

長大橋の耐震対策に用いる高強度型せん断パネルの性能確認実験

阪神高速道路(株) 正会員 ○流田 寛之
 " 正会員 濱田 信彦
 " 正会員 小林 寛

1. 目的

既設の長大橋では、レベル2地震動により大きな地震力が作用し、支承や橋脚の応答値が部材の許容耐力以上となる場合が多い。このため、部材の耐力補強のみならず、免震・制震装置を用いて地震力を低減させる耐震補強対策が必要となる。阪神高速湾岸線の長大橋でも耐震補強として免震・制震設計による地震力の低減対策を計画している。その1つとして、鋼製のせん断型制震パネル（以下「せん断パネル」という。）を支承部において変位制限構造として適用した免震・制震装置がある。この装置は、フレーム部分とパネル部分で構成されており、パネル部分の鋼板のせん断変形による履歴減衰により地震エネルギーを吸収するものであり、パネル部分は降伏点の幅が小さく、伸び性能の高い低降伏点鋼(LY225)で構成されており、参考文献1)などにより性能が確認されている。

本稿では長大橋での大きな地震力での使用を考え、パネル部分に建築ではよく使用されている SN 材 (SN400B, SN490B)を使用した高強度型せん断パネルの性能確認実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験計画

性能確認実験は、表-1に示す2種類の供試体について正負交番載荷実験を実施した。供試体は、パネルが座屈をおこさないように幅厚比パラメータを設定した。荷重載荷方法は、せん断ひずみ γ を2%ごとに1回づつ繰返し載荷し ($\gamma=2\%, 4\%, 6\% \dots$) $\gamma=10\%$ (A供試体) 12% (B供試体) で最大耐力超過後90%以下に低下するまで繰返し載荷を実施し、その状態を終局状態とした。

なお、性能確認のために照査した項目は、安定した履歴曲線が得られること、概略設計で想定している許容せん断ひずみ 10%、累積塑性ひずみ 2.71 (既設長大橋での動的解析で得られた値 0.904 の3倍) を満足していることである。

表-1 供試体緒元

供試体名	ℓ° 寸法 (高さ*幅*板厚)	材質	降伏点 $\sigma_y(N/mm^2)$	R_{tw}^{*1}
A供試体	400*400*19	SN400	235~355	0.19~0.23
B供試体	400*400*22	SN490	325~445	0.19~0.26
C供試体 (前回実験)	400*400*32	LY225	205~245	0.11

$$*1: \text{幅厚比パラメータ} : R_{tw} = \frac{B}{t} \sqrt{\frac{\tau_Y \cdot 12(1-\nu^2)}{E \pi^2 k_F}}$$

(B:ウI° 板幅、t:ウI° 板厚、 τ_Y :せん断降伏点、E:ヤング係数、 ν :ポアソン比、 k_F :座屈係数)

3. 実験結果

せん断繰返し載荷実験による荷重-変位履歴曲線を図-1、2 に、実験終了後の供試体の状況を写真-1、2 に、実験結果一覧を表-2 示す。また、図-3 に参考として前回実験の履歴曲線を示す。両供試体ともにパネルの座屈は発生せず、急激な耐力の低下等もなく、紡錘形の安定した履歴を描いていることがわかる。また、目標としているせん断ひずみ 10%、累積塑性ひずみ 2.71 も満足している。しかし、終局に至るまでの損傷過程において、LY225 を用いた供試体と違いがみられた。LY225 を用いたこれまでの実験では、パネル周辺部分の亀裂損傷が顕著であり、その亀裂もしくはパネルの座屈により耐力が低下し終局に至っていた¹⁾。SN 材を用い

