

I - A73

マンホールを有する鋼製橋脚の変形能特性

福山大学 正会員 ○中村 雅樹

広島大学 正会員 藤井 堅

広島大学 学生会員 小谷口 良隆

福山大学 正会員 上野谷 実

1. はじめに

平成7年1月の兵庫県南部地震では鋼製橋脚の柱部材基部付近のマンホールに起因した鋼製橋脚の被害が多かった。本研究では開口部が鋼製橋脚の変形性能に与える影響を実験的に解明するため、無孔モデル1体、穴あきモデル1体の計2体の箱形断面片持柱について繰り返し載荷実験を行った。また、マンホールのない鋼製橋脚の変形能に関する評価法を有孔供試体に採用し、種々の提案式について開孔橋脚の断面欠損の面から見た適用性を検討した。

2. 実験概要

2-1 供試体形状 供試体をFig.1に示す。供試体はいずれも正方形断面で、無孔供試体 type-P と有孔供試体 type-H の2体で、補剛板厚 4.5mm、縦方向補剛材板厚 4.5mm で使用材質は SS400 である。開口部は、80 × 120mm の小判型の形状とした。開口部に伴って中央の縦補剛材は開口部で切断されており、また type-H は type-P に比べて 11.8 % 断面欠損がある。

2-2 載荷方法 一定圧縮荷重 23t(全断面降伏荷重の 10 %)のもとで柱上端に両振りの繰り返し水平荷重を載荷した。Fig.2に載荷サイクルを示す。降伏モーメントに対応する水平変位を δ_y とすると、 δ_y を片振幅として $\pm \delta_y$ 、 $\pm 2\delta_y$ 、 $\pm 3\delta_y$ …… というように載荷した。

3. 実験結果

3-1 崩壊性状 各供試体の水平荷重-水平変位履歴曲線をFig.

3,4に示す。2体のヒステリシスループを比較すると、水平荷重がピークを越えてから、つまり $3\delta_y$ 付近以降 type-P に比べて type-H の1ループごとの劣化が激しくなっている。また、type-P のウェブ面では幅方向に2波の座屈モードが見られたが、type-H のウェブ面では幅方向に1.5波の座屈モードが見られた。この座屈モードの違いは、type-P では中央の縦補剛材が有効に働いているが、type-H では開口により中央の縦補剛材が切断されているためと考えられる。いずれの供試体も、供試体下部の両フランジ面に凹状の局部座屈、両ウェブ面に凸状の局部座屈波形が最高荷重付近で見られ、逆方向に水平荷重が加わっても座屈波形は完全に戻らず、その振幅が荷重の繰り返しごとに大きくなって耐力を失っていった。最終的な座屈変形状態例をPhoto1, 2に示す。

3-2 水平荷重-鉛直変位履歴曲線 Fig.5,6に水平荷重-変位履歴曲線を示す。初期の状態では軸方向変位は鉛直荷重により生じるが、その後は水平荷重による柱の座屈により生じる。最大水平荷重後は局部座屈、補剛板パネルの損傷(クラック)によるものと考えられる。Fig.5,6より分かるように、type-P, type-H とも最高荷重点以降軸方向縮み量は急激に増加している。type-P の鉛直変位増加量が type-H に比べて小さい

Keywords: 鋼橋, 局部座屈, 材料吸収能, 塑性率 連絡先: 東広島市鏡山1丁目4-1 TEL 0824-24-7790 FAX 0824-24-7792

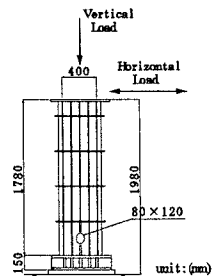


Fig. 1 供試体

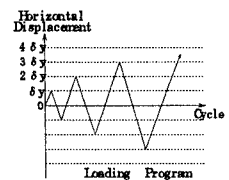


Fig. 2 載荷サイクル

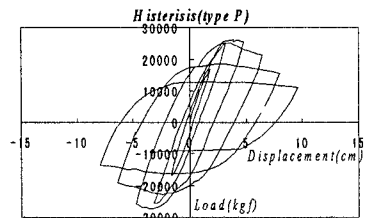


Fig.3 ヒステリシスループ (type-P)

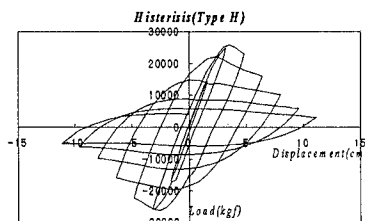


Fig.4 ヒステリシスループ (type-H)

のは開口部のない分、局部座屈変形が type-H よりも小さいからである。

3-3 エネルギー吸収能

ここでは各載荷ステップの最大変位時の耐荷力が H_y 以上である範囲内で、1ループの吸収エネルギーが最大となる時点をエネルギー吸収能から限界状態と設定し、RC橋脚の保有水平耐力照査の手法に準じた弾性応答作用力 H_e を求める西川による評価法¹⁾と、正規化された累積履歴吸収エネルギー E_t を求める宇佐美らによる評価法²⁾に従い H_e と E_t を求めた。その結果を Table1 に示す。Table1 より①最高荷重 H_m に着目した場合、type-P と type-H の間には大きな差は見られないが、弾性応答作用力 H_e については7.9%の低下となっており

