

I - B99

鋼製橋脚の耐震性評価法に関する一考察

中央復建コンサルタンツ 正会員○泉谷 努*
中央復建コンサルタンツ 正会員 柴田 洋*
大阪市計画調整局 吉松康公**

大阪市建設局 正会員 丸山忠明***
京都大学 フェロー会員 渡邊英一****

1. まえがき

土木構造物に多大の被害を与えた兵庫県南部地震の発生後、道路橋示方書が全面的に改訂され、鋼製橋脚の耐震設計に関する一応の基本方針¹⁾は示された。しかしながら、コンクリートを充填しない鋼製橋脚のじん性率の算定方法については、部材寸法から定まる設計上のパラメータが煩雑であるためか、RC橋脚の場合と比較して十分であるとはいえないのが現状である。

ここでは、耐震性評価のための部材寸法から定まるパラメータを設定し、既設の鋼製橋脚に対して評価を行った。また、部材断面をどのように補強するのがパラメータの改善につながり、耐震性の向上に有効であるかについても考察を行ったので報告する。

2. 耐震性評価に関するパラメータ

鋼製橋脚の耐震性の評価を行うために既往の研究成果^{2),3)}を参照し、下に示す部材寸法から定まる3種類のパラメータを用いた。

- 1) 軸圧縮力比（上部工死荷重と橋脚自重による平均軸圧縮応力度と降伏応力度との比）

$$\sigma_c / \sigma_y \leq 0.1 \quad \dots \dots \dots (1)$$

- 2) 板要素の幅厚比

・矩形断面の場合

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\left\{ \frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k} \right\}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

・円柱の場合

$$R = r / t \leq 25 \quad \dots \dots \dots (3)$$

- 3) 弾性座屈理論に基づく補剛材の剛比

$$\gamma / \gamma^* \geq 3 \quad \dots \dots \dots (4)$$

これらのパラメータが上式に示す範囲を同時に満たせば、優れた耐震性を有しているものと判断した。

3. パラメータの相関関係

式(1)～(4)で与えられる各パラメータを満足させるためには、各部材の増厚、縦方向補剛材の本数の増加と剛度の向上、横方向補剛材の間隔を小さくすること等が考えられるが、1つのパラメータの改善が他のパラメータを不利な方向に導く場合もある。そこで、部材寸法の様々な組合せによる検討結果から、各寸法の相関関係を示すと表-1のようになる。なお、検討の対象としては、箱型断面の一本柱形式の橋脚を考えている。

キーワード： 鋼製橋脚，耐震補強，じん性率，幅厚比，縦方向補剛材，横方向補剛材

*	〒532 大阪市淀川区西宮原1-8-29	TEL. 06-393-1133	FAX. 06-393-1143
**	〒530 大阪市北区中之島1-3-20	TEL. 06-448-4428	FAX. 06-446-1189
***	〒530 大阪市北区梅田1-2-2-500	TEL. 06-208-9526	FAX. 06-343-1379
****	〒606 京都市左京区吉田本町	TEL. 075-753-5077	FAX. 075-761-0646

4. ケーススタディによる検討

図-1に示すような断面を有する既設のT型鋼製橋脚について、既設断面（Case1）と幾つかのパラメータを変化させた場合（Case2, Case3）の耐震性評価の結果を表-2に示す。ここでは、補剛材の剛比 γ/γ^* の改善を目的に、

Case 2：縦方向補剛材の剛比（ γ ）を上げた場合

Case 3：縦方向補剛材の剛比（ γ ）を上げずに、横方向補剛材の間隔を小さくした場合
に分けて検討を行った。

縦方向補剛材の剛比を上げた場合の γ/γ^* は0.286であり、現況の0.279と比較してほとんど改善されない。これは、補剛材の剛比の向上に伴って必要剛比（ γ^* ）の値も大きくなっているためである。一方、 γ を上げずに横方向補剛材の間隔を小さくした場合は γ^* が小さくなるため、 γ/γ^* は現況の0.286から4.375へと効果的に改善されていることがわかる。また、補剛材の幅厚比Rについては、パネル数（縦方向補剛材の本数）を増やすことにより比較的容易に改善される。

