

V-330

『復旧仕様』による既設RC橋脚の耐震補強に関する研究

ー その2 曲げせん断耐力比と許容塑性率 ー

修成建設コンサルタント 正会員 川崎 賢二
 千代田コンサルタント 原山 秀樹
 中部大学工学部 フェロー会員 平澤 征夫

1. まえがき

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震では、多数の橋梁に甚大な被害が発生した。これを受けて、同年2月に「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」（以下『復旧仕様』と略す）が建設省より通知され、被災橋梁の復旧および既設橋梁の補強が行われた。

本文は、『復旧仕様』を準用した既設RC橋脚の補強設計の実施例を収集し、柱断面の曲げせん断耐力比および許容塑性率に着目した補強効果の分析結果を報告するものである。

2. 調査の概要

調査の方法は、建設コンサルタンツ協会近畿支部コンクリート構造研究委員会（委員長：藤井学京都大学教授）において、平成8年8月に会員および賛助会員約250社を対象にアンケート調査を実施し、得られた約300件のデータについて集計、分析を行った。

主な調査項目は、橋脚の構造諸元をはじめ『復旧仕様』に規定される非線形動的解析の簡便法による地震時保有水平耐力の照査を対象とした曲げせん断耐力比、許容塑性率、保有水平耐力、等価水平震度等である。

3. 曲げせん断耐力比

鉄筋コンクリート橋脚の破壊形態には、橋脚のねばりが期待できる曲げ破壊が先行する場合と、ぜい性的なせん断破壊が先行する場合とがある。「平成2年2月道路橋示方書」より、この破壊形態に応じて地震時保有水平耐力を照査することとなっている。『復旧仕様』においては、橋脚のねばり（変形性能）を向上させることを基本としており、曲げ破壊を先行させることが原則となる。

図-1に、設計示方書別に見た補強前橋脚の曲げ耐力 P_u とせん断耐力 P_s の関係を示す。既設橋脚の約28%が P_s/P_u が1未満、つまりせん断破壊先行となっており、そのうちS47年以前の示方書にて設計された橋脚が約90%をしめる。

図-2は、補強方法別に見た補強前と補強後の曲げせん断耐力比 P_s/P_u の関係である。曲げせん断耐力比 P_s/P_u は、補強前は大部分が0.7～2に対して補強後は1.5～4に増大している。これは、『復旧仕様』による帯鉄筋の増加により、せん断耐力が大幅に増加したためである。この結果、すべての橋脚が曲げ破壊先行型に移行している。

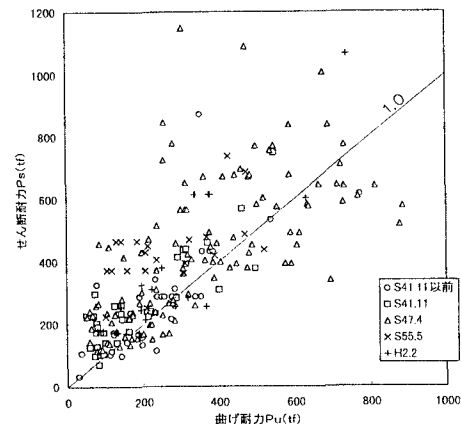


図-1 設計示方書別に見た既設橋脚の P_u と P_s の関係

復旧仕様、耐震補強、曲げせん断耐力比、許容塑性率、耐震性能

〒553 大阪市福島区鷺洲2-5-15	TEL 06-452-1085	FAX 06-452-2549
〒553 大阪市西区江戸堀1-9-1	TEL 06-441-0665	FAX 06-445-1769
〒487 愛知県春日井市松本町1200	TEL 0568-51-1111	FAX 0568-52-0134

