

補剛箱形断面を有する単柱式鋼製橋脚の残留変位推定式

長崎大学工学部 学生会員 ○永田 朋子

長崎大学工学部 正会員 中村 聖三
長崎大学工学部 正会員 高橋 和雄

1. まえがき

著者¹⁾は、コンクリートを充填しない円筒断面単柱式鋼製橋脚について、数種類の解析モデルを用いた非線形動的解析を行い、川島ら²⁾により提案された残留変位比応答スペクトルを参考に応答塑性率から残留変位を求める推定式を提案した。本研究では、補剛箱形断面に対して同様にモデル化を行い、円筒断面に対して提案した推定式が補剛箱形断面においても妥当であるか検証した。

2. 検討内容

(1) 橋脚諸元の設計

種地盤上に建設されるコンクリートを充填しない補剛箱形断面単柱式鋼製橋脚を検討対象とし、実績調査結果をもとに構造パラメータ(補剛板の幅厚比パラメータ R_R 、細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ 、補剛材の剛度 γ/γ^*)の値が表-1に示す値となるよう、橋脚諸元(板厚 t 、高さ H 、補剛材厚 t_s 、補剛材高さ h_s)を決定し、震度法および部材の安定照査式により上部工重量を計算した。諸元の決定に際しては、断面形状を補剛材4本を有する一辺2.2mの正方形と仮定した。

表-1 目標とするパラメータ値

	R_R	$\bar{\lambda}$	γ/γ^*
No.1	0.3	0.25	1
No.2	0.35	0.3	1
No.3	0.35	0.4	2
No.4	0.4	0.2	1
No.5	0.4	0.3	1
No.6	0.4	0.3	2
No.7	0.4	0.3	3
No.8	0.4	0.4	1
No.9	0.45	0.3	3
No.10	0.45	0.4	1
No.11	0.45	0.5	2
No.12	0.5	0.4	1

(2) 動的応答解析の概要

設計した単柱式橋脚を頂部のみに上部工重量に相当する集中質量を有する1自由度系にモデル化する。また、復元力特性は図-1に示すようなバイリニア型とし、 H_y 、 δ_y 、 H_{max} 、 δ_m 、および δ_{95} を式(1)~(5)により算定する。 H_{max} 、 δ_m 、および δ_{95} の値を決定する式はいくつか提案されているが、本研究では、より高い精度を得るために補剛材の細長比パラメータが含まれている式(4)~(6)を用いた。

$$H_y = (1 - P/P_y) Z \sigma_y / H \quad \cdots (1) \quad \sigma_y = H_y H^3 / 3EI \quad \cdots (2)$$

$$\frac{H_{max}}{H_y} = \frac{0.10}{(R_R \bar{\lambda} \bar{\lambda}_s)^{0.5}} + 1.06 \quad \cdots (3) \quad \frac{\sigma_m}{\sigma_y} = \frac{0.22}{R_R \bar{\lambda}^{0.5} \bar{\lambda}_s} + 1.20 \quad \cdots (4)$$

$$\frac{\delta_{95}}{\delta_y} = \frac{0.25}{(1 + P/P_y) R_R \bar{\lambda}^{0.5} \bar{\lambda}_s} + 2.31 \quad \cdots (5)$$

ここで、 Z ：断面係数、 I ：断面2次モーメント、 P ：作用軸力、 P_y ：全断面降伏軸力、 $\bar{\lambda}_s$ ：補剛材の細長比パラメータである。

また、許容応答変位 δ_a は、タイプ 地震動に対して δ_m とし、タイプ 地震動に対しては δ_{95} とする。本研究は数値解析法として線形加速度法を用い、減衰定数 h は 0.01、解時間間隔 t は 0.01 とした。入力地震波は設計に用いられている地震波をタイプ別に6波ずつ、合計12波とする。

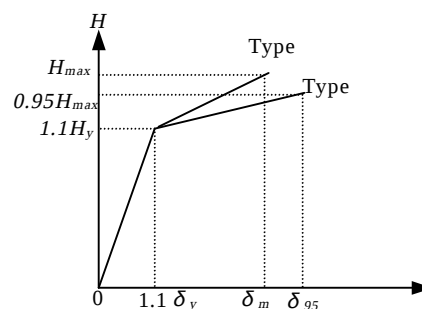


図-1 バイリニアモデル

キーワード：残留変位、鋼製橋脚、動的応答解析、バイリニアモデル

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 Tel 095-848-1111(内)2710、Fax 095-848-3624

