

I - B116

低降伏点鋼を用いたマルチセル構造を有する鋼製橋脚の載荷実験

高田機工 正会員 森下泰光 日本鋼管 正会員 高久達将
川崎製鉄 正会員 川井 豊 日本鋼管 正会員 水谷慎吾

1. はじめに

マルチセル構造を有する鋼製橋脚は高いダクティリティーと耐力を有している。しかし、強震に耐えるために橋脚の耐力をいわずに大きくすることは、基礎等も含めた全体システムで考えると不経済な構造となる可能性がある。そこで、マルチセル構造の内壁に低降伏点鋼を用い、橋脚の耐力増加を最小限に押さえてより高いダクティリティーを有する橋脚が考案された。この橋脚の耐震性能を確認するために実施した正負交番2軸繰返し載荷実験について報告する。なお本実験は6者（建設省土木研究所、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公社、(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会）の共同研究¹⁾の一環として行なっているものである。

2. 低降伏点鋼

低降伏点鋼は従来の普通鋼(SS400)と比較して、強度が1/2～1/3、伸びが約2倍の低強度、高変形能の特性を有する鋼材である。今回の実験には日本鋼管(株)製NK-LY100鋼を使用した。表-1に化学成分を、表-2に機械的性質を、図-1に応力-ひずみ曲線を示す。

3. 実験概要

供試体の形状寸法を図-2に、諸元を表-3にそれぞれ示す。マルチセル構造を有する供試体として、柱のウェブ・フランジはSS400材とし、マルチセル構造内壁の鋼種がNK-LY100材とSS400材の2種類、マルチセル内壁の配置方向が水平力載荷方向に平行(シェアウォール)と直交(ダブルフランジ)の2種類の合計4体を製作した。

表-3 供試体の諸元(実測値)

供試体名	$\bar{\lambda}$	R_R	リブ剛度 γ/γ^*	軸力比 σ_c/σ_y
B9 NK-LY100 シェアウォール	0.364	0.396	2.18	0.117
B10 NK-LY100 ダブルフランジ	0.364	0.396	2.18	0.117
B11 SS400 シェアウォール	0.364	0.396	2.18	0.117
B12 SS400 ダブルフランジ	0.364	0.396	2.18	0.117
B1 (基本)	0.277	0.590	1.47	0.113

表-1 鋼材の化学成分(単位:%)

成分	C	Si	Mn	P	S
NK-LY100	≤ 0.003	≤ 0.03	0.1~0.2	≤ 0.02	≤ 0.01
SS400	—	—	—	≤ 0.05	≤ 0.05

表-2 鋼材の機械的性質

項目	板厚 (mm)	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	破断伸び (%)
NK-LY100	6~	90~130	200~300	50以上
SS400	4.5~	235以上	400~510	21以上

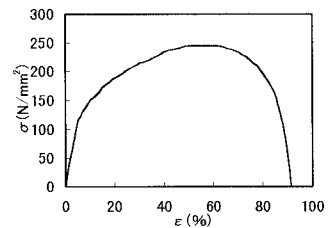


図-1 低降伏点鋼の応力-ひずみ曲線

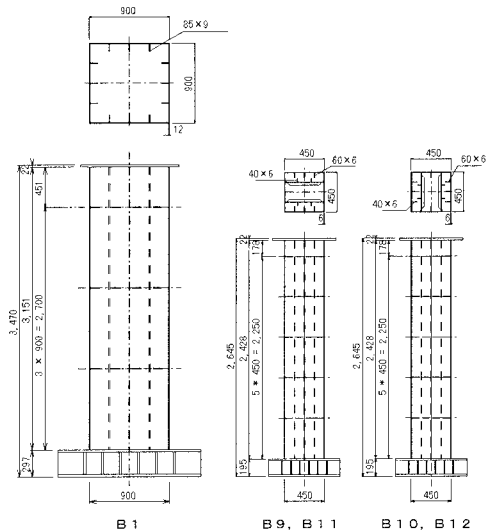


図-2 供試体図面

キーワード：鋼製橋脚，マルチセル構造，低降伏点鋼，繰返し載荷実験，耐震構造
連絡先：和歌山県海草郡下津町方 1375-1 Tel 0734-92-4971 Fax 0734-92-4907

