が比較的高い。基本配筋の設定にあたっては FEM弾性解析によりはり部の応力性状を把握した上で、次の方針で補強鉄筋量を算定した：④主応力の分布状態から図1の①、②の鉄筋をはり部の主鉄筋とみなす⑤これらの補強鉄筋量は FEM解析による各着目断面の引張応力度の合力Tに見合う鉄筋量として定める（ $A_s = T / \sigma_{sa}$ 、 σ_{sa} ：鉄筋許容応力度〔死荷重時、設計荷重作用時それぞれ1200, 1800 kgf/cm²〕）

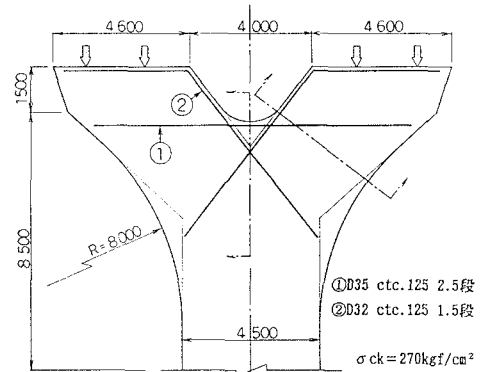


図1 基本配筋要領

3. 実験概要 1/10 縮尺模型の試験体を異形 3mm鉄筋を用いて製作し、以下の3ケースについて実験を行なった。

CASE 1：基本タイプ（2. の設定にしたがって配筋）

CASE 2：切欠き部水平補強鉄筋量をCASE 1 の 1.5倍としたケース

CASE 3：CASE 1 の配筋を基本とし、さらに切欠き部上面に鋼板接着を施したケース（ $t=0.6\text{mm}$ 、床版補修用接着剤使用）

載荷方法は、試験体を天地反転した状態で載荷装置に設置し、橋脚天端側を実橋の支承条件を再現する4点支持とし、橋脚下端側から200t油圧ジャッキにより載荷した（図2）。測定項目は、載荷荷重、各部の変位、鉄筋ひずみ・応力度、コンクリート表面ひずみ・応力度、ひびわれ性状及びひびわれ幅とした。測定時期は各載荷ステップ（増分荷重 1.5tf）毎を基本とし、ひびわれ幅測定については初期ひびわれ発生（ P_{cr} ）時、実橋から換算した死荷重（ $P_D=14.7\text{tf}$ ）時、設計荷重（ $P_{D+L}=18.7\text{tf}$ ）作用時、設計荷重の2倍及び3倍荷重載荷時とした。

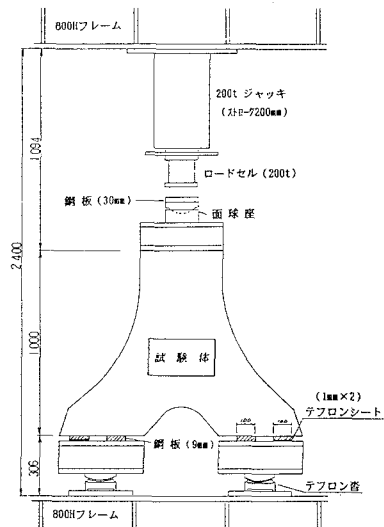


図2 載荷方法

4. 実験結果 実験結果の一覧を表1に示す。また結果の一例として、基本タイプ（CASE 1）の荷重-変位曲線、ひびわれ分布の状態を図3、4に示す。

(1) 初期ひびわれ発生状況 CASE 1、2では死荷重時よりも低い荷重でいずれも切欠き底部肩口（円弧と直線の接合部付近）にひびわれが発生した。CASE 2の切欠き底部中央のコンクリート引張応力度はCASE 1より

表1 実験結果

	試 験 体		
	CASE 1	CASE 2	CASE 3
	基本ケース	1.5×CASE1	CASE1+鋼板
ひびわれ発生荷重 P_{cr} [tf]	8.7	7.7	17.0
鉄筋降伏開始時荷重 P_y [tf]	97.4	109.9	92.9
最大荷重 P_{MAX} [tf]	147.0	169.3	142.2
ひびわれ幅 ¹⁾	死荷重時 $P_D = 14.7\text{tf}$		
w [mm]	設計荷重時 $P_{D+L} = 18.7\text{tf}$	0.03	0.01
鉄筋応力度 ²⁾	死荷重時 $P_D = 14.7\text{tf}$		
σ_s [kgf/cm ²]	設計荷重時 $P_{D+L} = 18.7\text{tf}$	247	317
	設計荷重時 $P_{D+L} = 18.7\text{tf}$	397	227
切欠き部接着鋼板剥離時の荷重 [tf]	—	—	34.5

