

I-429

## 偏載荷重を受けるRC張出式橋脚の 節点部補強法とその効果

九州大学大学院 学生員 城 洋之  
 橋構造技術センター 正会員 佐竹 正行  
 九州大学工学部 正会員 彦坂 熙  
 九州大学工学部 正会員 John Bolander Jr.

### 1. 緒言

市街地の平面道路と高架式自動車専用道路からなる複断面道路構造においては、図-1のように平面道路部中央分離帯に柱を設けた鉄筋コンクリート張出式橋脚（以下、T形橋脚と呼ぶ）が多く採用される。このとき、完成時4車線の高架部上部工の片側2車線のみを暫定施工して供用する場合があるが、このような偏載荷重を受けるT形橋脚の柱・梁節点部の設計法は未だ確立されていない。この問題の解明のために行ったT形橋脚供試体の静的荷重試験および二次元有限要素法による弾塑性解析の結果を報告する。

### 2. 荷重試験

図-1の実構造寸法をそのまま1/10に縮尺した9体の鉄筋コンクリートT形橋脚を製作した。供試体は、図-2のように節点部補強鉄筋の配筋法の異なるタイプA、B、C各3体からなる。タイプAは節点部無補強、タイプBは梁部のスターラップと柱部の帯鉄筋を節点部にも配置して補強、タイプCは道路橋示方書（コン

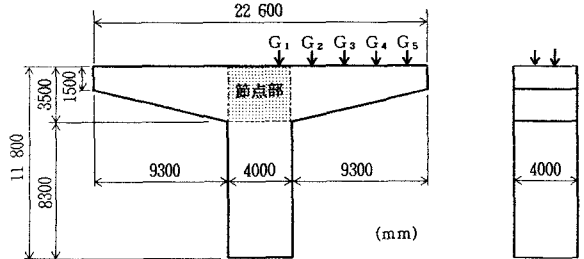


図-1 T形橋脚実構造寸法

クリート橋編）に基づくラーメン隅角部の斜引張応力に対する補強を行ったものである。上部工の鉛直反力を模擬するため、鉛直荷重 $P$ を加えた荷重梁の支点反力が $0.2P$ および $0.8P$ となるように荷重した。荷重方法（単調漸増および繰返漸増）と供試体主鉄筋断面の違いにより、試験は3つのシリーズ①、②、③に分けられる（表-1参照）。シリーズ①の供試体の梁部および柱部の主鉄筋は、 $P=8$  tfを設計荷重として道路橋示方書に基づいて決定した。シリーズ②および③の6体の供試体については、節点部補強鉄筋はシリーズ①と同じであるが、主鉄筋径をシリーズ①より1ランク（3 mm）上げている。

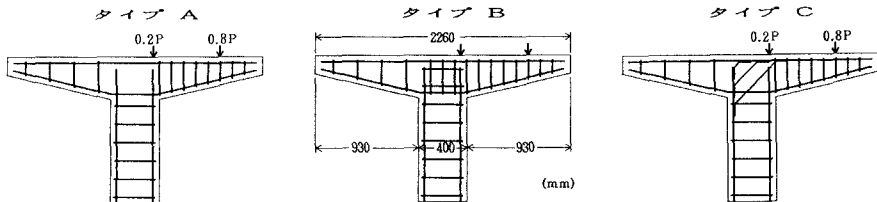


図-2 T形橋脚供試体の配筋形式

### 3. 二次元有限要素法による弾塑性解析

二次元有限要素法により、単調漸増荷重における弾塑性解析を行った。コンクリートは4節点アイソパラメトリック要素を、また鉄筋には1次元棒要素を用いた。材料非線形性については、①2軸応力下のコンクリートの非線形特性、②コンクリートの引張ひびわれ、③鉄筋の降伏、の3つを直接考慮した。引張を受けるコンクリートにはひずみ軟化モデルと分散ひびわれ(smeared crack)モデルを併用し、ひびわれ面におけるせん断応力の伝達については、せん断弾性係数 $G$ をひびわれ発生後 $\beta G$  ( $\beta=0.1$ )に変化させる方法により間接的に考慮した。コンクリートと鉄筋の間の付着すべりは非線形リンク要素を用いて考慮できるが<sup>1)</sup>、本論ではすべりを無視して完全付着を仮定した。

4. 試験および解析結果

全9体の供試体の最終破壊荷重の実測値  $P_{u1}$  とFEM解析値  $P_{u2}$  を表-1に示す。道路橋示方書に基づいて設計したシリーズ①については破壊荷重  $P_{u1}$  と設計荷重  $P = 8 \text{ tf}$  の比を破壊安全率として併記した。図-3は、軸圧縮力と等曲げモーメントを受ける柱部主鉄筋について、荷重-引張応力度曲線のFEM解を実測値および許容応力度法の線形解と比べたものである。