表-1 パラメータの相関関係

設計パラメータ	増減	軸圧縮力比 σ_c/σ_y	板要素の 幅厚比 R	補剛材の剛比 $\gamma/\gamma^* \approx 3$	
				$\gamma \uparrow$	$\gamma^* \downarrow$
t 補剛材の板厚	$\uparrow$	◎	◎	×	◎
	$\downarrow$	×	×	◎	×
n 縦方向補剛材によって 区切られるパネル数	$\uparrow$	—	◎	—	△
	$\downarrow$	—	×	—	△
a 補剛材の縦横寸法比 $a = a/b$	$\uparrow$	—	—	—	×
	$\downarrow$	—	—	—	◎
a 横方向補剛材間隔	$\uparrow$	—	—	—	×
	$\downarrow$	—	—	—	◎
δ 縦方向補剛材1個の 断面積比 $\delta = A/bt$	$\uparrow$	—	—	—	×
	$\downarrow$	—	—	—	◎
I 縦方向補剛材1個の 断面二次モーメント	$\uparrow$	—	—	◎	×
	$\downarrow$	—	—	×	○
A 縦方向補剛材1個の 断面積	$\uparrow$	○	—	○	×
	$\downarrow$	×	—	×	◎

◎：非常に効果あり ○：やや効果あり ×：悪影響あり △：効果不明

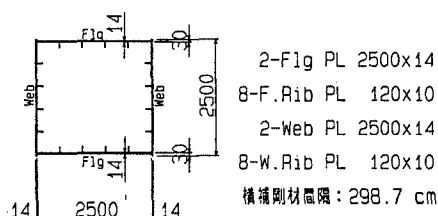


図-1 既設断面

上記の検討は、鋼製橋脚の耐震性を評価するための部材寸法から定まるパラメータの改善について述べたものであるが、各パラメータが満足された断面を有する鋼製橋脚に対し、じん性率を一つのパラメータとした弾塑性必要強度スペクトルによる評価も併せて行った。各パラメータにおける記号等も含めて、講演会当日に詳述する予定である。

参考文献

- (1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，平成8年12月。
- (2) 宇佐美他：繰り返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度と変形能に関する実験的研究，構造工学論文集，vol. 37A. 1991年3月。
- (3) 阪神高速道路公団，(社)システム総合研究所：鋼製橋脚の耐震・耐久性に関する研究（その2），平成5年3月。

表-2 補強による設計パラメータの改善

	Case 1 既設断面	Case 2	Case 3
		縦補剛材の本数の増加 →Rの改善 縦補剛材の剛度の増加 → γ/γ^* の改善	縦補剛材の本数の増加 →Rの改善 横補剛材の間隔を狭める → γ/γ^* の改善
M：曲げモーメント (tfn)		1383.4	
N：圧縮力 (tf)		477.8	
鋼種 (σ_y : kgf/cm ²) SM490A (3200)			
a：長さ (cm)	298.7	298.7	50.0
b：幅 (cm)	244.0	244.0	244.0
t：厚さ (cm)	1.4	1.4	1.4
n：パネル数	5	10	10
R：幅厚比	0.72	0.36	0.36
h：高さ (cm)	12.0	12.0	12.0
t：厚さ (cm)	1.0	5.0	1.0
I：剛度 (cm ⁴)	576	2800	576
δ ：断面積比	0.03513	0.17564	0.03513
A：橋脚断面積 (cm ²)	1583.0	3551.0	1823.0
σ_c/σ_y ：軸圧縮力比	0.094	0.042	0.082
I t：横方向補剛材剛度 (cm ⁴) (横補剛材必要剛度)	5528 (1418)	5528 (7184)	5528 (21015)
α ：補剛材縦横比	1.224	1.224	0.205
α_g ：限界縦横比	2.636	4.666	3.127
γ ：剛比	9.463	47.316	9.463
γ^* ：必要剛比	33.988	164.559	2.163
γ/γ^*	0.279	0.286	4.375