

縦リブを用いた既設円筒鋼製橋脚のヒューズ構造による耐震補強法

○豊田工業高等専門学校 正会員 櫻井 孝昌
豊田工業高等専門学校 正会員 忠 和男
豊田工業高等専門学校 学生 ホアン・ドウク・クアン

1、はじめに
本研究の目的は既設円筒橋脚の耐震補強に当たって、水平耐荷力の増加を 10%程度に抑え、靱性を向上させることである¹⁾。水平耐荷力の増加を抑えるのは、補強によって、橋脚アンカー部に過度の外力が作用しアンカー部が破壊することを防ぐためである。

2、数値解析
数値解析は実構造の 1/10 モデルである図-1 に示す供試体を対象とした。耐震補強は橋脚下部 200mm の部分を縦リブで補強することによって行った。補強用縦リブは図-2 に示す 4 種類について行った。図の RH1 と RH2 は補強リブに切り欠きを設けたもので、水平耐荷力を減らし靱性を向上させる効果を期待したものである。この切欠き部分をヒューズ部と呼ぶこととする。表-1 に無補強供試体の諸元と材料特性を示す。

数値計算は汎用構造解析プログラム MSC.MARC を用い、弾塑性有限変位解析による有限要素法によって行った。計算は 4 節点厚肉シェル要素を用い、Von Mises の降伏条件のもとで、移動硬化則に基づいて行った。解析モデルは対称性を利用して円筒の 1/2 を対象とし、橋脚の上端部に全断面降伏軸力の 15%を载荷した状態で水平変位制御によって計算した。载荷は単調载荷と繰り返し载荷の両者について行い、繰り返し载荷については降伏水平変位 δy を $\pm \delta y$ 、 $\pm 2 \delta y$ 、 $\dots$ と交番载荷した。

3、解析結果と考察

図-3 に縦リブが RH1 の場合の座屈形状を示す。縦リブは下部で面外座屈し、円筒は象の足形状を示した。図-4 に無補強と 4 種類の補強を施した橋脚の単調载荷の場合について、橋脚頂点における水平荷重-水平変位 ($H-\delta$) 曲線を示す。H と δ は

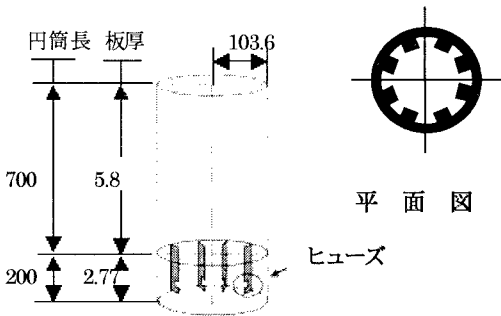


図-1 解析モデル

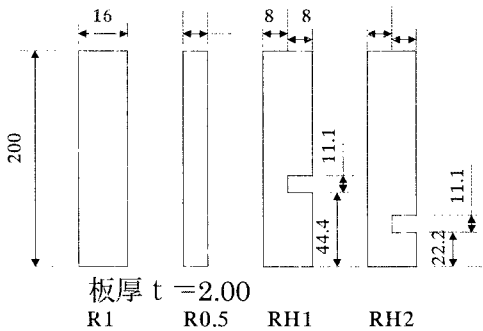


図-2 補強用縦リブ形状

表-1 無補強供試体の諸元と材料特性

項目	
長さ(L)mm	900.00
半径(r)mm	103.60
板厚(t)mm	2.77
径厚比パラメータ(Rt)	0.12
降伏応力(σ_y)MPa	399.00
ヤング係数(E)GPa	209.00
ポアソン比(ν)	0.27
降伏水平荷重(H_y)KN	34.66
降伏水平変位(δy)mm	2.58

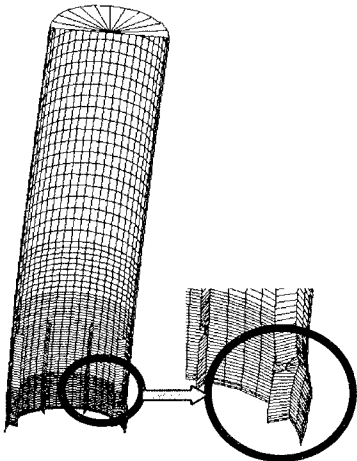


図-3 座屈形状

それぞれ降伏水平荷重 H_y と降伏水平変位 δ_y で無次元化してある。図-5に繰り返し载荷の $H-\delta$ 曲線の場合について、包絡線で示した。表-2に最大水平荷重比 H_{max}/H_y と靱性評価パラメータ μ の値を示した。ここに、 μ は $H-\delta$ 曲線において H が H_{max} をこえて $0.9H_{max}$ に達したとき、それに対応する δ の値を δ_{90} と表すと、 $\mu = \delta_{90}/\delta_y$ と定義した値である。表の () の数値は無補強 R0 の場合を1として、補強後のそれぞれの値を表す。図-6に単調载荷の場合の H_{max} と μ の補強による増加率を示す。図-7に繰り返し载荷の場合について、図-6と同様に示す。

繰り返し载荷の場合について、図-7を参照すると、縦リブにヒューズを設けた RH1 は、無補強に対して H_{max} の増加率が 12%に対し μ の増加率は 31%と最も大きい。ヒューズの位置を無補強の場合の座屈位置にした RH2 の場合は、 H_{max} の増加率が 10%に対して μ の増加率は 24%である。これらの結果は、縦リブ断面が同じでヒューズを設けない R1 の場合では、 H_{max} の増加率が 19%と大きいのにに対して μ の増加率が 22%であるので、ヒューズを設けた効果が顕著に表れている。

