

鋼板巻立て工法による既設 RC 橋脚の耐震性能に関する一考察

株式会社 復建エンジニアリング 正会員 ○大隅 祐史

株式会社 復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

株式会社 復建エンジニアリング 宮澤 佑吉

株式会社 復建エンジニアリング 正会員 桧山 剛

1. 目的

既設構造物の耐震補強工法として鋼板巻立て工法は現在、標準的な工法の一つとして採用されている。しかし、その設計手法があまり明確でないため RC 構造と仮定し、補強鋼板を主鉄筋と帯鉄筋に換算して設計することが考えられる。ここでは、既往の模型載荷実験で得られたデータを参考にし、補強効果が期待できる補強鋼板断面の割合を検討し、一つの考察を行っている。

2. 既往の実験結果とのキャリブレーション

RC 橋脚の模型載荷実験の結果を用いて、キャリブレーションを行い、鋼板巻立て補強した RC 橋脚の補強効果について検討する。この載荷実験では次のケースを行っている。

- ① RC 橋脚に何も補強しないケース（基準）
- ② 鋼板巻立て補強するが、フーチングへ定着しないケース
- ③ 鋼板巻立て補強をして、フーチングへアンカー筋で定着するケース

図 1 に載荷実験による荷重変位曲線およびキャリブレーションにより求めた計算値を示す。

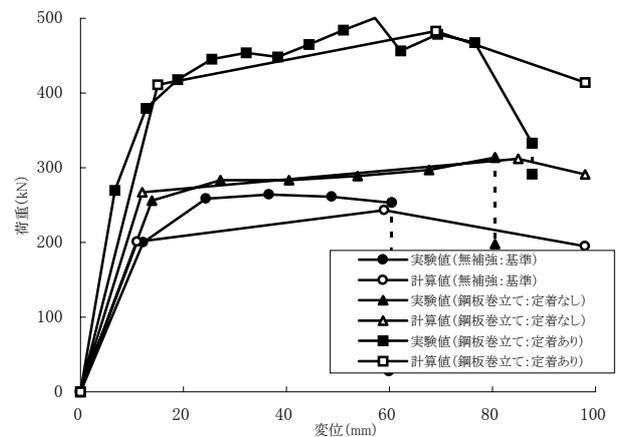


図1. RC橋脚の載荷実験による荷重変位曲線とキャリブレーションによる計算値

まず、基準となる補強なしのケース①の結果に対してキャリブレーションを行い、RC 橋脚についての骨格曲線を算出した。次に、鋼板巻立て補強したが定着なしのケース②に対してケース①と同様のキャリブレーションを試みたところ、補強鋼板の横断面積 30%を主鉄筋に換算し RC 断面に付加した場合で、その荷重変位曲線は実験値にほぼ一致した。そして、補強し定着ありのケース③に対してもケース①と同様のキャリブレーションした結果、補強鋼板の横断面積 80%を主鉄筋に換算し付加した場合で、その荷重変位曲線は実験値にほぼ一致した。なお、補強鋼板の帯鉄筋への換算は、ケース②、③共に補強鋼板の縦断面積の 100%としている。

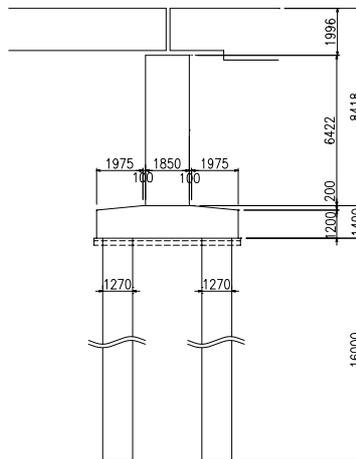


図 2. 既設 RC 橋脚（線路方向）

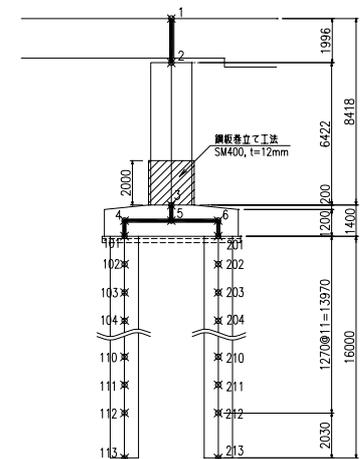


図 3. 鋼板巻立て補強時 RC 橋脚

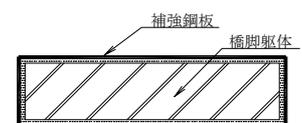


図 4. 鋼板巻立て補強時横断面図

キーワード： 鋼板巻立て工法, RC 橋脚, 耐震性能照査, 静的非線形解析

連絡先： 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12 TK 堀留ビル 株式会社 復建エンジニアリング TEL03-5652-8563

E-mail : ohsumi@fke.co.jp

3. 実構造への適用

上記のキャリブレーション結果を実構造へ適用する。本計算に用いた既設 RC 橋脚は、図 2 に示す壁式橋脚の線路方向である。基礎は杭径 $\phi 1270$ 、杭長 $L=16.0\text{m}$ の杭基礎であり、奥行き方向に 3 本配置されている。まず、この既設 RC 橋脚について耐震診断を行う。地盤は G4 地盤であり、地盤ばねとして橋脚躯体および杭部材と一体化してモデル化する。静的非線形解析を行い、その結果から得られる荷重変位曲線を図 5 に、橋脚躯体および杭部材の損傷レベルを表 1 に示す。

