

ヒューズ構造を用いた既設円筒鋼製橋脚の靱性向上の為の補強法

豊田工業高等専門学校 学生会員○大橋 智恵
正会員 櫻井 孝昌、忠 和男

1. はじめに 本研究では阪神・淡路大震災において橋脚中央部で局部座屈した阪神高速道路神戸線「P584」橋脚をモデルとして、靱性向上のための補強法を解析的に検討した。補強の条件として、橋脚の水平耐荷力の増加を一定限度内に押さえ靱性のみを向上させる方法を選んだ。これは橋脚の損傷は橋脚基部で生じさせ、アンカー部を保護することを目指す構造とするためである。本研究で用いた補強法は、橋脚の軸方向に矩形鋼板を張り付けて補強し、局部座屈発生予想位置は鋼板を張り付けない部分(ヒューズ部)を設けた。このヒューズ部分を設けることによって、水平耐荷力の増大を押さえることができる。

2. 解析モデルと解析方法 数値解析は汎用構造解析プログラム MARC を用いた。図-1に橋脚の諸元及び一定軸力 P (全断面降伏軸力の 15%) と降伏水平荷重 Hy を作用させたときの縁応力と断面の抵抗応力を示す。表-1に橋脚の諸元と材料特性を示す。計算は4節点厚肉シェル要素を用いて、橋脚下部を固定とし、上部に一定軸力 P を作用させた状態で水平荷重を作用させた。補強しない場合は図-1のⅠの板厚変化部で座屈が生じるが、靱性向上を図るため、ⅡとⅢの部分で座屈を生じさせるのが良い。このため図-2に示すような状態で板厚 28mm の矩形鋼板を張り付ける構造を選んだ。図中の記号中ヒューズ幅 W、ヒューズ位置 LA、LB はそれぞれ 460mm、3560mm、2930mm に選んだ。

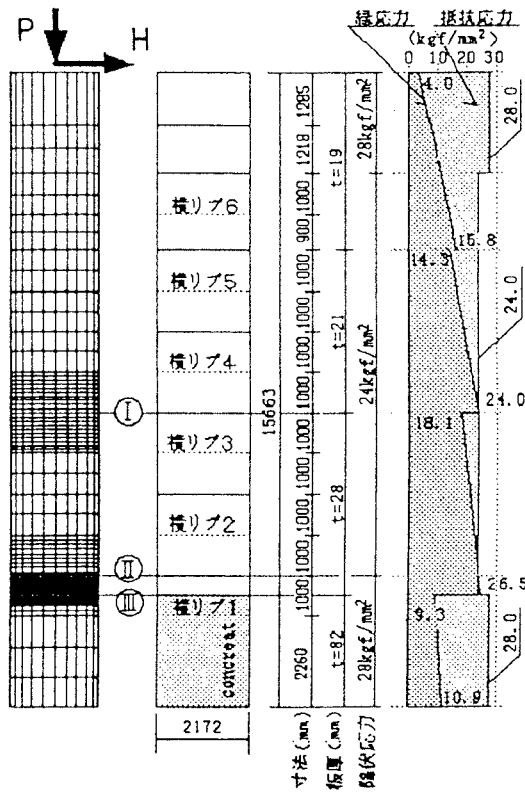


表-1 阪神高速道路神戸線「584」諸元及び材料特性

橋脚高さ	: H=15663mm		
半径(板厚中心まで)	: r=1086mm		
ヤング率	: E=2.06 × 10 ⁵ N/mm ²		
ひずみ硬化係数	: Est=E/100		
ポアソン比	: ν=0.3		
構造部分	降伏応力 σ _y	板厚 t	Rt
	N/mm ² (kgf/mm ²)	mm	
Ⅰ	235 (24)	21	0.0757
Ⅱ	235 (24)	28	0.0757
Ⅲ	274 (28)	28	0.0868
降伏水平荷重	: Hy=1.83 × 10 ⁶ N		
降伏水平変位(Ⅰの部分)	: δ y=85mm		
降伏軸力(Ⅰの部分)	: Py=3.37 × 10 ⁷ N		
径厚比パラメータ	: Rt=1.66 (r/E) (σ _y /t)		

