

鋼製ラーメン橋脚の面内弾塑性挙動に関する解析的検討

阪神高速道路公団 正会員 水谷治弘
(株)ニュージェック 正会員 陵城成樹

阪神高速道路公団 正会員 秦 健作
(株)ニュージェック 正会員 内田 諭
京都大学大学院 フェロー 渡邊英一

1. はじめに

鋼製橋脚の耐震設計法に関する研究については、兵庫県南部地震以前より数多く行われてきた。しかし、それらの多くは単柱式の鋼製橋脚についての耐荷力、および変形性能を対象としている。そこで、本研究では、鋼製ラーメン橋脚面内方向について、橋脚の水平荷重と水平変位との関係を実験値、ABAQUS を用いた弾塑性有限変位解析による解析結果、および簡易解析モデルを用いた解析結果を比較し、簡易解析モデルの適用範囲について検討を行った。

2. 簡易モデルにおける静的解析

2.1 解析モデル

対象とした解析モデルは、阪神高速道路湾岸線に建設されている対象形に近い一層門型鋼製ラーメン橋脚を約 1/17 程度に縮尺し製作した実験供試体である。解析モデルの断面諸元を、図 - 1、および表 - 1、および表 - 2 に示す。この鋼製ラーメン橋脚を対象として簡易モデルを用いた静的骨組解析を行い、実験値と解析値との比較を行った。また、本検討では部材のせん断変形の影響は考慮していない。

2.2 鋼製橋脚の曲げモーメント M と曲率 ϕ との関係

鋼製ラーメン橋脚の面内方向の $M - \phi$ 関係は、文献 1) で示されている単柱鋼製橋脚のトリリニア型の $M - \phi$ 関係を用いた。本検討で用いた $M - \phi$ 関係は、図 - 2 に示すように、圧縮側縁端が降伏ひずみに達した降伏点、引張側縁端が降伏ひずみに達した STATE 、そして圧縮側縁端ひずみが終局ひずみに達した STATE の 3 点を用いている。また、本検討では、終局時として Case 1 : 終局圧縮ひずみを $\varepsilon_u = 10 \varepsilon_Y$ とした場合、および Case 2 : 終局圧縮ひずみを $\varepsilon_u = 20 \varepsilon_Y$ とした場合の 2 ケースを対象とした。ここで、 ε_Y は降伏ひずみである。また、解析モデルの $M - \phi$ 関係は、死荷重による一定軸力状態での $M - \phi$ 関係を算出しており、フレームアクションによる軸力変動の影響は考慮していない。

3. 解析結果

図 - 3 には、実験結果、および解析結果の水平荷重と水平変位との関係を示している。この図より、簡易解析モデルによる解析結果と弾塑性有限変位解析による解析結果とを比較すると、非線形状態以前において

Key Words : 鋼製ラーメン橋脚, 簡易解析モデル, 弾塑性挙動

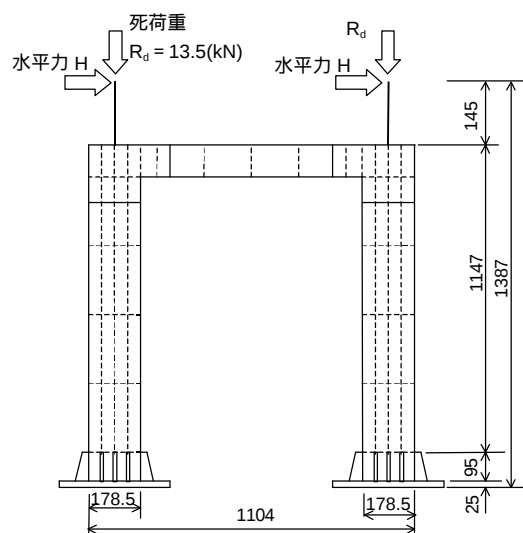


図 - 1 対象とした鋼製ラーメン橋脚
(寸法 : mm)

表 - 1 対象とした鋼製ラーメン橋脚の断面諸元

部 材		$I_Y(\text{cm}^4)$	$I_Z(\text{cm}^4)$	$A(\text{mm}^2)$
梁部	隅角部	365	940	1,566
	一般部	256	650	1,110
柱部	隅角部	1,515	1,168	2,257
	一般部	1,116	816	1,708

表 - 2 対象とした鋼製ラーメン橋脚の座屈パラメータ

部 材		R_R	R_F	R_1	γ / γ^*
隅角部	flg	0.34	0.19	0.71	2.93
	web	0.32	0.19	0.71	3.02
一般部	flg	0.49	0.40	0.71	1.49
	web	0.40	0.40	0.71	1.39

表中の記号は文献 1) を参照

は、良く一致している。また、簡易解析モデルによる解析結果と実験結果とを比較すると、 H/H_Y 1.0 まではあまり大差はないが、 $H/H_Y > 1.0$ においては若干の差異が見られる。これは解析において、残留応力、初期たわみ等を考慮していないためであると考えられる。

また、この図には、種地盤の設計基準震度 $k_{hc} = 1.5$ より求めた地震時慣性力を破線で示している²⁾。対象としたラーメン橋脚の耐荷力は、地震時慣性力と比較すると、極めて大きいことが明らかである。