図 5 より橋脚躯体基部は、降伏震度 K_{hy} が 0.308 であり、G4 地盤の L1 地震動応答時の震度 $K_h=0.37$ で降伏しているため耐震性能 I を満たさず、また表 1 より橋脚躯体の損傷レベルは 4 であり、耐震性能 II を満たしていない結果である。

次に、鋼板巻立て補強時として上記の 30% 換算（定着なし）および 80% 換算（定着あり）を適用した場合を考える。図 3、図 4 にそれぞれ実構造の橋脚モデル図、横断面図を示す。補強鋼板は SM400、厚さ $t=12\text{mm}$ である。定着なしの場合の荷重変位曲線を図 6 に示す。補強による橋脚躯体の曲げ耐力の向上が、降伏震度の増加につながるが、構造物全体でみると、杭への負担が大きくなり杭が先行して降伏している。一方、定着ありの場合は、図 7 に示す荷重変位曲線となり、橋脚躯体の曲げ耐力の向上が非常に大きく、杭の曲げモーメントが最大耐力にまで達している箇所が発生している。表 2 より損傷レベルをみると、30% 換算（定着なし）の場合では橋脚躯体および杭ともに制限値内である。一方、80% 換算（定着あり）の場合では杭で制限値を超える箇所が発生している。

4. まとめ

補強鋼板を既往の実験結果から想定した主鉄筋と帯鉄筋へ換算する考え方が、実構造に対して不都合という結果にはなっていないと考える。

今後は、弾塑性有限要素解析等によってより実際的なキャリブレーションを行っていきたい。

参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所：既存鉄道コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針 鋼板巻立て補強編，1999. 7. 30
- 2) 宇佐見 健太郎：既設 RC 橋脚の耐震補強，橋梁と基礎 94-8，建設図書，pp138-142，1994. 8

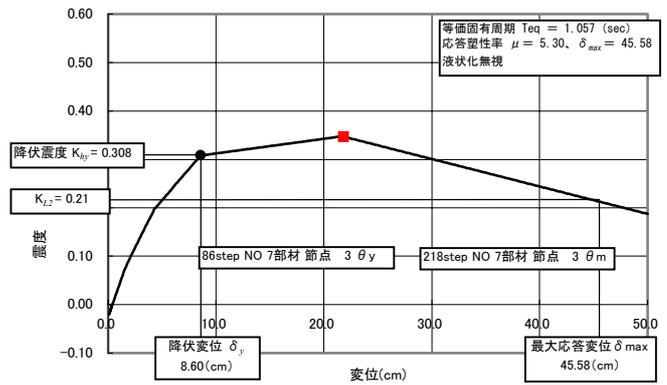


図5. 橋脚天端 荷重－変位曲線

表 1. 既設 RC 橋脚の破壊モード及び損傷レベル

| | 橋脚躯体 | 杭 | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 杭頭部 | 杭中間部 | 杭段落とし部 |
| 破壊モード | 曲げ破壊 | 曲げ破壊 | 曲げ破壊 | 曲げ破壊 |
| 損傷レベル (制限値) | 4 (≦3) | 1 (≦2) | 1 (≦2) | 1 (≦2) |

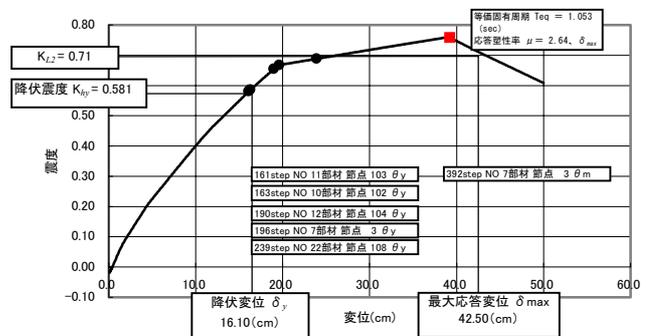


図6. 鋼板巻立て補強時RC橋脚天端の荷重変位曲線(定着なし)

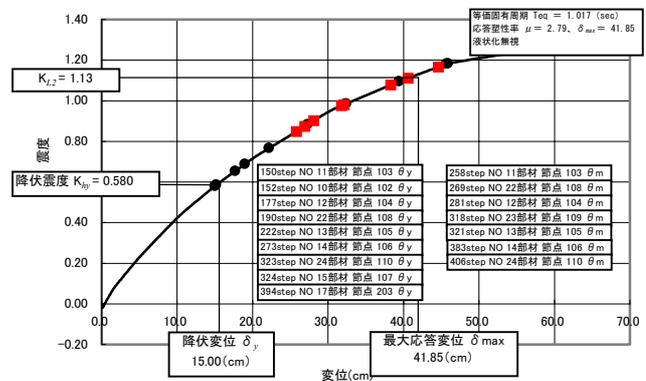


図7. 鋼板巻立て補強時RC橋脚天端の荷重変位曲線(定着あり)

表 2. 鋼板巻立て補強時 RC 橋脚の破壊モード及び損傷レベル

| | 橋脚躯体 | 杭 | | |
|------|-------------|--------|--------|--------|
| | | 杭頭部 | 杭中間部 | 杭段落とし部 |
| 定着なし | 破壊モード | 曲げ破壊 | 曲げ破壊 | 曲げ破壊 |
| | 損傷レベル (制限値) | 3 (≦3) | 1 (≦2) | 1 (≦2) |
| 定着あり | 破壊モード | 曲げ破壊 | せん断破壊 | せん断破壊 |
| | 損傷レベル (制限値) | 1 (≦3) | 1 (≦2) | 3 (≦2) |