

第Ⅰ部門 補剛箱形断面を有する部分合成橋脚柱のコンクリートの必要充填高さについて

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博 大阪市立大学工学部 正 員 中西克佳
 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行 大阪市立大学大学院 学生員 〇渡邊浩延

1. まえがき コンクリートを基部のみに部分的に充填する補剛箱形断面橋脚柱（以下、部分合成橋脚柱という）のコンクリートの必要充填高さについて検討するために、構成補剛板パネルの幅厚比パラメーター、コンクリート充填高さ、およびスタッドジベルの有無について、それぞれ条件の異なる 14 体の実験供試体を製作した。そして、各実験供試体に対して、表-1 に示す①～③の 3 種類の载荷実験を実施した。

2. 载荷方法 まず、実験供試体 No.1～No.3 に対して、充填コンクリートを無視した鋼断面の全塑性軸方向力の 13% に相当する軸方向圧縮力 N を与えた状態で、最大・最小水平変位 $\pm 3.3 \delta_y$ (δ_y : 降伏変位) を繰返し与える一定繰返し変位载荷実験を行った。

つぎに、実験供試体 No.4～No.6 に対して、上述と同じ軸方向圧縮力 N を与えた状態で、最大水平変位 $4.7 \delta_y$ の漸増繰返し変位载荷実験¹⁾を行った。

さらに、実験供試体 No.7～No.14 には、上述と同じ軸方向圧縮力 N を与えた状態で、兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台で観測された南北方向の地震加速度（最大加速度 818.02gal）を相似則を考慮して付加するハイブリッド実験にもとづく地震応答シミュレーションを実施した。さらに、その後、これらの 8 体の実験供試体については、一定繰返し変位载荷実験を実施した。

3. 実験供試体 すべての実験供試体の製作に用いた鋼板（SS400 材）の実測降伏点は約 $3,430 \text{ kgf/cm}^2$ で、また充填コンクリートの圧縮強度は $\sigma_{ck}=225 \text{ kgf/cm}^2$ であった。そして、充填コンクリートの上面には、ダイヤフラムを配置した。

4. 実験結果とその考察 コンクリート充填量 $L/3$ の実験供試体は、合成断面部で局部座屈を起こし、崩壊した。そのため、これらの実験供試体は、合成柱としての高い耐荷力、および変形性能を有していた。一方、コンクリート充填量 $L/4$ の合成柱の実験供試体は、崩壊位置に著しい差異が生じた。すなわち、これらの中で、実験供試体 No.2(RL/4-R7-I)、および実験供試体 No.13(RSL/4-R7-G) は、鋼断面部において局部座屈が発生し、その後、鋼製柱と同様な挙動を呈した。なお、コンクリート充填量 $L/4$ の他の実験供試体は、合成断面部において局部座屈が発生し、コンクリート充填量 $L/3$ の実験供試体と同様な挙動を呈した。

これらの挙動は、図-1～図-3 に示すように、各実験供試体の水

表-1 本研究で用いた実験供試体の内訳

No.	実験供試体	载荷方法	コンクリート充填量	断面図、および幅厚比パラメーター R
1	SL/0-R7-I	①一定繰返し変位载荷 変位	充填なし	
2	RL/4-R7-I	0	1/4L	
3	RL/3-R7-I	0	1/3L	
4	SL/0-R7-C	②漸増繰返し変位载荷 変位	充填なし	
5	RL/4-R7-C	0	1/4L	
6	RL/3-R7-C	0	1/3L	
7	SL/0-R7-G	③ハイブリッド実験による地震応答シミュレーション 加速度	充填なし	
8	RL/4-R7-G	0	1/4L	
9	RL/3-R7-G	0	1/3L	
10	SL/0-R3-G	地震変位载荷後	充填なし	
11	RL/4-R3-G	0	1/4L	
12	RL/3-R3-G	①一定繰返し変位载荷 変位	1/3L	
13	RSL/4-R7-G	0	1/4L	
14	RSL/3-R7-G	0	1/3L	

コンクリート充填量別の実験供試体の側面図			軸方向圧縮力 N
0 (鋼製柱)	$L/4$ (部分合成柱)	$L/3$ (部分合成柱)	
全塑性軸方向 圧縮力の 13%			
実験供試体基部から 載荷点までの距離: L			1,500
			(寸法単位: mm)

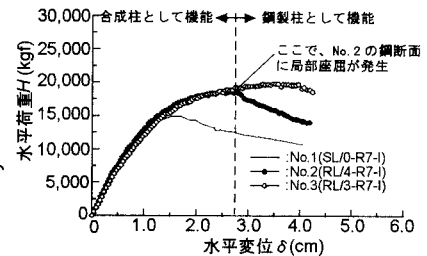


図-1 一定繰返し変位载荷実験

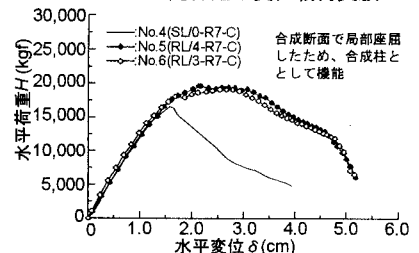


図-2 漸増繰返し変位载荷実験

Hiroshi NAKAI, Katsuyoshi NAKANISHI, Toshiyuki KITADA and Hironobu WATANABE

平荷重-水平変位曲線のピーク荷重を結んだ包絡線に顕著に現れている。とくに、図-1、および図-3(a)から、実験供試体 No.2(RL/4-R7-I)、および実験供試体 No.13(RSL/4-R7-G)は、合成柱であるにもかかわらず、

