

I-A 76

鋼板巻き補強されたRC橋脚の二次元弾塑性解析

九州大学 学生員 亀山好秀

九州大学 正 員 彦坂 熙

九州大学 学生員 齊藤成彦

1. 緒言

橋脚の耐震補強方法の1つとして、鋼板巻き立て工法が提案されている。その補強効果は、棒の曲げ理論に基づく弾塑性解析により地震時保有水平耐力を算定して照査される。しかし、RC橋脚の中にはせん断スパン比が比較的小さく、棒理論の適用が必ずしも妥当でないものも見受けられる。また、「復旧仕様¹⁾」には、帯鉄筋や巻き立て鋼板による横拘束効果を考慮したコンクリートの応力-ひずみ関係が新たに規定されているが、大断面の実橋脚においてそれらの横拘束効果が必ずしも確認されているわけではない。本研究では、鋼板巻き補強された矩形断面RC橋脚の耐荷力を二次元有限要素法で弾塑性解析し、その補強効果について考察する。

2. コンクリートの材料モデル

RC構造物の二次元FEM解析では、主鉄筋、帯鉄筋、補強鋼板などをそれぞれ独立の構造要素として考慮し、コンクリートの応力-ひずみ関係を材料固有の特性として扱う。圧縮応力下のコンクリートは、初期降伏まで線形弾性材料と仮定し、その後は弾塑性理論を用いる。引張応力に関しては、最大主応力が引張強度を越えると主応力に直交するひびわれが発生し、その後はひびわれに垂直方向の要素剛性をひずみ軟化則に従って低下させることにより、その要素を直交異方性連続体として扱う分布ひびわれモデルを採用する。

3. 解析対象構造物の概要

鋼板巻き補強に関する載荷実験結果^{2) 3)}が報告されている1/6RC橋脚模型を解析対象に選ぶ。すなわち、

供試体A： 柱断面600×600mmの無補強RC橋脚。構造諸元および配筋概要を図-1に示す。引張鉄筋は28-D10（鉄筋比 $p=0.61\%$ ）、帯鉄筋はD6を4-c/c200（鉄筋比 $p_w=0.11\%$ ）に配置。

供試体B： 供試体Aを板厚1.6mmの鋼板で巻き立て、隙間にエポキシ樹脂を注入。鋼板下端は鋼板全強度相当のアンカーでフーチングに定着。

供試体C： 供試体Bと同様に供試体Aを鋼板巻き補強。ただし、鋼板の下端はフーチングに定着せず、フーチングとの間に10cmのあきをとる。

供試体D： 供試体Cの補強鋼板下端を、鋼板全強度の約60%相当のアンカー筋でフーチングに定着。

コンクリートの設計基準強度

は $\sigma_{ck}=270\text{kgf/cm}^2$ 、鉄筋はSD295相当品、鋼板はSS400相当品、アンカー筋はSD345相当品であるが、解析における各強度および弾性係数は材料試験による値を用いた。実験は一定軸力 $N=55\text{tf}$ （軸応力度 15.3kgf/cm^2 ）の下で水平交番載荷により行われているが、解析における水平加力は単調漸増載荷である。また、解析に用いた有限要素メッシュを図-2に示す。コンクリート

