

震害補修したRC橋脚の復元力モデル

徳島大学 正会員 水口 裕之
 徳島大学 正会員 島 弘
 徳島大学 正会員 ○神原 紀仁
 東洋建設 正会員 大槻 貴志

1. ま え が き

鉄筋コンクリート橋脚（以下RC橋脚と呼ぶ）が地震によって被災した場合、早期復旧が望まれる。そのため、震害補修したRC橋脚の力学的特性に関して研究され¹⁾、損傷の程度に応じた補修・補強の指針案が示されている²⁾。しかし、同指針案では、再来する地震力の大きさの違いについては考慮されていない。一般には、耐用期間中に大地震が続けて発生することはなく、耐用年数と生起確率に応じた地震の大きさを考慮して補修・補強を行うのが適当と考えられる。このためには、大きさの異なる地震が再来した場合の補修・補強されたRC橋脚の安全性や応答を検討するための復元力モデルが必要となる。また、復元力モデルは補修・補強方法や損傷程度によって異なるものになると考えられる。しかし、補修後の復元力特性を精度よく表すことのできる復元力モデルはない。したがって、復元力モデルを用いて安全性、応答変位などの検討を行うためには、補修等の方法、損傷程度に応じた復元力モデルとする必要がある。本研究は、損傷程度の異なる補修したRC橋脚に大きさを変えた地震力を載荷した著者ら³⁾の実験結果を参考に、損傷程度の異なる補修されたRC橋脚の復元力モデルを作成し、そのモデルの適用性について検討した。

2. モデル化に用いた実験結果

復元力モデルの作成には、著者ら³⁾の行った実験結果を参考にした。実験では、地震波形にEL CENTRO波(N-S成分)を用い、供試体の損傷度を変化させるために、最大入力加速度を変えた(一次載荷)。補修はエポキシ樹脂注入で行い、その後、再来地震力の大きさの違いの影響を調べるために、最大入力加速度を変えて再載荷し、大きさの異なる地震力を再載荷した(二次載荷)。その結果、一次載荷での損傷程度を三段階、すなわち①曲げひびわれ発生、②せん断ひびわれ発生、③鉄筋の座屈およびコンクリートの剥離の発生に分類した。

そのうち同一加速度で二次載荷した代表的な一例を図1に示す。図中の破壊状況は、一次載荷での損傷状況を示す。供試体Aは一次載荷で損傷を受けなかった(無載荷)のものであり、供試体Bは、曲げひびわれの発生、

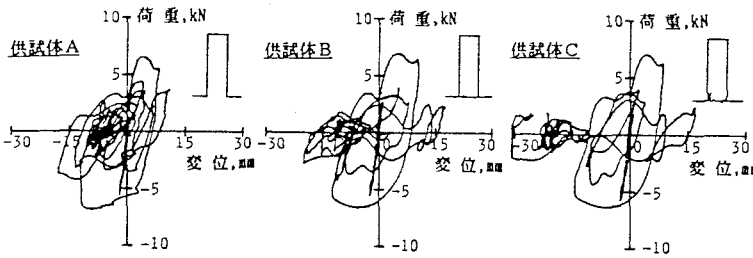


図-1 実験による補修後の荷重-変位曲線

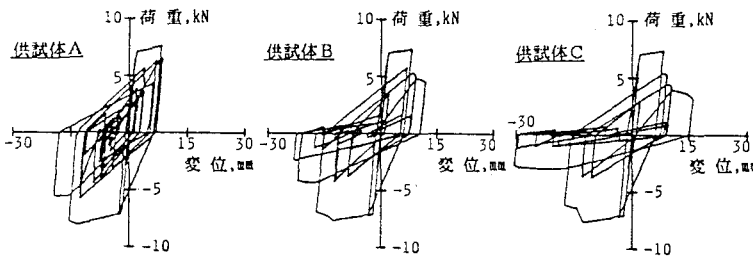


図-3 作成した復元力モデルによる荷重-変位曲線の解析結果

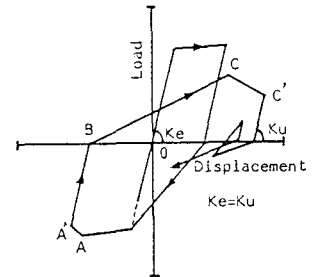


図-2 修正Cloughモデル

供試体Cは、鉄筋の座屈程度の損傷を受けたものである。図1に見られるようにこれらの荷重-変位曲線の特徴は、以下のようである。①補修後の部材は、ある変位(変形能力)を越えるまでは、一次の損傷程度と関係なくほぼ同じ応答を示す。②この変形能力を越えた後は、一次の損傷程度が大きいほど、復元力は低下し、応答変位は大きくなる。