表-1 最終破壊荷重

シリーズ	供試体 タイプ 主鉄筋	載荷試験		FEM解析								
		載荷方法	破壊荷重 $P_{u1}$ (tf)	破壊 安全率	載荷方法	破壊荷重 $P_{u2}$ (tf)	解析/実測 $P_{u2}/P_{u1}$					
①	A-1	5-D16	螺旋漸増	22.1	2.76	単調漸増	24.0	1.09				
	B-1								23.1	2.89	24.4	1.06
	C-1								24.0	3.00	26.0	1.08
②	A-2	5-D19	単調漸増	28.0		単調漸増	29.6	1.06				
	B-2								30.6		30.8	1.01
	C-2								33.1		34.0	1.03
③	A-3	5-D19	螺旋漸増	26.0		単調漸増	29.6	1.14				
	B-3								28.0		30.8	1.10
	C-3								31.5		34.0	1.08

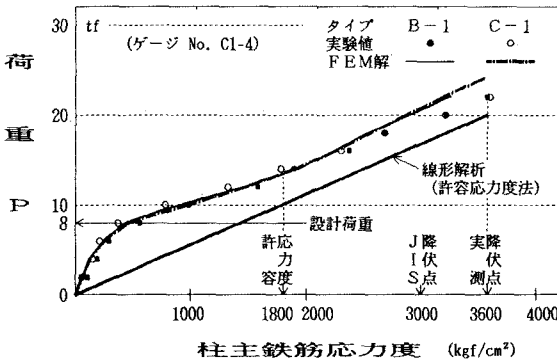


図-3 柱部主鉄筋の荷重-応力度曲線

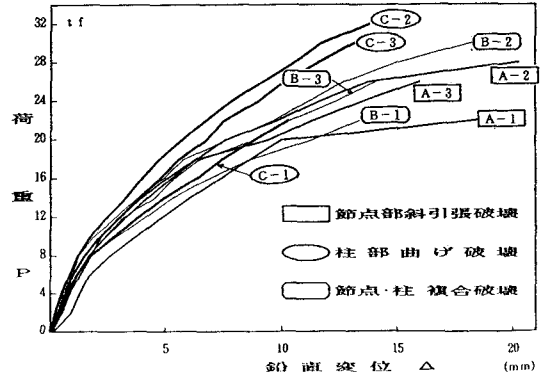


図-4 全供試体の荷重-変位曲線

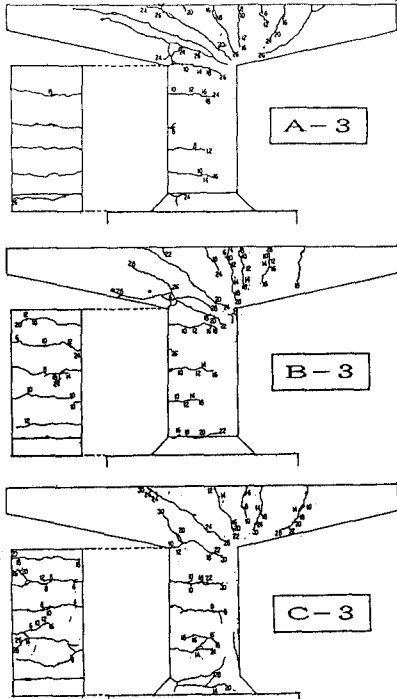


図-5 破壊時のひびわれ分布

荷重  $0.8P$  直下の梁部の実測鉛直変位  $\Delta$  について、全供試体の荷重-変位曲線と最終破壊形式を図-4にまとめて示した。図-5はシリーズ③の3供試体の最終破壊時のひびわれ分布を示す。タイプA, B, Cの配筋による節点部補強法の違いは、図-6のように斜引張ひびわれ幅に顕著に現れる。斜鉄筋によるタイプCの補強は、斜ひびわれの発生を遅らせるとともにひびわれ幅の増大も抑え、構造全体の剛性と破壊荷重を増大させる。ラーメン節点部の破壊を構造部材の破壊に先行させないという観点からも、本題の偏載荷重に対する補強法としてはタイプCが有利といえる。

荷重-ひびわれ幅図(シリーズ③)

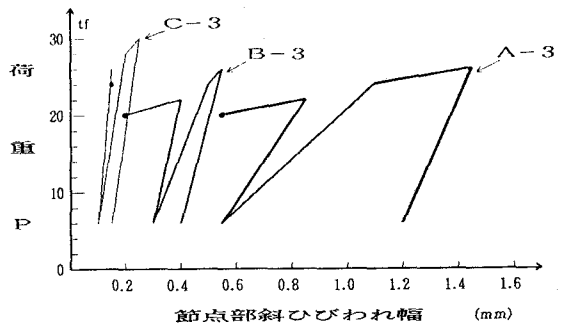


図-6 節点部の斜引張ひびわれ幅

(参考文献) 1) 海老原他: Failure Analysis of T-Shape Concrete Bridge Piers under Eccentric Loadings, 土木学会第47回年次学術講演回講演概要集(第1部), 平成4年9月。