また、マルチセル構造の補剛効果を確認するために通常の補剛断面を有する供試体を基本供試体 B1(材質 SM490)として対比に用いた。

载荷は、テストベッドに供試体を鉛直に固定し、マルチセル内壁を縦リブに換算した断面に対する公称降伏軸力の15%の一定に保ちながら水平荷重を正負交番载荷した。

4. 実験結果

表-4 に実験結果の一覧を、図-3 に B9 の水平荷重－水平変位関係の履歴曲線（ヒステリシスループ）を、図-4 に全ての供試体の水平荷重－水平変位の正側包絡線を示す。

5. まとめ

実験結果より、以下のことを確認した。

(1) 「低降伏点鋼」と「普通鋼」の挙動の違い

マルチセル構造の内壁の鋼種に低降伏点鋼を用いた供試体(B9, B10)の方が普通鋼を用いた供試体(B11, B12)より、劣化勾配が緩やかであり、降伏荷重に低下するまでの塑性率も大きい。

また、最大耐力は普通鋼を用いた供試体の方が大きいですが、ヒステリシスループの1ループあたりの面積が低降伏点鋼を用いた供試体の方が大きいため、エネルギー吸収量は低降伏点鋼を用いた供試体の方が大きい。

(2) 「シェアウォール構造」と「ダブルフランジ構造」の挙動の違い

内壁をシェアウォールとして配置した供試体(B9, B11)と、ダブルフランジとして配置した供試体(B10, B12)を比較すると、最大耐力はシェアウォールとして配置した供試体の方が大きい。

しかし、最大荷重を超えて降伏荷重まで劣化した時を終局状態とした塑性率 $\delta u / \delta y$ は、内壁の配置には依存しない。

表-4 実験結果

供試体名	Py	Pu	Pu/Py	δy	δm	$\delta 97$	δu	$\delta m / \delta y$	$\delta 97 / \delta y$	$\delta u / \delta y$
B1	124.9	157.0	1.3	1.5	4.5	5.1	7.5	3.1	3.5	5.1
B9	22.6	38.4	1.7	1.3	7.6	8.4	12.9	6.0	6.5	10.1
B10	23.3	36.5	1.6	1.3	6.6	7.9	12.7	5.0	6.0	9.6
B11	22.5	44.1	2.0	1.3	7.7	8.3	10.5	6.0	6.5	8.2
B12	23.2	39.7	1.7	1.3	6.6	7.8	12.3	5.0	5.9	9.3

Py:降伏水平荷重(tf) δm :最大水平荷重Pu時の水平変位(cm)
 Pu:最大水平荷重(tf) $\delta 97$:水平荷重がピークを超えてPuの97%
 δy :降伏水平変位(cm) になった時の水平変位(cm)
 δu :水平荷重がピークを超えてPyになった時の水平変位(cm)

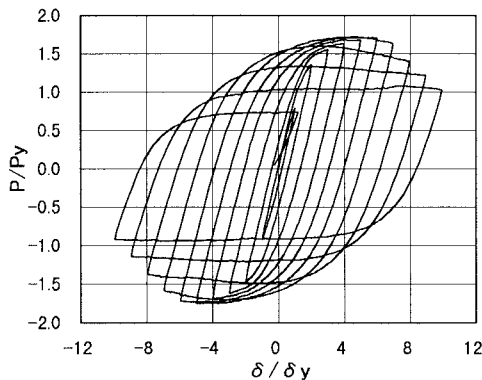


図-3 ヒステリシスループ(B9)

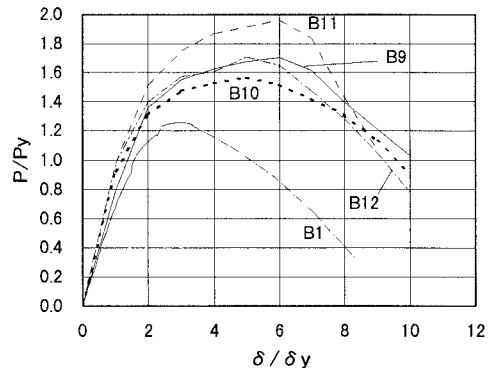


図-4 正側包絡線

【参考文献】

- 1) 建設省土木研究所，首都高速道路公団，阪神高速道路公団，名古屋高速道路公社，(社)鋼材倶楽部，(社)日本橋梁建設協会：道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書（Ⅰ～Ⅶ）－鋼製橋脚の正負交番繰返し载荷実験－，1997. 4