3. 震害補修されたRC橋脚の復元力モデル

2. で述べた特徴を表せるモデルとして、図2に示すような部材が変形能力に達するまではCloughモデルとし、それ以上の変位が生ずる部分に対しては、一次の損傷程度の影響を考慮して、復元力を低下させたモデル(以下、修正Cloughモデル)を作成した。また、このモデルでは、変形能力に達した後のスケルトンカーブには、負の勾配を導入した。

作成した修正Cloughモデルは、変形能力を越える地震力を受けた場合には、応答変位が部材の持つ変形能力(A)を越えた後、耐力の低下(A→A')を生じるとしている。除荷後、一次載荷で受けた損傷によって復元力の低下が起こり応答変位が増加する(B→C)。復元力が低下し始める変形能力は、前述の3種の損傷程度によってそれぞれ一定値とする。また、耐力の低下の割合を表す係数(耐力低減係数)は、損傷程度によって変える。その後、応答変位が前回の変位より大きい場合には、さらに耐力の低下が生じ、スケルトンカーブは負の勾配を持つ(C→C')。以後、復元力が低下するにつれて変形が増大し破壊に至るものとした。

4. 解析結果および実験結果との比較

作成した修正Cloughモデルを用いて求めた補修されたRC橋脚の荷重-変位曲線および応答波形の解析値を、それぞれ図3および図4に示す。図1と図3を比較すると、それぞれよく似た結果となっており、図4でも実験値と解析値はほぼ一致している。

しかし、鉄筋が座屈した供試体Cでは、2秒以後には、若干異なった結果となっている。これは、再来地震によって部材が完全に破壊し、片側に变形したためと考えられる。また、最大応答変位の解析値と実験値とを図5に示す。この図に見られるように損傷程度段階別にそれぞれよく一致している。

5. ま と め

以上述べてきたように、外観から判断して損傷程度をグループ化し、また損傷程度に応じた耐力低減係数を導入することで、実験値と一致する解析値が得られ、補修したRC橋脚の復元力モデルを構築できた。しかし、この結果は、1シリーズの実験結果に対するものであり、今後さらに一般性については検討する必要がある。

謝 辞：本研究でのエポキシ樹脂補修については、ショーボンド建設徳島営業所にご協力いただきました。ここに、深く感謝致します。

参考文献：1)例えば森濱, 小林：震災を受けた柱状RC部材の補修効果, 第6回コンクリート工学年次講演会論文集, 1984, pp.621~624. 2)社団法人日本道路協会：道路震災対策便覧, 1988. 3)Shima, H., Mizuguchi, H and Kanbara, N :Sesmic Behavior of Repaired Reinforced Concrete Brige Pires with Various Dam ages ,Proc.of EASEC-2, Vol. 2, 1989, pp.1646-1652.

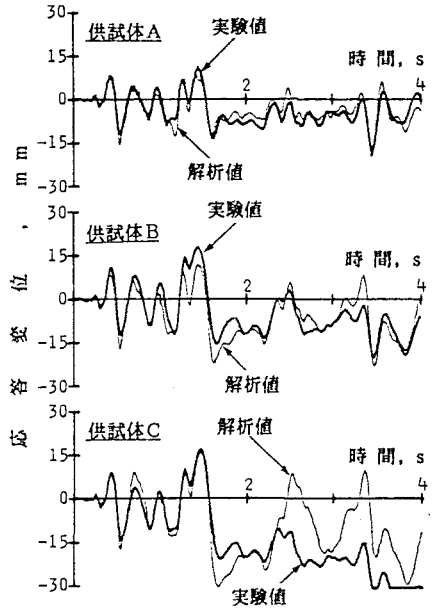


図-4 補修後の応答波形

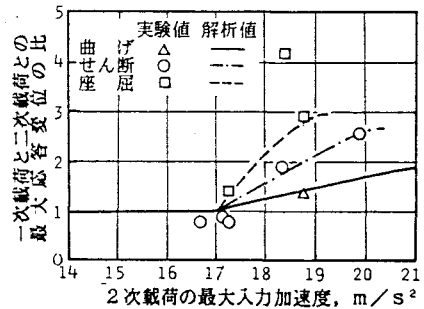


図-5 補修後の応答解析結果