

RC 橋脚が耐震補強された場合の基礎構造物を含めた 全体系の地震応答性状に関する研究

埼玉大学 学生会員 ○竹本 雄一郎
 埼玉大学 フェロー会員 睦好 宏史
 埼玉大学 正会員 牧 剛史
 埼玉大学 学生会員 阿部 正和

1. 研究・背景目的

1995年に発生した兵庫県南部地震では多くのRC橋脚に甚大な被害が生じた。この被災経験を踏まえ、数多くのRC橋脚の耐震補強が進められてきた。しかし、橋脚躯体への耐震補強によって橋脚の耐力が向上し、基礎-地盤系に伝達される地震力が増加するために損傷が杭基礎に移行する場合が考えられる。本研究の目的は耐震補強されたRC橋脚が地震を受けた場合、損傷が生じる箇所を明らかにするとともに構造物全体系の地震時応答性状をサブストラクチャ仮動的実験(以下、仮動的実験)を用いて明らかにすることである。

2. サブストラクチャ仮動的実験

仮動的実験とは、複雑な復元力特性を示す部分を実験対象部材として取り出し、復元力モデルを仮定する代わりに載荷実験により供試体の力学的性状を、応答解析に直接フィードバックすることにより実際に近い地震応答性状を求める手法である。本研究で対象とした構造物は単柱式RC橋脚と杭基礎からなる橋梁下部構造で、基礎部分を実験部材とした。本構造物全体系を図-1に示すように橋脚バネ、スウェーイ、ロッキングばねでモデル化した。入力地震波は神戸海洋気象台で観測された兵庫県南部地震の地表面波NS成分の8秒間の時間軸および最大化速度を調整した地震波形(最大加速度1182gal)を用いた。

3. 実験概要

本実験ではRC巻き立て補強を施した橋脚を支持する杭基礎の部分を実験要素として取り出し、橋脚部分の復元力特性はBi-Linearモデルで仮定することで仮動的実験を行った。実験パラメータは図-2に示すように基礎における耐震補強の有無とし、橋脚にRC巻き立て補強を施したものをSN、SNの基礎を補強したものをSSとした。実験供試体として用いた杭基礎は軟弱な粘性土地盤に杭長13m、杭径30cm、肉厚60mmのPHC杭を杭間隔

90cmで打設した後に高さ1.45mのフーチングに0.5m杭頭を埋め込むことにより作製した。事前に行った杭の曲げ載荷試験より降伏曲率 $10.3\mu\text{mm}$ 、終局曲率 $16.2\mu\text{mm}$ を得た。基礎の補強方法は、フーチング周辺を鋼矢板で取り囲み、鋼矢板内部の地盤を固化改良し、さらに既設フーチングと鋼矢板をコンクリートによる増しフーチングを介して一体化することにより、補強したものである。