1) 水平補強鉄筋位置での最大ひびわれ幅 2) 切欠き近傍の補強鉄筋各ゲージの最大値

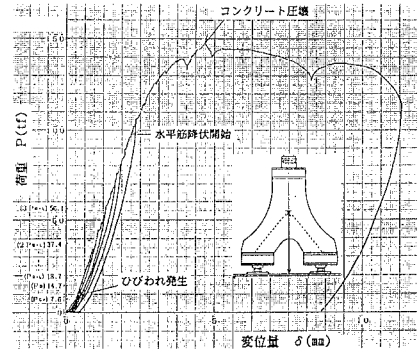


図3 荷重-変位曲線 (CASE 1)

むしろ大きかった。これは水平補強鉄筋が 1.5 倍に増えたことで、ひびわれ発生による応力再配分効果が少なくなったことに一因があると考えられる。鋼板接着したCASE 3 では他のケースよりもひびわれ発生荷重は高かったが、設計荷重作用時の切欠き底部中央のコンクリート応力度はCASE 1 より大きかった。なおひびわれ発生前の切欠き部コンクリート応力度は、多段配置した水平補強鉄筋の影響により FEM解析値の70%程度の値となったが、両者の主応力の流れは定性的によく一致する結果であった。

(2) 設計荷重作用時付近のひびわれ状態 CASE 1、2 とも設計荷重作用時における切欠き部表面の部材厚方向へのひびわれの進展は部材厚の約20%であり部材を貫通していなかった。水平補強鉄筋位置での

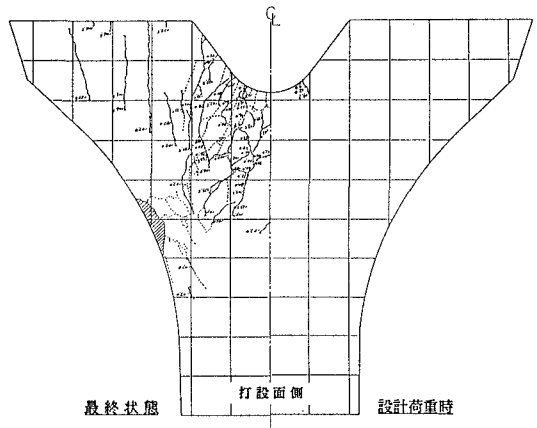


図4 ひびわれ分布図 (CASE 1)

最大ひびわれ幅は表1に示したようにCASE 2の方が小さいが、プロトタイプに換算して推定した場合、いずれも「コンクリート標準示方書」に示された許容ひびわれ幅（一般の環境）の制限を満足する結果となった。CASE 3 は設計荷重作用時にはCASE 1 よりも小さなひびわれ幅であったが、それ以上の荷重レベルではひびわれ分散性がよくなく、とくに接着鋼板の剥離後はCASE 1 よりも最大ひびわれ幅が大きくなった。なお補強鉄筋の応力度はいずれのケースとも2. で想定したよりもかなり低い値を示した。

(3) 終局耐力と破壊モード 設計荷重以降の荷重の増加とともに、いずれのケースも補強鉄筋が切欠き底部近傍から順次降伏し始め、最大荷重に至って試験体側面にてコンクリートが圧壊したが、その後も比較的じん性的な挙動を示した（図3）。CASE 2 の最大荷重はCASE 1 より高かったが、鉄筋量の増加ほどには耐力は増加していない。CASE 3 ではひびわれが遍在したことで鉄筋降伏荷重、最大荷重ともCASE 1 より低めの結果となった。

5. まとめ 実験結果を以下にまとめる：①設計荷重作用時の基本タイプのひびわれは部材を貫通しておらず局部的なものであり、プロトタイプに換算したひびわれ幅も許容ひびわれ幅を満足すると推定される。②基本タイプの終局耐力は設計荷重に対して十分大きく最大荷重後も比較的じん性的な挙動を示した。③基本タイプの補強鉄筋を 1.5 倍に増やした場合ひびわれ幅は小さくなるが、多段配置されているためすべてが有効には寄与していないといえる。

なお、本実験は鹿島建設技術研究所の実験施設を用いて実施された。