

強震動を受ける耐震補強されたRC橋脚の地震時損傷評価に関する研究

埼玉大学	学生会員	○阿部 正和
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	Anawat Chotesuwan
オリエンタルコンサルタンツ(株)		鈴木 悠介

1. 研究背景・目的

阪神淡路大震災以降、既設 RC 橋脚に耐震補強が実施されてきた。RC 橋脚を耐震補強した場合には、一般に橋脚躯体の曲げ・せん断耐力が増大し、大きな地震が起きた場合には損傷が橋脚躯体から杭などの基礎構造物に生じ、甚大な被害が生じることが危惧されている。しかしながら、補強した RC 橋脚の地盤・基礎を含む全体系の地震応答性状および損傷部位とその程度などはほとんど明らかにされていない。場合によっては基礎の補強などが早急に必要となることが想定される。本研究は、補強された RC 橋脚が地震を受けた場合の損傷箇所と損傷程度を仮動的実験によって明らかにしようとするものである。

2. 地盤・基礎を考慮した仮動的実験

仮動的実験では、RC 橋脚を橋脚の水平運動、基礎の水平運動および回転運動が生じると仮定して、2 質点 3 自由度系でモデル化を行った。このとき基礎の水平運動をスウェイバネ、回転運動をロッキングバネで表し、それぞれの復元力特性を HD モデル、Bi-Linear モデルで仮定した。本実験では橋脚部分が塑性変形を起こすことや、耐震補強により復元力特性を仮定することが困難なことから、橋脚部分を実験部材とし、そこで得られる復元力を地震応答解析プログラムに取り込むことで次のステップの応答変位を求めている

(図-1)。これを繰り返して構造物の地震応答計算を行うことにより、地震時における構造物全体系の地震応答性状を求めることができる。本実験で用いた地震波は、平成7年の兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測された地表面加速度波形の NS 成分の内、入力加速度が大きい30秒間を取り出したものとした。最大加速度は818galで、入力する時間間隔を $\Delta t = 0.02$ 秒とし、計1500ステップにわたり実験を行った。

3. 対象構造物

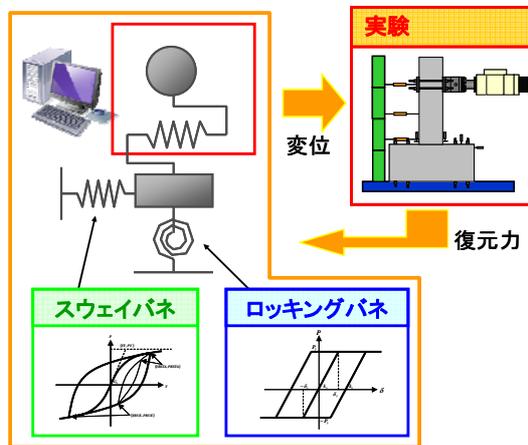


図-1 仮動的実験システム

対象とする RC 橋脚は橋長 92.7 m、総幅員 12m のポストテンション方式 PC 単純 T 桁橋の橋梁を持つ道路橋とした。RC 橋脚は 1995 年以前の設計基準を基に、設計震度 0.2 を用いた震度法で設計を行い、さらに実際の耐震補強で多く用いられている RC 巻立て補強を施すものとした。実験パラメータを補強の有無と地盤条件とし、無補強橋脚を N、耐震補強を施した橋脚を U、I 種地盤を H、III 種地盤を S とした。

4. 実験結果

(1) 荷重-変位関係

図-2、図-3は仮動的実験から得られた橋脚、スウェイ・ロッキングバネの荷重 - 変位関係を示したものである。スウェイバネの降伏点・終局点を点線で示す。図-2の I 種地盤では耐震補強により橋脚の応答は小さくなっている。しかし、基礎の水平運動を表すスウェイバネでは補強後応答が大きくなり、片側で終局変位にまで達している。基礎の回転運動を表すロッキングバネにおいても補強後降伏し、塑性変形を起こしている。図-3の III 種地盤においても補強後、橋脚の応答は小さくなるが、その分スウェイバネは応答が大きくなり両側で終局変位にまで達している。また、ロッキングバネにおいても応答が大きくなっている。これらのことから、どちらの地盤条件でも耐震補強を施すこと