3. 検討結果と考察

(1) 最大応答変位と残留変位の相関

図 - 2 は動的応答解析により得られた最大応答変位と残留変位の関係を地盤・地震波のタイプ別にプロットしたものである。残留変位は全体的にⅢ種地盤よりⅡ種地盤の値のほうが大きくなった。また、最大応答変位と残留変位の関係には細長比パラメータの影響が若干見られた。

(2) 円筒断面に対する推定式の適用性

図 - 3 は、式(6)～(8)により求めた残留変位の推定値と動的解析の結果をタイプ別に比較したものであり、図中に示してある直線は(動的応答解析) = (推定式による残留変位)とその傾きを 0.5 倍、2 倍したものである。また、推定値および動的解析結果の値は道路橋示方書の規定に従い、解析に用いた入力地震波 3 波の平均値を用いた。

$$\delta_R = \delta_{R\max} \cdot r_r \quad \cdots (6) \quad \delta_{R\max} = (\mu - 1)(1 - r)\delta_y \quad \cdots (7)$$

$$r_r = (ar + b)/\mu \quad \cdots (8)$$

ここで、 μ ：応答塑性率、 r ：剛性比、 a, b ： r_r を算定するための係数(表 - 2)である。なお、上式の適用範囲はタイプⅡ地震動に対して $0.1 < r < 0.2$ 、タイプⅢ地震動に対して $0.05 < r < 0.1$ である。

図 - 3 のグラフを見る限りでは、プロット点は、ばらつきが小さく、推定式の残留変位の大部分が応答解析結果の 0.5～2 倍以内にプロットされている。しかし、応答塑性率が許容塑性率を超えるいくつかのケースにおいては両者の差が大きくなっている。つまり、最大応答変位に関する照査を満足するものだけで考えると、ほとんどの結果が精度よく推定されていると言える。したがって、円筒断面に対して提案された残留変位推定式は、補剛箱形断面に対しても適用できると考えられる。

4. まとめ

本研究では、石本¹⁾により提案された円筒断面に対する残留変位推定式の適用性の検討を行った。結果として円筒断面に対する残留変位推定式は、補剛箱形断面に対しても適用可能であるといえた。今後、より高い精度および汎用性を有する推定式の確立を目標とし、1 自由度系に加えファイバーモデルを用いた検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 石本剛志：円筒断面を有する単柱式鋼製橋脚の残留変位と最大応答変位の相関に関する研究，長崎大学卒業論文，平成 11 年度
- 2) 川島一彦ら：残留変位応答スペクトルの提案とその適用，土木学会論文集，第 501 号 / - 29，pp.183-192.1994.10.

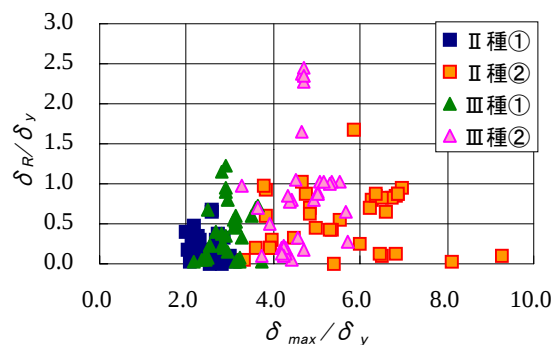


図 - 2 最大応答変位と残留変位の相関

表 - 2 式(9)の係数

地震動	地盤種別	a	b
タイプⅠ	Ⅱ種	-0.2	0.72
	Ⅲ種	-0.2	0.8
タイプⅡ	Ⅱ種	-0.6	1.12
	Ⅲ種	-0.64	1.28

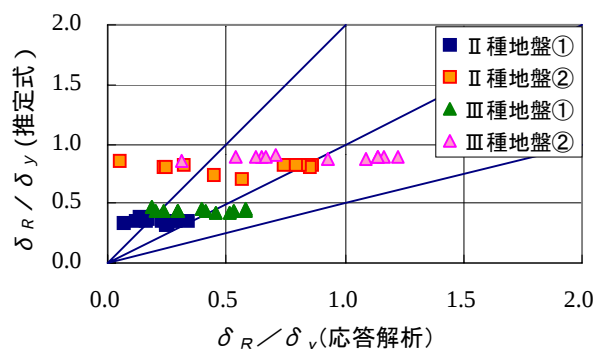


図 - 3 推定残留変位と応答解析の残留変位