キーワード せん断パネル，耐震補強，SN 材，長大橋

連絡先 〒552-0006 大阪市港区石田 3-1-25 阪神高速道路株式会社 大阪管理部 TEL 06-6576-3881

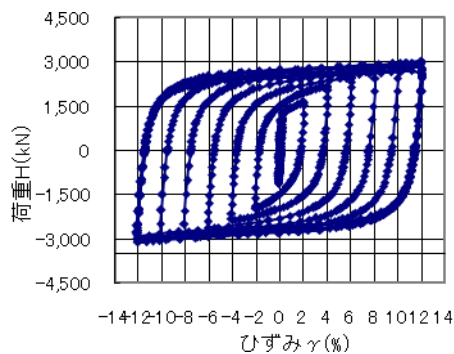


図-1 A 供試体履歴曲線

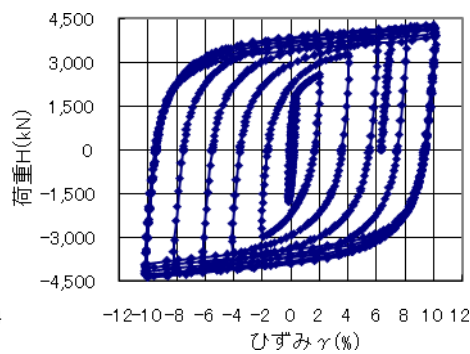


図-2 B 供試体履歴曲線

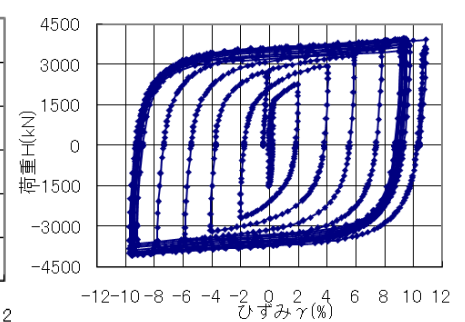


図-3 C 供試体履歴曲線

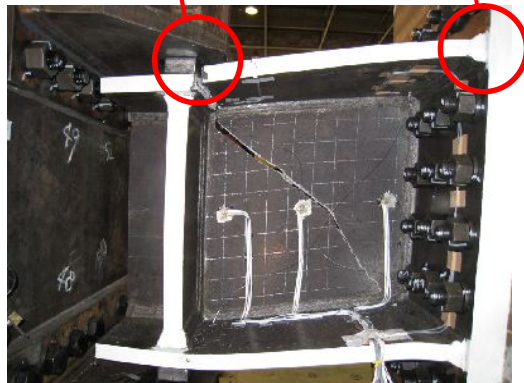


写真-1 A 供試体実験終了後

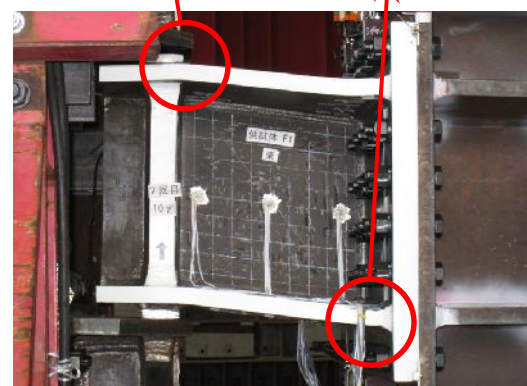


写真-2 B 供試体実験終了後

表-2 実験結果一覧

供試体名	最大せん断ひずみ	累積塑性ひずみ	最大荷重(kN)	繰返し载荷回数*	パネル座屈
A供試体	12%	4.124	3112	6.5	なし
B供試体	10%	3.231	4387	6.5	なし
C供試体 (前回実験)	10%	5.394	4077	13	なし

* 繰返し载荷回数：最大荷重超過後 90%以下に低下するまでの最大せん断ひずみでの繰返し载荷回数
 今回の実験では、パネル周辺の亀裂は発生しておらず、荷重载荷点での亀裂、ベースプレートとフランジの溶接部分で亀裂が顕著であった。A 供試体では、荷重载荷点の亀裂がフランジ全幅を貫通したことにより、パネルが脆性的に破壊した。B 供試体でも同様の傾向がみられた。両供試体ともに累積塑性ひずみの目標値は十分に満足してはいるものの、想定以上にせん断パネルに変形履歴が与えられた時には、パネルが脆性的に破壊されることとなり、LY 材とは破壊形態が異なる結果となった。

4. まとめ

SN 材を用いた高強度型せん断パネルの性能の確認を行い、設計目標値は満足したが、LY 材を用いた供試体とは破壊形態に大きな違いがあり、今後パネルとフレームの分担荷重の割合、設計方法など検討が必要である。

参考文献

- 1) 流田寛之、瀨田信彦、小林寛、西岡勉：低降伏点鋼を用いたせん断型制振パネルの性能確認実験, 第11回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, P47-P50, 2008