

円筒鋼製橋脚の靱性に及ぼ周方向す補剛材の影響

豊田高専専攻科 学生員 亀山誠司（瀧上工業（株）より出向）
豊田高専 正員 忠 和男、正員 桜井孝昌、

1、はじめに

阪神大震災において、円筒鋼製橋脚においては” ちょうちん座屈 ” の変形状を示す局部座屈の発生が多く見られた。本研究では、これらの局部座屈の発生で損傷した橋脚の変形状・位置を考慮し、既製の円筒橋脚及び軽度の損傷を受けた円筒橋脚の補剛方法の一つとして周方向に補剛材を設けた場合の周方向補剛材の影響について検討した。供試体は、補剛材が無いものと有るもの（2タイプ）の2通り製作した。実験は、この供試体に一定軸力（全断面降伏軸力の15%）を作用させた状態で、単調曲げ、及び繰返し曲げ載荷を行い、繰返しに伴う耐荷力の低下傾向、単調載荷と繰返し載荷の耐荷力特性の比較、及びその靱性に注目して検討した。

2、実 験

供試体は、補剛材を付けたものと、付けないもののそれぞれについて、単調載荷及び繰返し載荷の2通りの実験を行うため合計6体使用した。供試体は実橋の縮小モデルとし、電縫鋼管（STKR400）の下部200mm部分を削り、図－1に示すような形状に加工した。（図中の、補剛材を付けないものを補剛無、補剛材を付けたものをER22、ER21と呼ぶ）鋼管の寸法は、実構造物、鋼構造物設計指針、道路橋示方書、既往の研究等を参考にし、

$$Rt = \sigma_y / \sigma E', \quad \lambda = \sqrt{\sigma_y / \sigma E'}$$

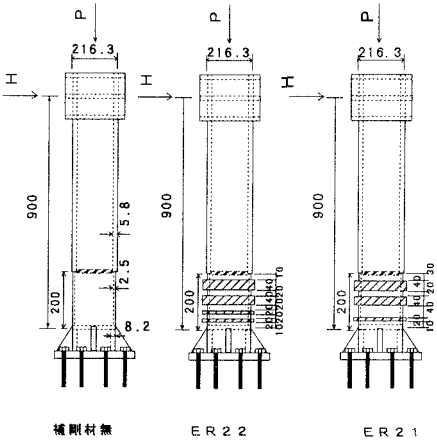
σE : 円筒の弾性圧縮応力
 $\sigma E'$: 柱のオイラー座屈応力

径厚比パラメータ（Rt）、細長比パラメータ（λ）を表－1のように選んだ。

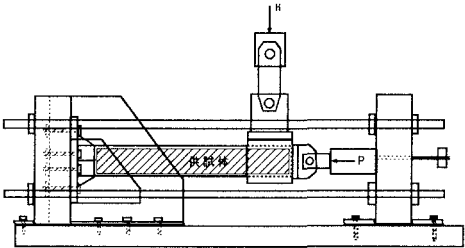
実験は、図－2に示すような載荷装置を使用し、垂直方向から水平荷重（H）を、水平方向より一定軸力（P）を作用させた。載荷は、変位制御により行い、水平荷重（H）を漸増増加させる単調載荷とEQCSを参考にして求めた降伏変位（Dy）を基準制御量にとって、±1Dy、±2Dy、・・・、±nDyと繰返す繰返し載荷の2通りとした。

表－1 材料特性及び諸パラメータ

項 目	
ヤング係数（E）×10 ⁵ MPa	2.28
降伏応力（σ _y ） MPa	372.6
ポアソン比	0.253
降伏水平荷重（H _y ） MN	311.2
降伏水平変位（D _y ）	
補剛無 mm	3.6
ER22（ER21） mm	4.4（3.0）
幅厚比パラメータ（Rt）	0.106
細長比パラメータ（λ）	0.316