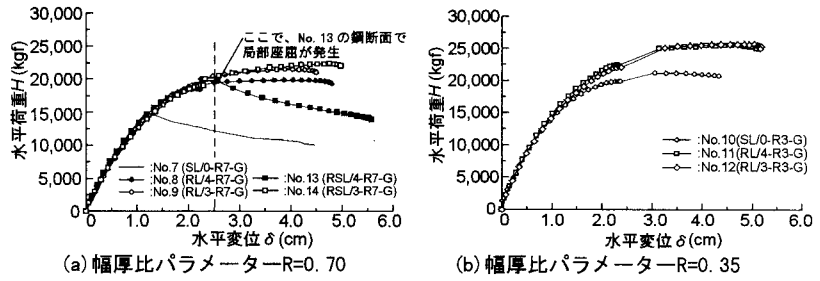


図-3 ハイブリッド実験

耐荷力の低下が著しいことがわかる。

この原因を調べるために、図-4には、幅厚比パラメーター $R=0.70$ の部分合成柱の各種限界曲げモーメントを作用曲げモーメント分布図と比較して示す。この図において、コンクリート充填位置が $L/4$ の場合、合成断面部が全塑性状態に達するかなり以前に、鋼断面部が降伏状態に至る。また、合成断面部と鋼断面部とが降伏限界状態に達するまでの差が、ほとんどないことがわかる。これらのことから、各断面部の初期不整や充填コンクリートの崩壊の状況によって、局部座屈が発生する断面位置が変化すると考えられる。

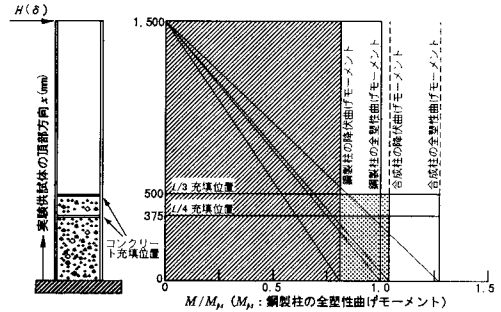


図-4 各種限界曲げモーメント

また、載荷方法の差異によっても、局部座屈の発生位置が異なる。これは、内部充填コンクリートの割れ、あるいは圧壊の状態に差異が生じるためである。たとえば、漸増繰返し変位のように、圧縮力と引張力とを交互に多数載荷すると、充填コンクリートが、繰返し回数初期の段階で圧壊し、合成断面としての機能が低下する。一方、一定繰返し変位載荷のような最大変位まで一方向に圧縮力、または引張力を1回で与える場合には、充填コンクリートの貢献度が高く、合成断面としての機能が確保される。

さらに、いずれの合成柱の実験供試体においても、低荷重レベルでの曲げ剛度は、鋼製柱の実験供試体のそれに等しく、充填コンクリートが有効に機能していないことがわかる。

5. 結論

本研究において得られた主な成果を以下に示す。

- (1) 部分合成柱は、その鋼断面部で局部座屈を起こした場合、合成柱本来の機能を果たさない。
- (2) 今回の実験において、低荷重領域で充填コンクリートは、有効に機能しなかった。
- (3) 載荷方法の差異により、合成断面としての機能に及ぼす充填コンクリートの貢献度が、著しく異なる。
- (4) コンクリート充填高さについては、文献2)にも示したように、次式を目安にするのがよい。

$$M_{ps} \leq \frac{L-L_c}{L} M_{pc} \quad : \text{鋼断面部で座屈する可能性大}$$

$$\frac{L-L_c}{L} M_{ps} \leq M_{pc} \leq \frac{L-L_c}{L} M_{pc} \quad : \text{鋼断面部、および合成断面部の両方で、あるいは一方で座屈する可能性大}$$

$$M_{ps} \geq \frac{L-L_c}{L} M_{pc} \quad : \text{合成断面部で座屈する可能性大}$$

ここに、 M_{pc} ：合成断面部の全塑性曲げモーメント、 M_{ps} ：合成柱の降伏曲げモーメント、 M_{ps} ：鋼断面部の全塑性曲げモーメント、 M_{ps} ：鋼断面部の降伏曲げモーメント、 L ：載荷長、 L_c ：基部からのコンクリート充填高さである。

なお、本研究は、文部省・科学研究費補助金・一般研究B（研究代表者：中井 博）としての研究補助を受けて行ったものであることを付記する。

参考文献

- 1) 中井 博・北田俊行・中西克佳：漸増繰返し荷重を受ける鋼製・合成橋脚柱の耐荷性状に関する実験的研究，土木学会論文集，No.513/I-31，土木学会，pp.144-149，1995年2月。
- 2) 中井 博・北田俊行・中西克佳・渡邊浩延：薄肉箱形断面を有する鋼製・合成橋脚柱の耐荷力と変形性能に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol. 43A，土木学会，pp.1355-1366，1997年3月。