図-1 橋脚の諸元

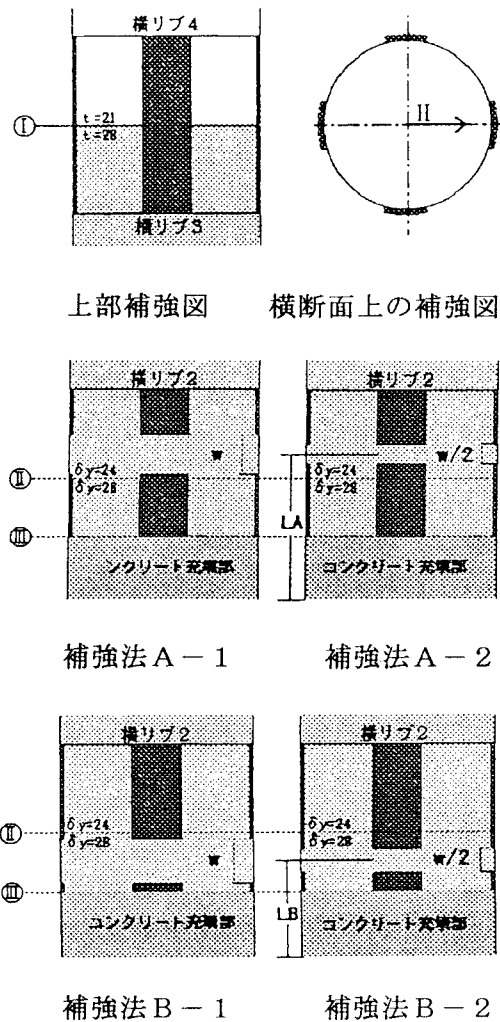


図-2 補強法と不連続部(ヒューズ)の位置

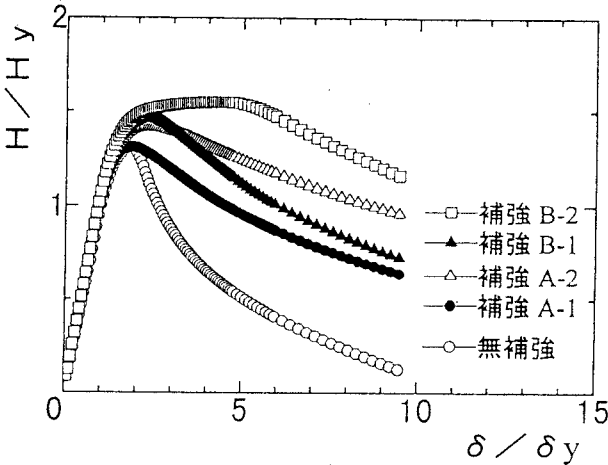


図-3 単調載荷、荷重-変位曲線

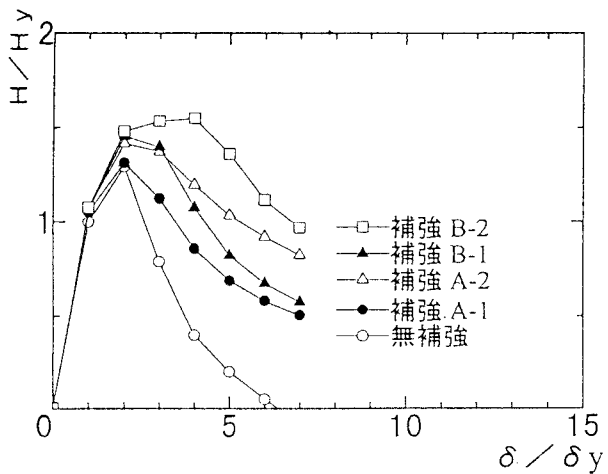


図-4 繰返し載荷荷重-変位曲線(包絡線)

3. 解析結果

図-3に単調載荷の場合について全ての補強法の荷重-変位曲線を示す。

図-4は繰返し載荷の場合の包絡線を示す。いずれの場合も補強法 B-2,B-1,A-2,A-1,無補強の順序で荷重低下は小さく、従って靱性はこの順に良い結果となった。表-2に靱性の評価パラメータを示す。評価パラメータの定義は最大荷重到達後、最大荷重の95%に達するときの変位 δ_{95} を δ_y で除した比(塑性率 μ)で表す。地震荷重に対応する補強効果を調べるため繰返し載荷の結果を参照する。無補強の場合の塑性率 μ は 2.10 と小さいが補強法 A-2 では最大荷重が 9%増加したのに対し、塑性率は 1.6 倍に増加した。補強法 B-2 では最大荷重が 19%増加したのに対し、塑性率は 2.3 倍となった。

表-2 靱性評価パラメータ

type	$\mu = \delta_{95} / \delta_y$		H_{max}/H_y	
	単調	繰返	単調	繰返
無補強	2.15	2.10	1.31	1.29
補強 A-1	2.50	2.67	1.32	1.31
補強 A-2	4.32	3.44	1.40	1.41
補強 B-1	3.44	3.33	1.46	1.46
補強 B-2	6.67	4.89	1.55	1.54

4. まとめ

鋼板張り付けによる円筒鋼製橋脚の補強法について解析的に検討した結果、鋼板張り付け部分にヒューズ部を設けることにより補強後の降伏水平荷重の増加を一定限度に押さえて、靱性を向上させることができることがわかった。