キーワード 耐震補強 仮動的実験 構造物全体系応答 杭基礎

連絡先 〒336-8570

埼玉県さいたま市桜区下大久保255

TEL 048-858-3427

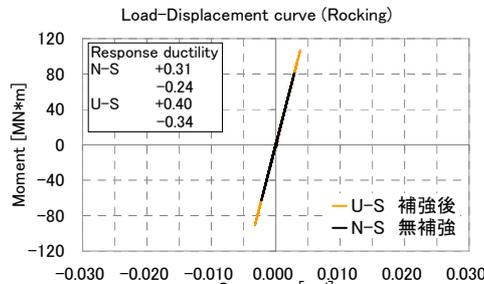
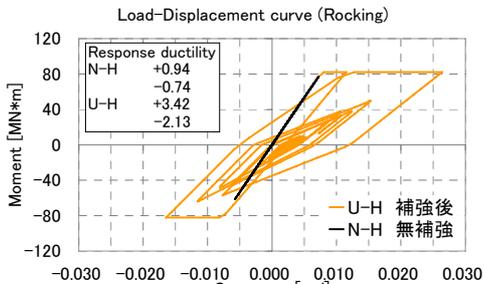
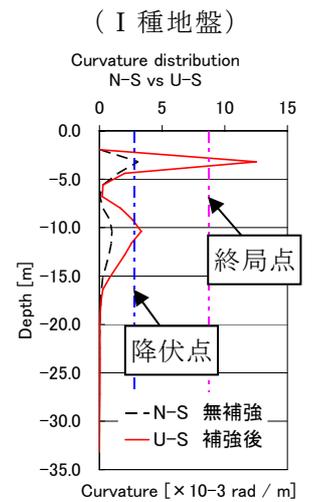
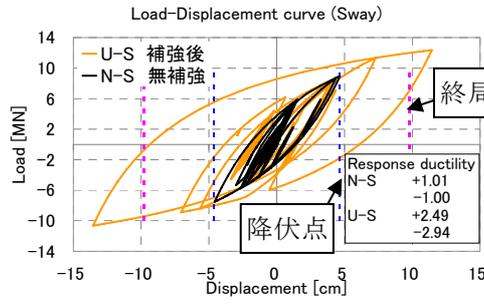
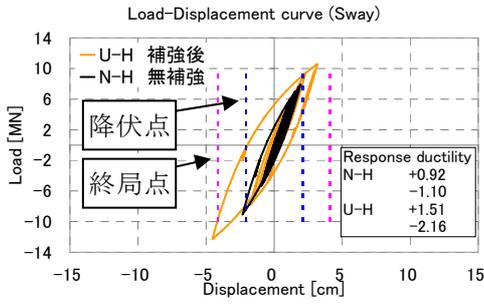
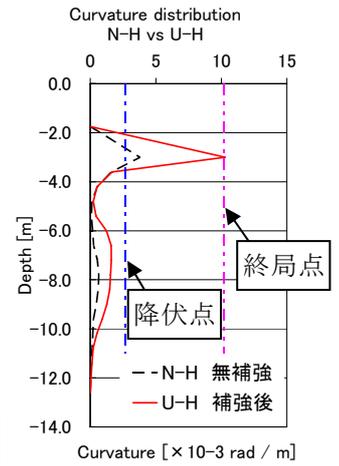
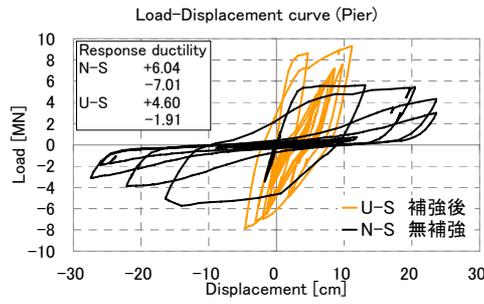
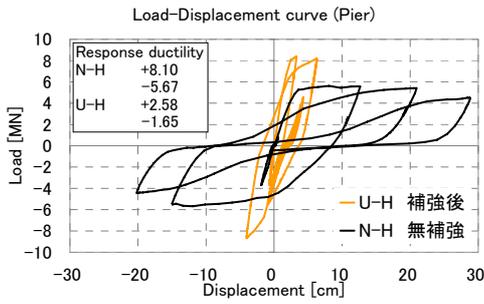


図-2 荷重-変位関係 (I種地盤)

図-3 荷重-変位関係 (III種地盤)

図-4 最大曲率分布

によって杭基礎の応答が大きくなることわかる。すなわち RC 橋脚から杭に損傷が移行することを示している。特に I 種地盤ではロッキングバネの損傷が大きくなり、III 種地盤ではスウェイバネの損傷が大きくなっている。これは I 種地盤では杭長が短いため周面摩擦が小さくなり回転運動が大きくなり、III 種地盤では地盤の流動性の影響で水平運動が大きくなったと考えられる。

(2) 杭の曲率分布

次に杭基礎の損傷を詳しく見るために、仮動的実験で得られた水平変位を基礎の解析モデルに入力して曲率分布を求めた。最も外側に配置された杭の深さ方向の最大曲率分布を図-4に示す。杭の降伏・終局曲率を点線で示す。I 種地盤では補強前は杭頭付近で降伏しているが、耐震補強を施すことによって、さらに3倍程度曲率が大きくなり終局にまで達している。深さ7m付近の曲率も2倍近く大きくなっている。すなわち、I 種地盤では補強により杭頭で著しく損傷し、深さ7m付近でも負担が大きくなっていることがわかる。

また、III 種地盤では補強前は杭頭で降伏しているが、補強後は杭頭で曲率が約4倍になり、終局を大きく超えてしまっている。深さ10m付近でも3倍程度大きく降伏曲率に達している。このことからIII 種地盤では橋脚に耐震補強を施すと杭頭と深さ10m付近で杭が著しく損傷していることがわかる。

5. 結論

(1) 耐震補強を施すことにより橋脚の損傷は小さくなるが、橋脚から基礎に伝達される地震力が増加するため、基礎に損傷が生じることが明らかとなった。I 種地盤では回転運動が卓越し、III 種地盤では水平運動が卓越する傾向がある。これは杭長の違いによる影響で損傷箇所が異なると考えられる。

(2) 杭の曲率分布では補強後杭の曲率が大きくなり、杭頭で終局に達している。特にIII 種地盤では深さ約10m付近でも降伏しており、杭が著しく損傷しているといえる。

参考文献

1) 道路橋示方書・同解説 (耐震設計編・下部構造編)