図－1 供試体形状



図－2 実験装置概略

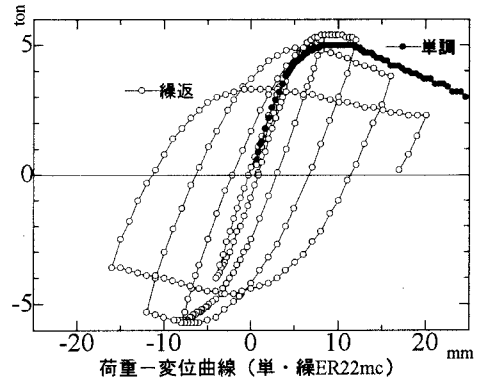
3、結果及び考察

図一3は、実験結果によるER22の単調及び繰返し荷重一変位曲線である。荷重一変位経路から単調および繰返しにおいてほとんど差はなく最大荷重に達するまでの相違は認められない、その後の経路では繰返しに伴う耐力の低下が著しいことが分かる。

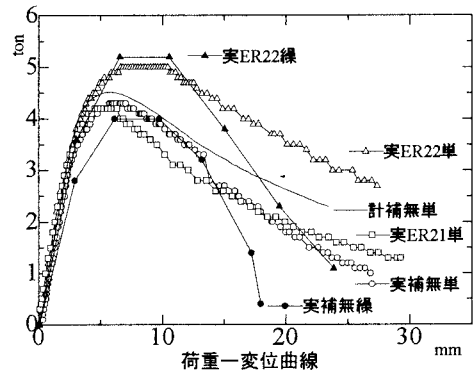
図一4は、補剛無、RE22、およびRE21の単調及び繰返しに関する実験結果と補剛無の計算結果の荷重一変位曲線を示す。実験に関する荷重一変位経路から、ER22では、補剛無に比べて最大荷重到達後の荷重低下が緩やかになっておりダクティリティの向上が認められる。しかし、ER21では補剛無に比較し初期剛性は僅かに向上したものの最大荷重は同程度で靱性の向上はみられなかった。計算は、実験と同じ条件で解析し、汎用構造解析プログラムMARCを用い弾性有限変位解析を行った。補剛無の実験と計算の最大荷重を比較すると計算値が5%程度大きくなっているが荷重の低下傾向は両者とも良く一致している。

表一2には、図一4をもとに求めた最大荷重及びダクティリティの評価パラメータを示した。表中、 df は、荷重一変位曲線の初期降伏状態における降伏荷重に対応する変位を、 df' は、この荷重一変位曲線において最大荷重に達しその後初期降伏状態における降伏荷重と同じになる荷重時に対応する変位、 σ_u は最大荷重、 du は最大荷重に対応する変位と定義し、実補無単のそれぞれの値を1として表示した。評価パラメータ $(\sigma_f - \sigma_u) / (df' - du)$ の値（値が小さくなるとダクティリティ性能が向上する。）について、ER22と補剛無の単調を比較すると補剛無の場合の値の0.69倍となり、下部を補剛することによるダクティリティの向上が認められたが、ER21では1.31倍となり補剛効果は認められなかった。繰返しでは、補剛無、及びER22共に繰返しの影響でダクティリティ性能が低下している。ER21の繰返しによる特性については発表当日に報告する。

局部座屈形状は、いずれの供試体においても一般に”ちょうちん”座屈と呼ばれる局部座屈波形が供試体下部から3～4cm程度の位置に発生した。特にER21では、基部に設けた20mm幅の補剛材の上に局部座屈が発生し補剛材が局部座屈の発生を僅かに遅ら



図一3 荷重一変位曲線



図一4 荷重一変位曲線

表一2 最大荷重・ダクティリティ評価パラメータ

	σ_u	$\frac{df'}{du}$	$\frac{\sigma_f - \sigma_u}{df' - du}$
実補無単	1.00	1.00	1.00
計補無単	1.05	1.16	0.94
実ER21単	1.00	0.91	1.31
実ER22単	1.16	1.33	0.69
実補無繰	0.93	0.65	1.38
実ER21繰			
実ER22繰	1.14	0.90	1.13

せたようであるが靱性の向上には至らなかった。

なお、研究に際し名古屋工業大学社会開発工学科後藤芳顯教授の助言を頂き、また供試体製作において瀧上工業株式会社のご協力頂きましたことに、感謝の意を表します。