

I-42 コンクリート中詰め鋼製橋脚のハイブリッド地震応答実験

新日本製鐵 正員 ○木曾英滋 名古屋大学 学生員 才塚邦宏
 名古屋大学 正員 宇佐美勉 名古屋大学 正員 伊藤義人

1. まえがき

鋼製橋脚の耐震性を向上させる方法の一つとしてコンクリートを充填することが挙げられる。コンクリートを充填した橋脚はコンクリートを柱基部のみに充填する例が多く見られるのに対し、このような橋脚に対する研究は十分には行われてはいなかったのが現状である。そこで名古屋大学では、これまで準静的な変動変位繰り返し載荷実験により、コンクリートを柱基部周辺に部分的に充填した補剛および無補剛箱形断面鋼柱について、コンクリート充填部の高さ、幅厚比、細長比などが、強度、変形特性等、耐震性能に与える影響を調べてきた[1,2]。そして、コンクリートを適切な高さだけ中詰めすることによって、柱の強度と変形性能を著しく高めることができることを明らかにしてきた。

本研究は、ハイブリッド地震応答実験により、強震下における動的な応答性状に対し、このような鋼製橋脚の柱基部周辺への部分的なコンクリートの充填がどのような影響を与えるのかについて明らかにしたものである。

2. 実験概要

(1) 実験装置 実験装置の詳細については、参考文献[3]を参照されたい。

(2) 入力地震波 入力地震波は、土木研究所で提案されている道路橋橋脚の地震時保有水平耐力照査用地震波（レベル2地震波）の内、I種地盤用地震波である。

(3) 使用供試体 各実験供試体の形状パラメータ値を Table 1 に示す。U70-40H(A), UC70-40-3H, UC70-40-5H 供試体は、コンクリートの充填高さは異なるが、形状パラメータは3体共同じである。実験時には供試体に、その供試体が想定する実橋脚を道路橋示方書に準拠して1次設計したときに求められる最大の軸力比 P/P_y (P = 軸力, P_y = 鋼断面の降伏軸力) が作用するようにした。想定した実橋脚は、これらの供試体を幾何学的に8倍したものとした[3]。なお、供試体の形状については文献[4]を参照されたい。また、供試体名で、Uで始まるものは無補剛、Sで始まるものは補剛箱形断面を示す。

Table 1 Parameters of Test Specimens

Specimens	R_f	$\bar{\lambda}$	h (mm)	h_c (mm)	H_y (kN)	δ_y (mm)	H_{y0} (kN)	δ_{y0} (mm)	γ^*/γ	P/P_y	Specimen Type
U70-40H(A)	0.7	0.4	1216	0	44.94	5.4	53.91	6.9	—	0.166	Steel
UC70-40-3H				0.3h	47.68	5.8	57.18	7.4			Concrete Filled
UC70-40-5H				0.5h	47.68	5.8	57.18	7.4			Concrete Filled
UC90-40-3H	0.9	0.4	1578	0.3h	49.10	5.5	72.46	9.8	—	0.135	Concrete Filled
SC45-35-3H	0.45	0.35	1762	0.3h	115.93	7.7	142.80	9.5	1	0.188	Concrete Filled

Notes : R_f = Width-Thickness Ratio Parameter of Frange Plate, $\bar{\lambda}$ = Slenderness Ratio Parameter of Column;

h = Height of Column, h_c = Height of Filled Concrete;

H_y = Predicted Ultimate Strength, δ_y = Deflection of Column Top at H_y ;

H_{y0} = Yield Load, δ_{y0} = Deflection of Column Top at H_{y0} ;

γ^*/γ = Required Relative Flexural Rigidity/Relative Flexural Rigidity;

3. 実験結果

(1) コンクリートの充填およびその高さによる応答の比較

U70, UC70 シリーズの各供試体から得られた水平応答変位時刻歴曲線および水平荷重-水平変位履歴曲線を、Fig.3(a)~(c)に示す。なお、図はそれぞれ時間スケールを除いて全て供試体のスケールである。実橋脚については相似関係から、変位が8倍、荷重が64倍したものとなる[3]。また、それぞれの最大応答変位、

