

ヒューズ構造補強による既設円筒鋼製橋脚の補強法の評価

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○竹内 康
正会員 忠 和男、櫻井 孝昌
瀧上工業(株) 正会員 日下部 和弘

1. はじめに

平成7年1月の阪神大震災では多くの橋脚が損傷を受け、そのなかに「ちょうちん座屈」をした円筒鋼製橋脚がいくつか発見された。既設橋脚の補強を行う場合には、既設橋脚の強度を過度に増加させるような補強をすると基礎構造に負担がかかる。従って、補強後の強度の増加を一定限度内に抑え靱性を向上させる補強が望ましい。

ヒューズ構造とは、図1に示すように鋼管軸方向に短形鋼板を溶接し、局部座屈発生予想位置に隙間部分（鋼板溶接を行わない不連続部分）を設けた構造である。橋脚の強度を補強していない橋脚と同じ程度に抑え、かつ靱性を向上させ、隙間部分に局部座屈位置を特定することを目的とする構造である。本研究は、実橋の縮小モデルである供試体を実験し、ヒューズ構造補強の隙間幅が橋脚の靱性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

供試体に地震時に対応する水平荷重を載荷し、単調載荷、繰り返し載荷を行う。これらの結果を用いて、荷重－変位曲線を比較することにより、靱性の評価を行う。また、エネルギー吸収量についても検討した。

2. 実験方法

供試体には、電縫鋼管（STKR400）を使用する。供試体の形状特性と部材の引張試験より得られた材料特性を表1に示す。

図1に無補強、隙間無し（基部に54.9mm幅の鋼板を4枚）、隙間10（鋼板に11.1mmの隙間を持つヒューズ構造）、隙間20（鋼板に22.2mmの隙間を持つヒューズ構造）の供試体を示す。単調、繰り返しにそれぞれ1本ずつ使用する。

実験は図2に示す実験装置を用いる。単調載荷では、橋の死荷重に相当する一定軸力P（全断面降伏軸力の15%）を作用させた状態で、水平荷重Hを

表 1 供試体の諸元及び材料特性

項目		
長さ (L)	mm	900
直径 (D)	mm	209.7
板厚 (t)	mm	2.50
径厚比パラメータ (R t)	無補強・隙間無・隙間 10 隙間 20	0.133 0.129
細長比パラメータ (λ)	無補強・隙間無・隙間 10 隙間 20	0.344 0.320
ヤング係数 (E) G P a	無補強・隙間無・隙間 10 隙間 20	226.0 223.0
降伏応力 (δ y) M P a	無補強・隙間無・隙間 10 隙間 20	413.3 374.0
降伏水平荷重 (H y) k N	無補強・隙間無・隙間 10 隙間 20	101.0 91.4
降伏水平変位 (δ y) m m	無補強・隙間無・隙間 10 隙間 20	2.10 1.92

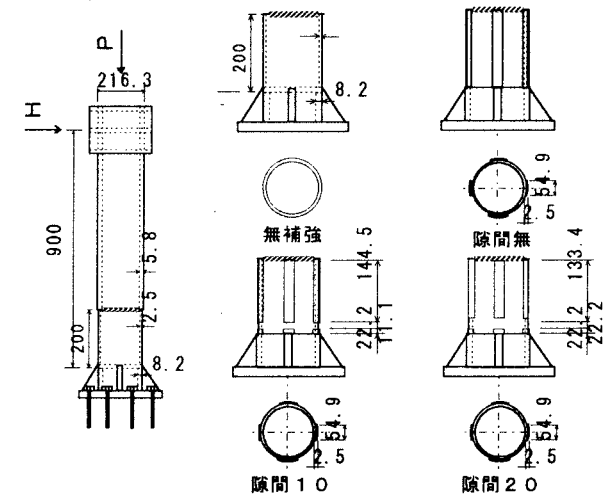


図 1 供試体

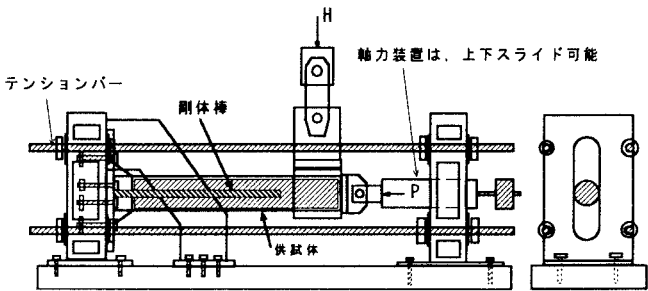


図 2 実験装置

加える。繰り返し载荷は、単調の結果から得られた降伏変位 δy を基準として $\pm \delta y$ 、 $\pm 2 \delta y$ 、 $\pm 3 \delta y$ … という変位制御で、水平荷重が十分に低下するまで载荷を行う。

