

I - 98

厚肉少補剛断面化を指向した鋼製橋脚の 繰り返し載荷試験

新日本製鐵 正員 ○富永 知徳
名古屋大学 正員 宇佐美 勉

新日本製鐵 正員 安波 博道
岐阜大学 正員 奈良 敬

1. 緒言

土木鋼構造は最小重量設計の下に発達してきたが、近年の人件費の高騰により、最小重量設計では不合理な場合もある。よって、多少の鋼重増は許容しても工数の最小化を図ることによりコストを得る設計思想が提案され得る。例えば、Table.1 にて示すように、現行の標準的な断面構成であるS6-30Real（記号説明はFig.1中に記載）を基準断面としたとき、厚肉で少補剛のS2-30では重量は1.28倍ではあるが実スケールでの6mm換算溶接長は0.84倍となる。このような最小工数設計を念頭に置くことにより、鋼材の弾塑性特性を積極的に活用することの出来る厚肉少補剛化構造を指向し、その耐震性を繰り返し載荷試験により確認する。

2. 実験概要

Table.1 に実験供試体の諸元を示す。断面緒元の設計にあたっては全供試体について同一の荷重条件を用い、許容応力度法により決定した。供試体のスケールはいずれも1/10である。ただし、鋼重と換算溶接延長のみは実スケールで算定して表示している。A-Seriesでは、以下のアプローチで耐震性の改善を試みた。①S6-30:最小重量設計を踏襲したが、最近の研究結果¹⁾²⁾に基づいて必要最小剛比の3倍の剛比を持つよう補剛材のみの強化を行った。②S2-30:最小工数設計に基づいて、厚肉少補剛化を行った。ただし、補剛板の弾性座屈を防止するため、幅厚比パラメータが0.5を越えないように板厚を増加させている。一方、B-Seriesでは、厚肉少補剛構造において断面のコンパ外化による合理性を評価するため、外形寸法を縮小した断面を設定した。この場合も、前述の補剛材強化を施している。Fig.1 に供試体の1例(S2-30)を示す。実験においては上部工の死荷重に対応する一定の鉛直荷重（各供試体とも軸力比20%）の作用下で、柱頭部に地震入力による慣性力に対応する繰り返しの水平荷重を変位制御で与えた。その載荷パターンはFig.2 に示すように ECCS の Recommendation に準拠している。

3. 実験結果

Fig.3 にA-Seriesについて、また、Fig.4 にB-Seriesについての荷重-変位曲線の包絡線の比較を示す。厚肉断面の供試体は断面諸量が大きくなっている分、耐荷力が向上している。また、厚肉化の効果により耐荷力ピーク後の劣化が、薄肉断面と比較して緩やかとなっている。補剛材強度を従来設計より増加させることは、断面諸量が増加することと相まって耐荷力は向上し、また、局部座屈の発生を押さえて変形能力も向上するが、劣化特性の改善には至らない。また、コンパ外断面化により、水平耐荷力は低下するが変形性能は大幅に向上する。他の供試体は全て局部座屈により終局状態に至るが、S2-20はそれがほとんど見られないまま水平変位100mm程度の時点で急激な劣化を起こしている。これは基礎を模した剛性強化用のスリッパの溶接部から低サイクル疲労クラックが生じ、供試体基部が引きちぎれる形式でほとんど1サイクルの内に耐荷力を失ったものである。Fig.5 にA-Seriesについて、また、Fig.6 にB-Seriesについてのエネルギー吸収量の比較を示す。（両図ともスケールは等しい）これより、厚肉断面化により1サイクルあたりのエネルギー吸収能力がほぼ全変位域に渡って1.2~1.5倍程度にまで向上していることが分かる。S2-30供試体は、水平変位30mm程度で耐荷力ピークを示して若干の局部面外変形を生ずるが、崩壊機構が変化するまではエネルギー吸収能力、つまり粘り強さ（靱性）は低下しない。また、耐震性の面において、コンパ外断面の効果は極めて大きいことがわかる。

4. 結言

厚肉断面化により耐荷力の向上、および、耐荷力ピーク後の劣化特性の改善が期待できる。さらに、コンパ外断面化により、最大耐荷力は多少低下するが変形性能は大幅に向上する。これらの特性より、鋼製橋脚の厚肉少補剛化は耐震性と経済的合理性を両立する新しい構造として検討に値するものと考えられる。

Table.1 実験供試体-断面諸量

Series	供試体 NAME	鋼材 降伏応力 σ_y	外形寸法×肉厚 B(mm) t(mm)	補剛材幅×肉厚 bs(mm) ts(mm)	面積/断面2次元 A(mm ²) I(mm ⁴)	弾性限界 H _{y0} (tf) δy_0 (mm)	幅厚比 h/R _r	補剛材 剛比 γ/γ^*	細長比 λ	鋼重 W(kg/m)	溶接延長 WELD(mm)	備考
A	S6-30Real	42.2	300.0 3.2	22.0 2.2	4.96×10^3 6.96×10^7	12.63 8.66	0.316	1.37	0.386	4360(1.00)	1043(1.00)	基準断面供試体
	S6-30	42.2	300.0 3.2	28.0 2.7	5.61×10^3 7.67×10^7	13.92 8.66	0.316	3.01	0.391	4872(1.12)	1261(1.21)	
	S2-30	41.2	300.0 5.0	27.0 3.1	6.57×10^3 9.22×10^7	16.34 8.46	0.466	3.02	0.385	5659(1.28)	874(0.84)	
B	S2-30	41.2	300.0 5.0	27.0 3.1	6.57×10^3 9.22×10^7	16.34 8.46	0.466	3.02	0.385	5659(1.28)	874(0.84)	AのS2-30と同一
	S2-25	41.6	250.0 6.0	35.0 3.3	6.78×10^3 6.38×10^7	13.70 10.24	0.325	3.03	0.471	5277(1.21)	863(0.83)	
	S2-20	40.2	200.0 9.0	53.0 5.0	8.99×10^3 4.77×10^7	12.37 12.38	0.171	3.06	0.627	7067(1.62)	1581(1.52)	