残留変位、最大応答塑性率は Table 2 に示したとおりである。

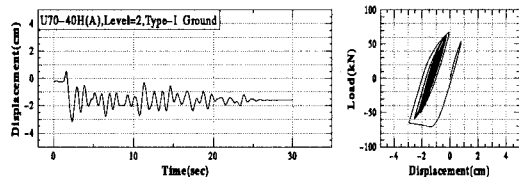


Fig.3(a) U70-40H(A) Specimen

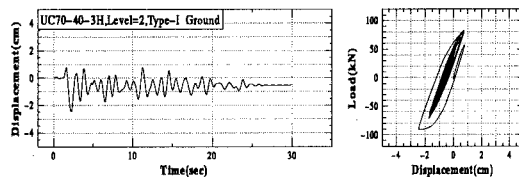


Fig.3(b) UC70-40-3H Specimen

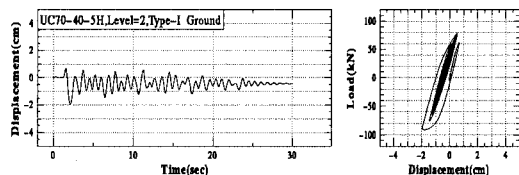


Fig.3(c) UC70-40-5H Specimen

Table 2 Comparison of Displacements Response for Concrete Filling Ratio

Specimen	δ_R (cm)	δ_R/h	δ_{max} (cm)	δ_{max}/δ_y
U70-40H(A)	-1.35	-0.011	2.91	5.37
UC70-40-3H	-0.52	-0.004	2.45	4.26
UC70-40-5H	-0.43	-0.004	1.95	3.39

Notes : δ_R =Residual Displacement, h =Column Height
 δ_{max} =Maximum Response Displacement

コンクリートを充填することにより、最大応答変位、残留変位は共にかなり減少される。特に残留変位は、コンクリート充填により充填を行わない場合に比べて 1/3 程度にまで減少している。また、最大応答変位についてはコンクリートの充填高さの影響が顕著であるが、残留変位についてはコンクリートを柱高さの 30% まで充填したものと 50% まで充填したものとではほとんど同じ値となり、コンクリート充填高さの違いによる差はあまり見られなかった。

(2) 幅厚比による応答の比較

Fig.4 は、一度地震波を入力した UC90-40-3H 供試体 (残留変位 $\delta_R/h = 0.003$) に、再び同一の地震波を入力したときに得られた応答結果である。2 回目の入力では、途中で実験を中断するに至るほど、水平耐力の著しい低下が起き、応答変位が発散した。

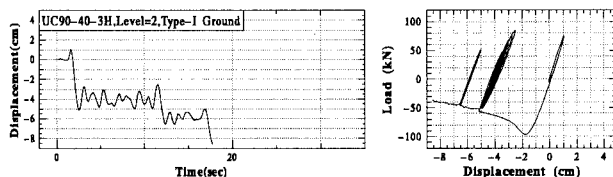


Fig.4 UC90-40-3H Specimen 2nd Test

それに対し、フランジ板の幅厚比パラメータのみ異なる UC-70-40-3H 供試体では、4 度目の入力に対しても実験終了時に残留変位 δ_R/h が 0.028 生じるのみであった。

4. 結論

鋼製橋脚の大地震時における応答、塑性率を低く抑えるため、柱基部付近にコンクリートを充填することは効果的である。この場合、コンクリートの充填高さが高いほど効果が大きい。なお、今回用いた形状パラメータの供試体に限れば、大地震終了時の残留変位を低く抑え、橋脚の使用性を確保するという理由でコンクリートの充填を行う場合、コンクリートを柱高さの 30% まで充填すればそれ以上充填した場合とほとんど変わらない十分な効果が得られる。また、フランジ板の幅厚比が 0.7 から 0.9 へ変化した場合、強震の継続に伴う水平耐力の著しい低下が現れた。

参考文献

- [1] 宇佐美勉, 葛漢彬, 水谷慎吾: コンクリートを部分的に充填した無補剛箱形鋼柱の繰返し弾塑性挙動, 構造工学論文集 Vol.39A 1993 年 3 月
- [2] 葛漢彬, 宇佐美勉, 戸谷和彦: 繰返し荷重を受けるコンクリート充填鋼柱の強度と変形能に関する研究, 構造工学論文集 Vol.40A, 1994 年 3 月
- [3] 伊藤義人, 木曾英滋, 才塚邦宏, 宇佐美勉: ハイブリッド地震応答実験手法に関する考察, 第 49 回年次学術講演会講演概要集
- [4] 才塚邦宏, 木曾英滋, 宇佐美勉, 伊藤義人: 鋼製橋脚のハイブリッド地震応答実験, 第 49 回年次学術講演会講演概要集