4. 許容塑性率

図-3に設計示方書別に見た安全率 $P_a / khe \cdot W$ との関係を示す。アンケートの結果、補強前の橋脚はそのほとんどが曲げ破壊に対して安全性を有していない。（『復旧仕様』による地震時保有水平耐力の照査を満足していない）また図-3より既設橋脚の許容塑性率 μ_a は設計年次に関係なく、1.5～4の範囲にあるものが多いことが読みとれる。このことから、S55年示方書では地震時変形性能の照査が、そして、H2年示方書では地震時保有水平耐力の照査がなされているが、これらの照査の有無に関係なく、これまでのRC橋脚は、1.5 $\delta y \sim 4 \delta y$ 程度の変形性能を有していると言える。

図-4は、補強工法別に見た補強前後の μ_a の変化を示したものである。各工法ともに補強により変形性能（じん性）が向上している。補強後の μ_a は6～8に多いことから補強前に比べ約2倍以上の向上となっている。（ただし、既設橋脚がせん断破壊先行型であるものは除いている）さらに、施工件数の多い鋼板巻立て（柱基部アンカー有：図中の○印）とRC巻立て（図中の△印）を比較してみると、鋼板巻立ての方が向上の程度が大きく、じん性の向上のみを考えれば、鋼板巻立ての方が有利であることがわかる。また、RC巻立てによるものについては、補強前よりある程度の変形性能を有していた場合、補強後の変形性能の向上率は、それほど大きくならないことがわかる。ここで、鋼板巻立て（柱基部アンカー有）あるいはRC巻立てにより補強した橋脚の補強前後の変形性能の変化を一次回帰直線式で求めると、次のようになる。（ただし、 $\mu_a < 10$ とする）

鋼板巻立て（アンカー有） $\mu_a' = 1.4 \mu_a + 5$

RC巻立て $\mu_a' = 0.5 \mu_a + 5$

5. まとめ

『復旧仕様』に基づいて行われた鉄筋コンクリート橋脚の補強設計の実施例約300件について、柱断面の曲げせん断耐力比および許容塑性率に着目して分析した結果、以下の事項が明らかとなった。

①曲げせん断耐力比は、補強効果により1.5～4程度に増大し、すべての橋脚において橋脚のねばりが期待できる曲げ破壊先行型の破壊形態となった。

②許容塑性率は、補強効果により約2倍以上になっており、変形性能（じん性）の向上が確認できた。

最後に、データ整理に協力頂いた木村、鈴木、辻、伊藤各氏に感謝いたします。

【参考文献】（社）日本道路協会：「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料（案）（1995.6）

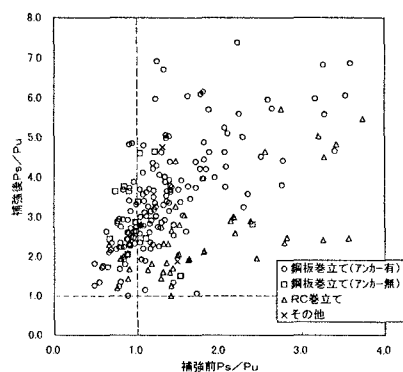


図-2 補強方法別に見た補強前と補強後の P_s / P_u

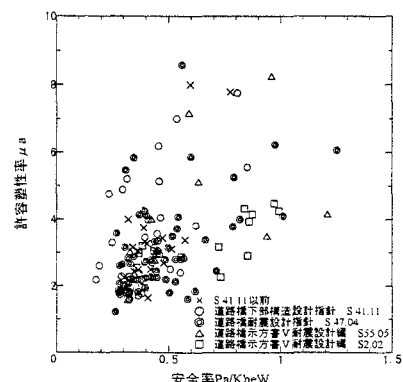


図-3 設計示方書別に見た許容塑性率と安全率の関係

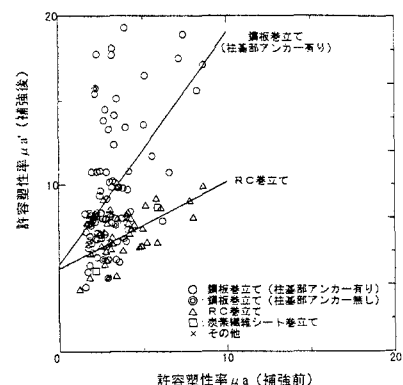


図-4 補強方法別に見た許容塑性率の補強前後の関係