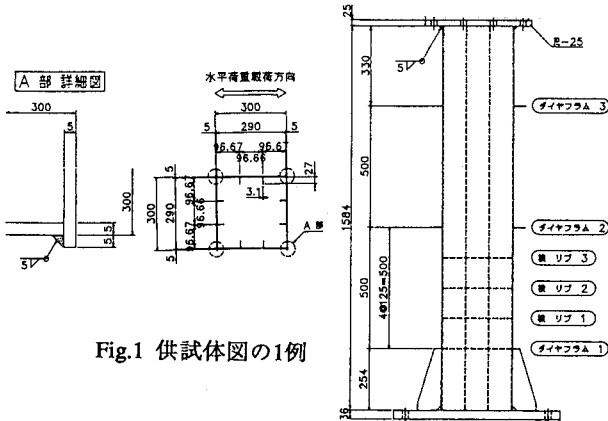


Fig.1 供試体図の1例

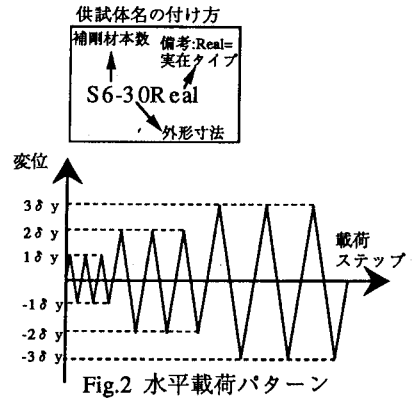


Fig.2 水平荷重パターン

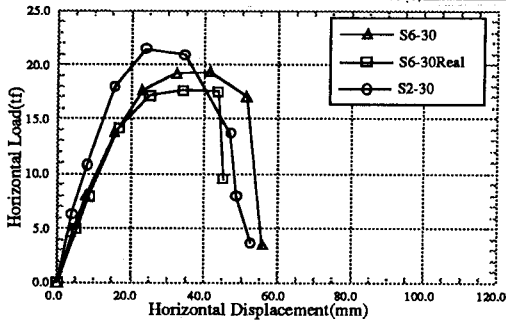


Fig.3 厚肉省補剛化の影響

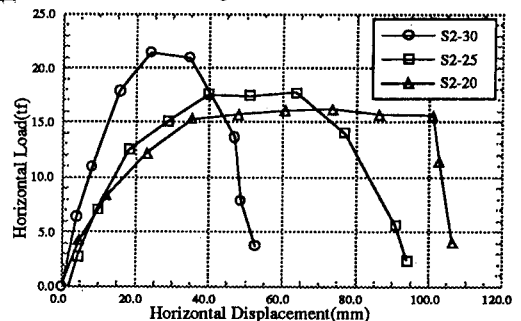
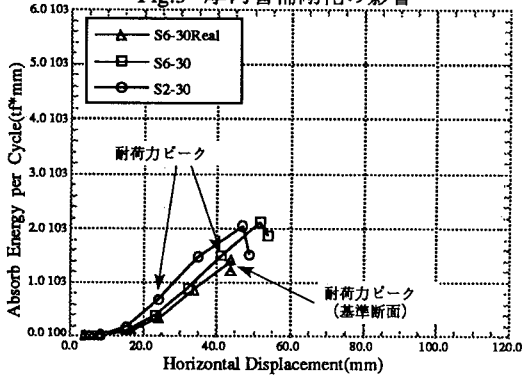
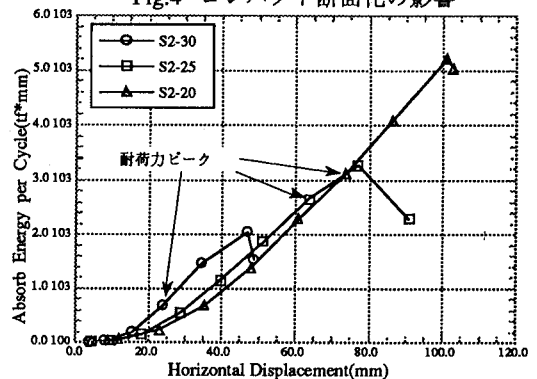


Fig.4 コンパクト断面化の影響


Fig.5 エネルギー吸収能力
厚肉省補剛化の影響

Fig.6 エネルギー吸収能力
コンパクト断面化の影響

参考文献

- 1) 奈良 敬: 圧縮補剛板の縦補剛材剛比に関する研究, 構造工学論文集, 1988年
- 2) 宇佐美 勉: 補剛箱形断面鋼圧縮部材の繰返し弾塑性挙動に関する実験的研究, 構造工学論文集, 1992年