図 - 4 には、Case における柱基部が終局状態に達した時点での曲率分布図を、そして、図 - 5 には、Case における慣性力載荷位置での変位と曲率との関係を示している。これらの図より、対象とした鋼製ラーメン橋脚では、まず梁が塑性化し、その後柱基部が塑性化していることが明らかとなった。

4. まとめ

単柱形式の鋼製橋脚における簡易モデル¹⁾を鋼製ラーメン橋脚の面内方向の解析に用いることによって、鋼製ラーメン橋脚の面内弾塑性挙動も構造非線形付近までは、ほぼ近似できることが明らかとなった。

また、鋼製ラーメン橋脚の耐荷力は、地震時慣性力と比較して極めて大きいことが明らかとなった。今後の課題としては、梁、および柱部材のせん断変形の影響を考慮した鋼製ラーメン橋脚の合理的かつ簡便な耐震設計法の確立がある。

参考文献

- 1) 南荘淳，西岡敬治，堀江佳平，陵城成樹：鋼製橋脚の耐震補強に関する研究，土木学会，構造工学論文集，pp.1047～1058，1998年3月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説：耐震設計編，1996年12月

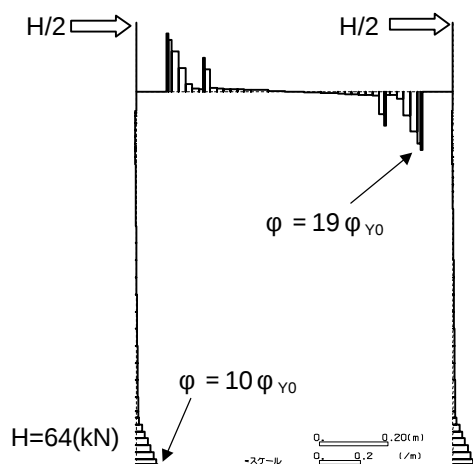


図 - 4 終局時における曲率分布 (Case)

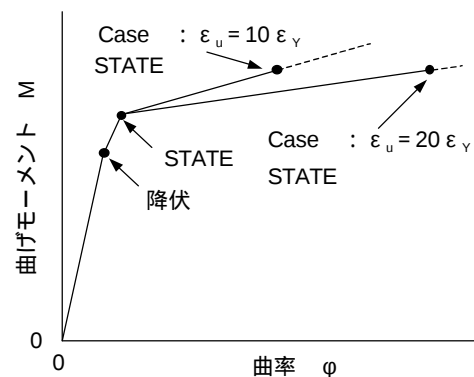


図 - 2 鋼製橋脚の M - φ 関係¹⁾

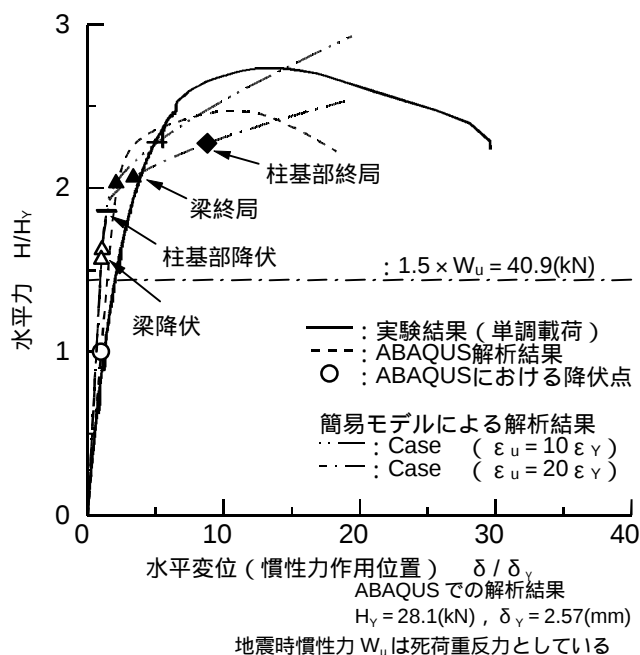


図 - 3 荷重と変位との関係

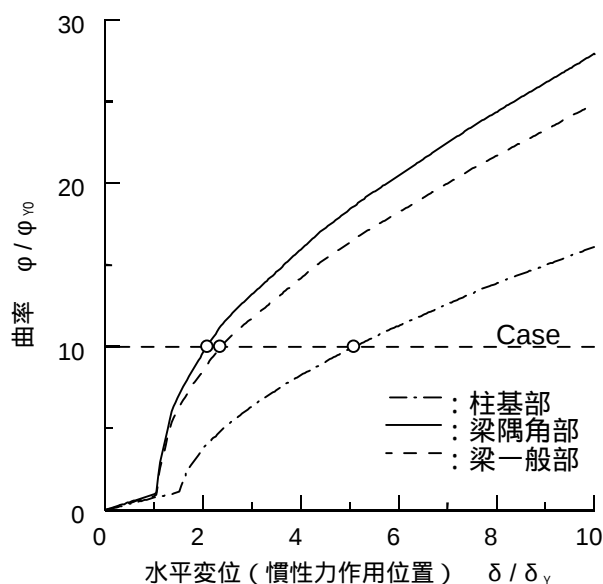


図 - 5 変位と曲率との関係 (Case)