4、まとめ

円筒鋼製橋脚を縦リブによって補強し、この補強用縦リブに矩形状の切欠き（ヒューズ）を設けることによって、補強後の水平耐力力の増加を 10%程度に抑さえ靱性を 20~30%増加させることが出来た。この結果、ヒューズ部は水平耐力力 H_{max} の増加を抑え、靱性を向上させる効果があることがわかった。

参考文献

1) 日本道路協会、既設道路橋の耐震補強に関する参考文献、平成9年8月

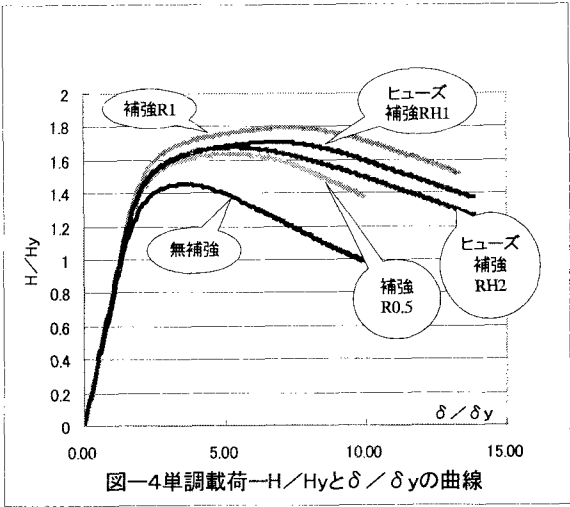


図-4 単調载荷 H/H_y と δ/δ_y の曲線

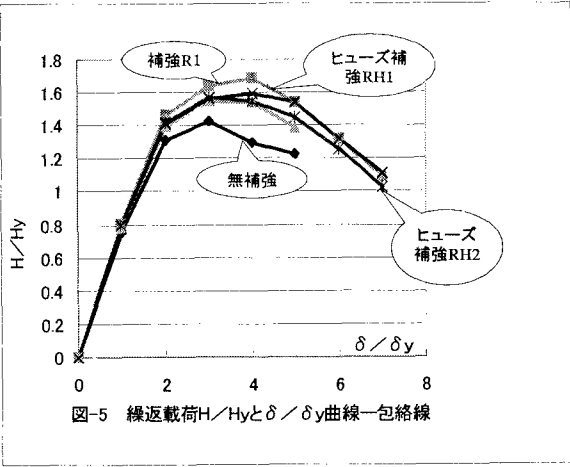


図-5 繰返载荷 H/H_y と δ/δ_y 曲線-包絡線

表-2 靱性評価パラメータ

Type	H_{max}/H_y		$\mu = \delta_{90}/\delta_y$	
	単調	繰返	単調	繰返
無補強R0	1.45 (1.00)	1.42 (1.00)	6.10 (1.00)	4.17 (1.00)
補強R1	1.79 (1.23)	1.69 (1.19)	11.74 (1.92)	5.08 (1.22)
補強R0.5	1.64 (1.13)	1.55 (1.09)	8.75 (1.44)	4.96 (1.19)
ヒューズ補強RH1	1.71 (1.18)	1.59 (1.12)	10.95 (1.80)	5.47 (1.31)
ヒューズ補強RH2	1.67 (1.15)	1.57 (1.10)	9.75 (1.60)	5.16 (1.24)

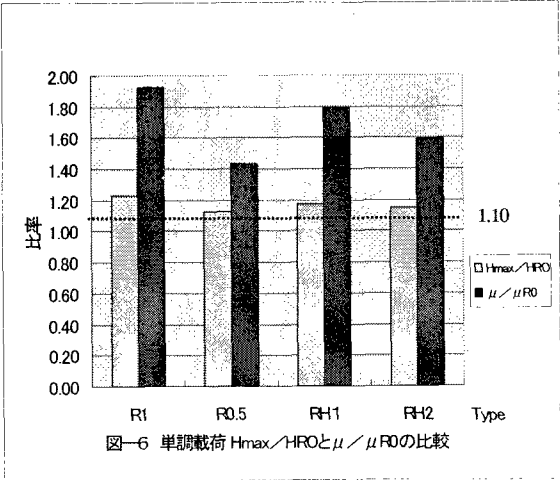


図-6 単調载荷 H_{max}/H_y と μ/μ_{R0} の比較

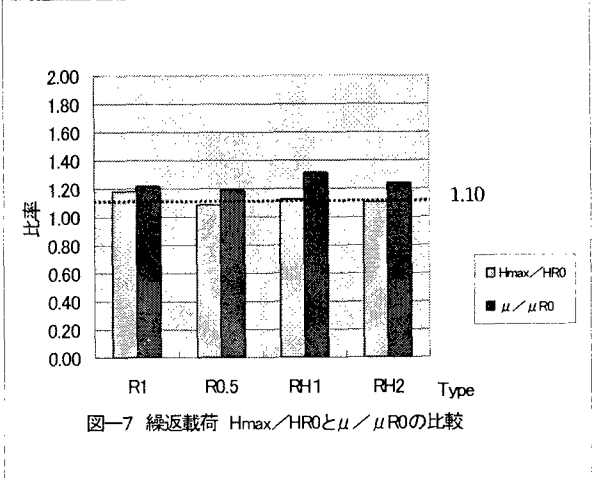


図-7 繰返载荷 H_{max}/H_y と μ/μ_{R0} の比較