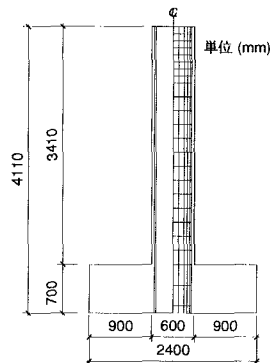


図-1 構造諸元および配筋概要

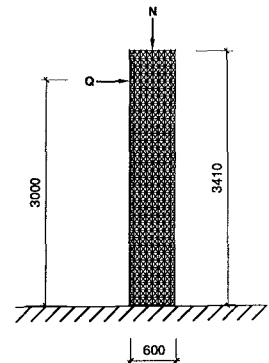


図-2 要素メッシュ

および載荷方向に平行な面の鋼板には定ひずみ三角形要素を、鉄筋および載荷方向に垂直な面の鋼板には一

次元棒要素を用い、柱筋部の各節点に付着リンク要素を用いた。

4. 解析結果および考察

供試体A, B, C, Dの載荷点の水平荷重－変位曲線の解析結果を実験値（包絡線）と比較すれば図－3の通りである。本解析法により補強前・後の保有水平耐力を精度よく把握できるが、圧縮鉄筋および圧縮鋼板の座屈が解析モデルに考慮されていないため、実験の終局時に見られる耐力低下をシミュレートすることはできない。補強鋼板の下端をフーチングに全強定着した供試体Bは耐力、靱性ともにAより大幅に向上している。図－4は、荷重－変位曲線上の変位量30mmにおける解析によるひびわれパターンを示したものである。無補強の供試体Aでは比較的大きなひびわれが広範囲に離散的に生じるのに対し、鋼板補強をすると大きなひびわれが柱下端付近に集中している。この傾向は供試体Cで特に著しく、鋼板下端をフーチングに定着しないと曲げ破壊に対する補強効果あまり期待できないと思われる。図－5は、各供試体最下端の引張鉄筋、補強鋼板およびアンカー筋の解析による荷重－ひずみ曲線を示したものであり、この結果からも鋼板下端の定着の度合いによる補強効果の違いが理解できる。

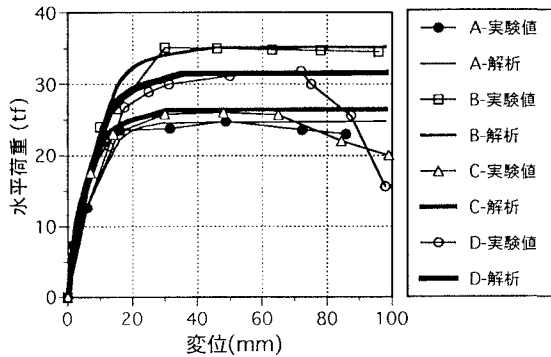
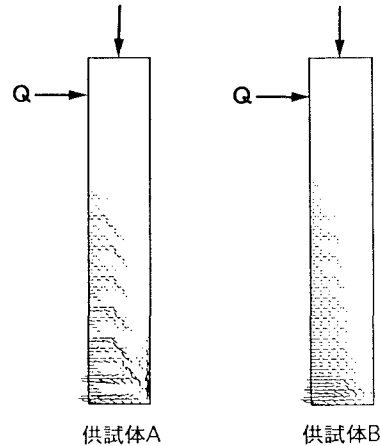


図-3 荷重-変位曲線



供試体A

供試体B

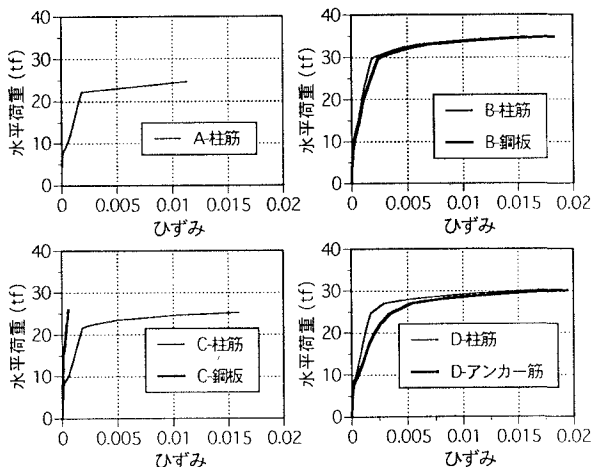
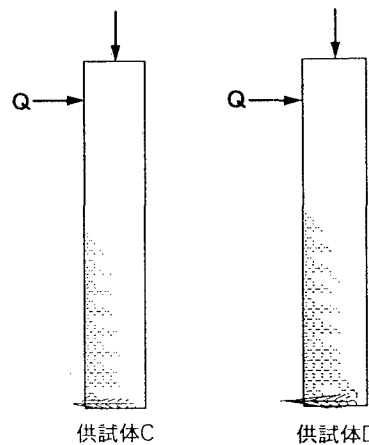


図-5 引張鉄筋、補強鋼板およびアンカー筋の荷重-ひずみ曲線



供試体C

供試体D

図-4 ひびわれパターン

〔参考文献〕 1)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及び復旧仕様の解説（案），平成7年2月 2)損傷を受けた橋脚の補強に関する模型実験中間報告書，阪神高速道路公団，平成7年8月 3)川島一彦他：曲げ耐力制御式鋼板巻き立て工法による鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強，土木技術資料，37-12，平成7年12月