

変形能からみた鋼製橋脚マンホール部のダブリング補強効果

広島大学 学生会員 ○有吉 孝文
福山大学 正会員 上野谷 実

広島大学 正会員 藤井 堅
福山大学 正会員 中村 雅樹

1. はじめに

鋼製橋脚には施工、維持・管理のために開口部を有しているが、兵庫県南部地震では多くの鋼製橋脚のマンホール部に座屈が発生し、損傷の引き金となった。本研究では、マンホール部のダブリング補強に関して、ダブリングプレートの板厚、形状を変えて一定軸圧縮力のもとで鋼製橋脚の水平繰り返し載荷実験をおこない、変形能の観点から優れた補強方法を調べた。

2. 実験概要 2-1 実験供試体：供試体は図1に示すような 400×400mm の正方形箱形断面で、補剛板パネル、縦補剛材とも板厚 4.5mm で材質は SS400 である。供試体全長は 1960mm で、開口部の形状は 120×80mm の小判型とした。図2及び表-1に供試体のマンホール補強状況を示す。

表-1

Type	形状	板厚(mm)	補強断面積比
DO1	小判型	4.5	1
DO2	小判型	6.0	1.33
DS	矩形型	4.5	0.88

また小谷口¹⁾の行ったマンホールのない供試体を Type-P、マンホールありで補強のない供試体を Type-H し、合わせて考察する。

2-2 載荷方法：一定軸圧縮荷重 23 t（全断面降伏荷重の 10%）のもとで柱上端部両振りの繰り返し水平荷重を載荷した。また、降伏応力 H_y に対応する水平変位 δy を振幅として、 $\pm \delta y$ 、 $\pm 2 \delta y$ 、…という方法で載荷した。

3. 実験結果 3-1 崩壊形状：各供試体の水平荷重—水平変位履歴曲線を図3～5に示す。図3～5を比較すると、最高荷重に達するまで(2 δy)はほぼ同じ挙動を呈する。また、供試体の実験終了後の写真を写真1～3に示す。各供試体ともフランジ面の縦補剛材は振幅 2 δy 、ウェブ面の縦補剛材は振幅 3 δy で局部座屈が発生した。そして写真1～3に示すようにウェブ面では補強タイプによって座屈形状は異なっている。Type-D01は補強部分の部で凸状の局部座屈、Type-D02では補強部分の下部で凹状に局部座屈が生じ、またType-DSはマンホールの中心に凹状に局部座屈が生じた。各供試体ともに 5 δy 付近で角溶接部にクラックが発