3. 実験結果及び考察

図3に単調,繰り返し载荷の結果を示す。縦軸に水平荷重を降伏水平荷重で割った値を、横軸に固定端より700mmの位置の水平変位を降伏水平変位で割った値をとった荷重-変位曲線である(繰り返しの結果は包絡線で示す。)

表2には靱性の評価を示す。この表の繰り返し载荷の耐荷力比 H_m/H_y において、隙間無し、隙間10は、無補強繰り返しに比べ、それぞれ35%、18%の強度の増加があった。繰り返し载荷の $\delta_{90}/\delta y$ は、隙間無し、隙間10、隙間20の値が、それぞれ4.83、4.02、3.95となり、隙間幅の減少に伴って塑性率の向上が認められる。

図4は、縦軸に H_m/H_y および $\delta_{90}/\delta y$ を、横軸に隙間幅をとって示す(図に示す点線は無補強繰り返しの結果である。)。これをもとに首都高速道路公団の基準^{文献1)}に照らし合わせると、ヒューズ構造補強の適切な隙間幅は10~20mmの間であることがわかる。

図5は、繰り返し载荷の結果から、1サイクル毎における荷重-変位曲線の面積をエネルギー吸収量としたものである。包絡線の最大値は2サイクル目であるのに対し、エネルギー吸収量は3サイクル目から4サイクル目にかけて増加率が低下し、4サイクル目で最大値をとる。エネルギー吸収量の総和は、無補強に比べ、隙間20は1.2倍の吸収量となり、隙間20程度でもエネルギー吸収能の向上が認められた。

4. 参考文献

- 1) 首都高速道路公団：既設橋脚の耐震向上設計要領（暫定案），平成8年
- 2) 社団法人日本道路協会：道路示方書・同解説V，耐震設計編，平成8年12月

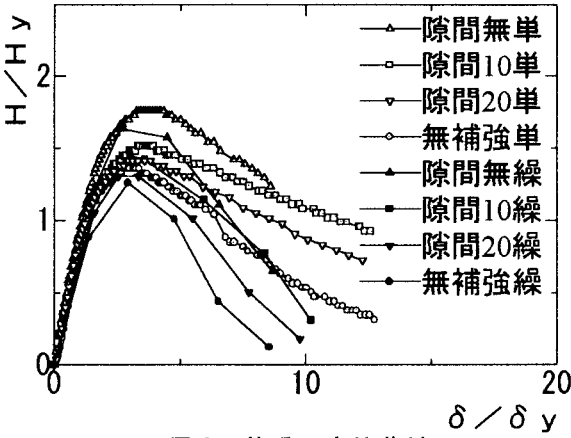


図3 荷重-変位曲線

表2 靱性の評価

供試体		H_m/H_y	$\delta_{90}/\delta y$
単調	隙間無し	2.03(1.48)	5.71
	隙間10	1.74(1.27)	5.44
	隙間20	1.48(1.08)	5.11
	無補強	1.37(1.00)	4.50
繰り返し	隙間無し	1.85(1.35)	4.83
	隙間10	1.63(1.18)	4.02
	隙間20	1.35(0.99)	3.95
	無補強	1.37(1.00)	3.14

ここで、 H_m ：最大荷重
 H_y ：降伏水平荷重（表1参照）
 δy ：降伏水平変位（表1参照）
 δ_{90} ：最大荷重の90%荷重に対応する変位

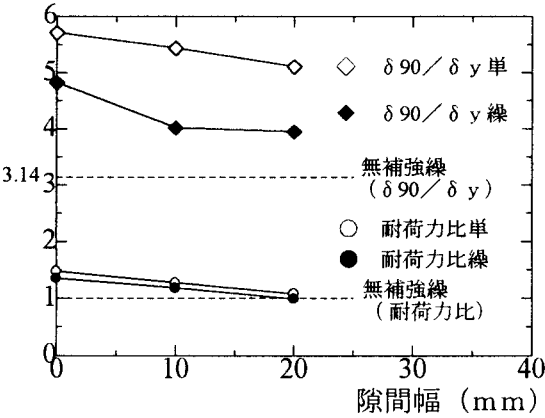


図4 隙間幅の検討

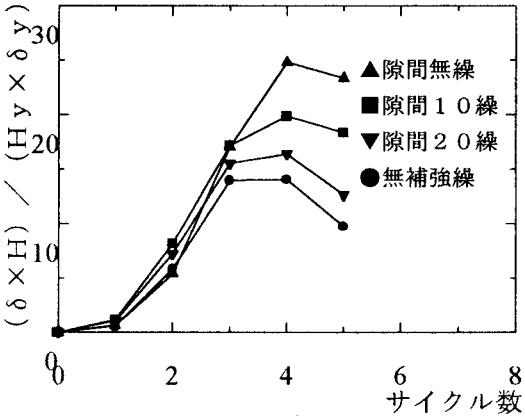


図5 エネルギー吸収量