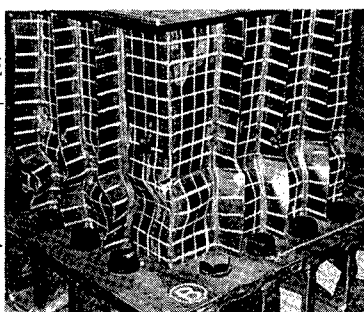


Photo1 座屈変形状態例(type-P)

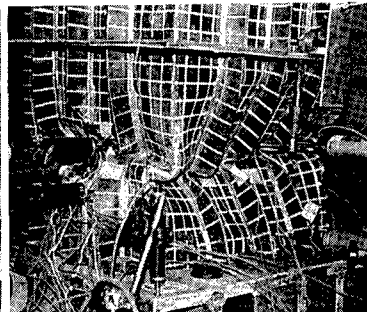


Photo2 座屈変形状態例(type-H)

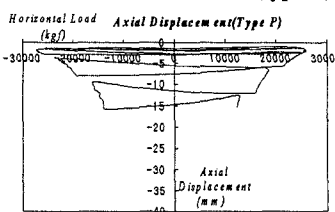


Fig. 5 鉛直変位 (type-P)

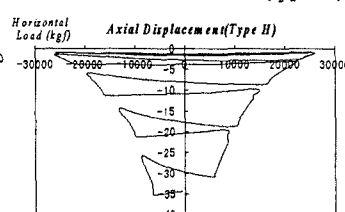


Fig. 6 鉛直変位 (type-H)

り断面欠損率 11.8 % との対応が推測される。②エネルギー吸収量に着目した場合、西川によるエネルギー吸収量では 23.3 % の低下、宇佐美による累積エネルギー吸収量では 34.7 % の低下となる。断面欠損の影響は、最大耐荷力 H_m や剛性よりもエネルギー吸収量、つまり変形能に顕著に表れると言える。

3-4 塑性率 塑性率は、①最高荷重に対応する変位 δ_m と H_y に対応する変位 δ_y との比で表す塑性率 μ_m ② H_{max} の 95 % 値に対応する変位 δ_{95} と H_y に対応する変位 δ_y との比で表す塑性率 μ_{95} ③最大水平荷重を越え、荷重が H_y まで下がった点を破壊点とし完全弾塑性履歴曲線を考え求められた δ_u と H_y に対応する変位 δ_y との比で表す宇佐美らによって定義された²⁾ 塑性率 μ の 3 種類について求めた。Table2 よりいずれの塑性率についても type-H の塑性率は type-P よりも約 10 ~ 25 % 低下しているが、開口に伴う断面欠損が塑性率に及ぼす影響という観点からみると、宇佐美による塑性率 μ の場合の低下の割合が 9.1 % と有効断面欠損率 11.8 % の最も近くなっており、断面欠損率との対応が推測される。

4. 結論

- 1) 開口による断面欠損の影響は最大耐荷力や剛性よりもむしろエネルギー吸収量つまり変形能に顕著に表れるといえる。
- 2) 水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線は、最大水平荷重前には開口による影響はあまり見られないが、最大水平荷重以降は局部座屈の進展を受けて有孔供試体の方が低下が大きい。
- 3) 塑性率の定義は様々であるが本実験では宇佐美による μ が有効断面欠損率に一番近い低下率となった。

謝辞

本研究において、鋼材倶楽部(社)、ウエスコ土木技術振興基金(株)の援助を得た。記してお礼申し上げます。

参考文献 1) 西川ら, 構造工学論文集 Vol. 42A, 1996. 3, pp. 975-986 2) 宇佐美ら, 構造工学論文集 Vol. 39A, 1993. 3, pp. 225-247

Table1 エネルギー吸収能比較

	H_m (kgf)	δ_m (mm)	δ_u (mm)	エネルギー吸収量 (kgf・mm)	H_e/H_y
type-P	25930	3.41	2.6	146978	5.03
type-H	26602	2.63	78	112842	4.79

	破壊点までの累積エネルギー 吸収量 E_t (kgf・mm)	E_t/E_0
type-P	664347 (5917mm 目まで)	155.8
type-H	433566 (4917mm 目まで)	101.7

Table2 塑性率比較

	H_m (kgf)	δ_m (mm)	$\mu_m (= \delta_m / \delta_y)$
type-P	25930	3.41	6.09
type-H	26602	2.63	4.70

	H_{95} (kgf)	δ_{95} (mm)	$\mu_{95} (= \delta_{95} / \delta_y)$
type-P	24617	4.34	7.75
type-H	25272	3.36	6.00

	δ' / δ_m (mm)	A (kgf・mm)	δu (mm)	$\mu (= \delta u / \delta_y)$
type-P	7.54	286453	5.26	9.40
type-H	5.94	257313	4.78	8.54