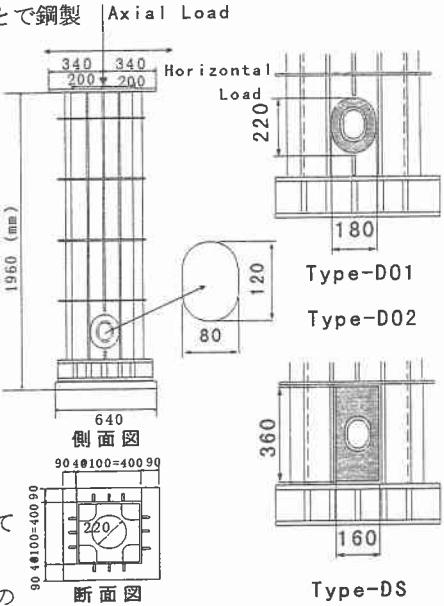


図1

図2

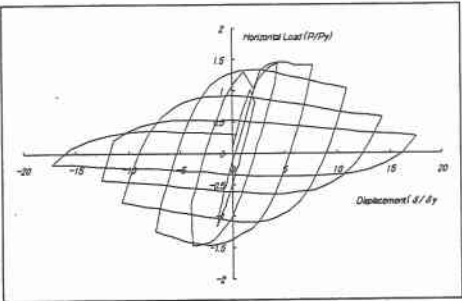


図3 Type-D01

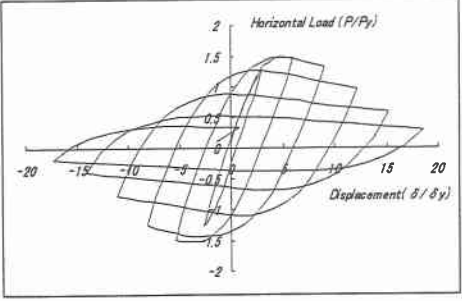


図4 Type-D02

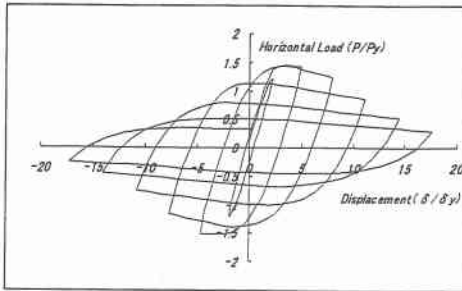


図5 Type-DS

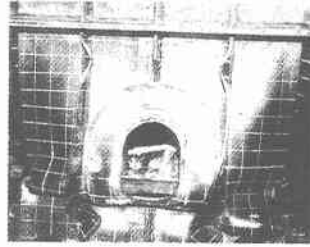


写真1 Type-DO1

生した。また、Type-DO2では補強下部の縦剛材とパネル面との境でクラックが発生した。

3-2 エネルギー吸収能：エネルギー吸収能は西川ら²⁾による方法と宇佐美ら³⁾による方法を適用した。西川らによる方法を表-2-(a)、宇佐美らによる方法を表-2-(b)に結果を示す。表-2-(a)で、

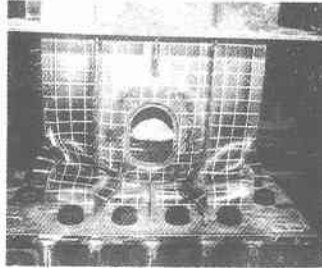


写真2 Type-DO2

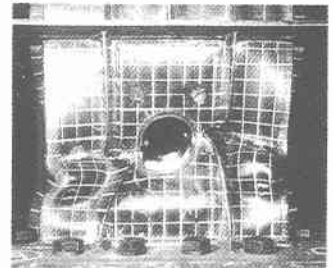


写真3 Type-DS

E は破壊点までのエネルギー吸収量、 H_e は弾性応答作用力、 H_e/H_y は降伏応力で除したものである。また表-2-(b)で δ' は破壊点での変位、 E_f は破壊点までの履歴吸収エネルギー、 E_e は初期降伏に達するまでのエネルギー吸収量である。表-2からType-DSの補強方法が最も大きいエネルギー吸収能を有しており、優れているといえる。しかし、今回の実験では、どの供試体もマンホールのないType-Pほどの変形能は得られなかった。

3-3 塑性率：塑性率を表-3に示す。表中の δ_y は降伏荷重に対応する変位、 δ_m は最高荷重に対応する変位、 δ_{95} は最高荷重の95%値に対応する変位、 δ_u は最高水平荷重が過ぎて、再び降伏荷重に達する点を破壊点と定義し、完全弾塑性履歴曲線を考え求められた変位である。この結果からはどの補強方法が効果的であるかは判断できない。

4. 結論

1. ダブリング補強の場合、エネルギー吸収能の観点からダブリングプレート形状は小判型よりも、矩形の方が有利である。
2. ダブリングプレートの板厚を必要以上に厚くすると、別の個所が座屈する場合もあり、ダブリングの板厚を厚くするだけでは必ずしも有利とはいえない。
3. 今回の実験では、どの橋脚もマンホールのない橋脚と同等な変形能まで補強することはできなかった。

参考文献

- 1) 小谷口 義隆：マンホールを有する鋼製橋脚の変形能特性，広島大学卒業論文 1997年
- 2) 西川，山本，名取，寺尾，安波，寺田：概設鋼製橋脚の耐震性能改善方法に関する実験的研究，構造工学論文集 1996年
- 3) 宇佐美，坂野，是津，青木：鋼製橋脚モデルの繰り返し弾塑性挙動におよぼす荷重履歴の影響：構造工学論文集 1993年

表-2 エネルギー吸収能の評価結果

(a) 西川らによる評価方法

Type	$E(\text{kgf}\cdot\text{cm})$	$H_e(\text{kgf})$	H_e/H_y
P	147000	89412	5.8707
H	113000	78345	5.1441
DO1	126000	88189	5.7905
DO2	111000	80407	5.2795
DS	137000	90821	5.9633

(b) 宇佐美らによる評価方法

Type	$\delta'(\text{cm})$	$E_f(\text{kgf}\cdot\text{cm})$	$\bar{E}_f = E_f/E_e$
P	7.57	664000	154.79
H	5.95	434000	101.17
DO1	5.95	607000	141.50
DO2	5.05	604000	140.80
DS	6.3	622000	145.00

表-3 塑性率の評価結果

Type	$\mu_m = \delta_m / \delta_y$	$\mu_{95} = \delta_{95} / \delta_y$	$\mu_u = \delta_u / \delta_y$
P	6.089	7.750	9.400
H	4.696	6.000	8.540
DO1	6.053	5.791	7.642
DO2	4.946	6.428	7.666
DS	5.982	8.125	7.924