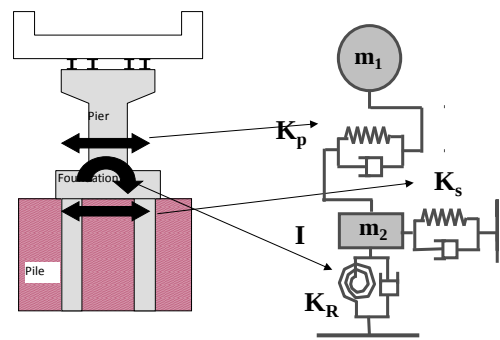


図-1 対象構造物のモデル化

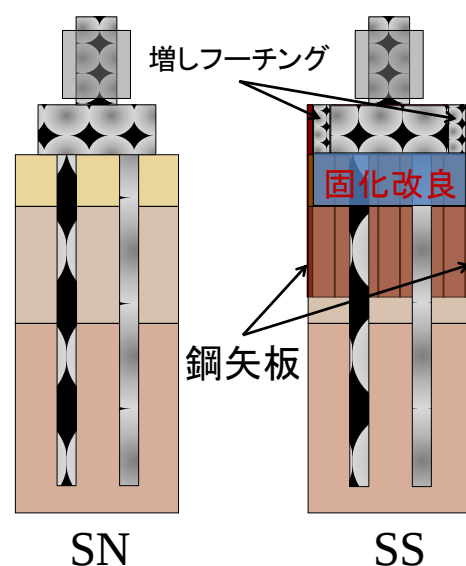


図-2 実験パラメータ

4. 実験結果

キーワード サブストラクチャ仮動的実験 RC 巻き立て補強 スウェーイ・ロッキングモデル

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学建設材料研究室 TEL 048-858-3427

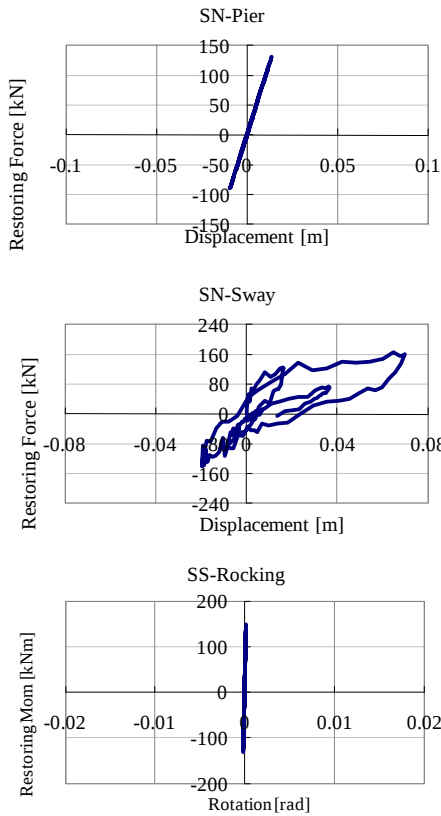


図-3 荷重-変位関係 SN

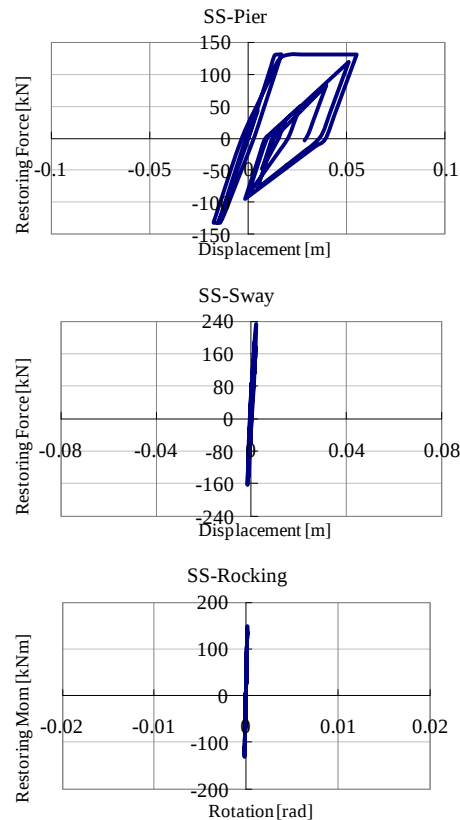


図-4 荷重-変位関係 SS

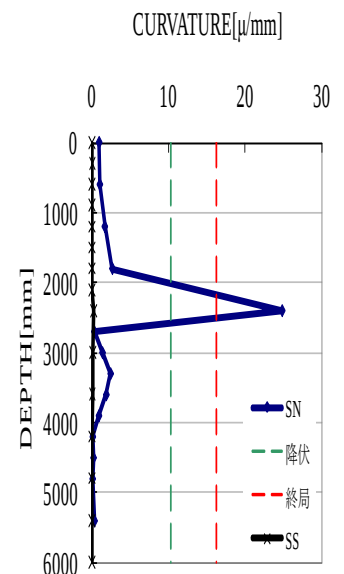


図-5 杭の深さ方向の最大曲率分布 SN vs SS

(1) 荷重-変位関係

仮動的実験から得られたSNおよびSSの橋脚、スウェイばね、ロッキングばねの荷重-変位関係を、図-3と図-4にそれぞれ示す。まず橋脚の荷重-変位関係についてSNとSSを比較すると、SNの応答は線形領域内におさまっているのに対してSSは塑性化して、大きな履歴を描いている。一方、スウェイばねの応答は橋脚ばねの応答とは逆の傾向を示し、SNで剛性低下して大きな履歴を描き、明らかに大きく塑性変形している。特に最大応答変位は66.8mmに達している。これは仮動的実験終了後に行った正負交番荷試験から得られた終局変位84.2mmの83%にも達している。しかしSSはほぼ線形領域内で応答しているといえる。SSでは最大応答変位がSNの正側で0.03倍、負側で0.07倍に抑えられ、極端に応答変位が小さくなっているが最大荷重が正側で1.41倍、負側で1.16倍になっている。SSでは基礎の耐震補強により剛性および耐力が向上し、基礎の水平変位を大幅に抑制することができた。ロッキングバネの応答は、スウェイバネの応答と同様の傾向を示し、SNは剛性低下を示し、履歴が大きくなっているが、SSでは終始線形領域内におさまっている。このように橋脚躯体に耐震補強が施されたRC橋脚は、橋脚ではなく杭基礎部分が

損傷することが明らかとなった。また、基礎への耐震補強は損傷を抑制する手段として有効である。

(2) 杭の最大曲率分布

図-5はSNとSSの杭の深さ方向の最大応答曲率を比較したものである。SSの最大応答曲率がSNの約1/100に抑制されている。これは、地盤を固化改良したことによる杭の拘束効果および鋼矢板により基礎全体の水平抵抗、摩擦抵抗が増加したためである。

5. 結論

橋脚躯体へ耐震補強を施すことによって橋脚の損傷は抑制されるが橋脚から基礎に伝達する地震力が増加するため杭基礎が損傷することが明らかとなった。また、これを防ぐ方法として基礎への耐震補強が有効であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 永田和寿, 渡邊英一, 杉浦邦征: 基礎-構造物系の非線形動的相互作用に関する研究 構造工学論文集 Vol.42A(1996年3月), pp.593-602
- 2) 貞末和宏, 睦好宏史, William TANZO, 町田篤彦: サブストラクチャー仮動的実験による2層ラーメン橋脚の地震時弾塑性応答 コンクリート工学年次論文集 Vol.15, No2, pp.1119-1124, 1993