

小部材を集成した構造部材の開発に関する基礎的研究

鉄道総合技術研究所	正会員	○大屋戸理明
鉄道総合技術研究所	正会員	仁平 達也
鉄道総合技術研究所	正会員	村田 修
京都大学防災研究所	正会員	澤田 純男

1. 概要

本報では、地震時に繰り返し曲げ・せん断力を受けるコンクリート部材について、鋼材やコンクリートを集成して1部材を形成する新しい構造を実現させることを目標とし、その基礎試験の概要を報告する。

2. 提案する構造の基本概念

耐震構造部材として用いられる高架橋などのコンクリート部材は、地震によって著大な繰り返し曲げ・せん断力を受け、部材接合部近傍などモーメントの大きい区間で曲げ破壊を生じさせるかわりに地震のエネルギーを吸収し、構造体の安全性を確保する。ここでは安全性の確保の代償として必ず部材の破壊が伴うので、その修復に多大な時間と労力を要し、かつ修復後は完全に元に戻らず性能が過小または過大となることから、より合理的な修復方法を採れる構造を開発する必要がある。

これに対し、強烈な地震動に対しても変形が部材の弾性範囲内に留めることのできる柱部材を実現するための新しい概念が検討されている¹⁾。曲げ変形に対して平面保持の仮定が成り立つ限り、断面を小さくすれば断面内の歪も小さくなり、弾性限度内の許容変形量が大きくなる。そこで図1に示すように、柱を鉛直方向に分割することで1つの小部材(単材)の断面を小さくし、それらを束ねるよう強度の大きな横拘束部材を設け、予めプレストレスを導入する。これにより分割面での摩擦を発生させ、地震時のエネルギーを吸収させる。本報で検討する構造部材は、実部材への適用を目指し、この考え方を变形したものである。まず、柱が水平2方向からの力に抵抗でき、かつ横拘束力を効率よく機能させるため、断面が円形になるように単材を配置する。次に、断面の中心近くに配置される単材は曲げモーメントに対する抵抗力が十分に発揮されないと考え、軸力と断面形状を保持する機能に特化させ、新設時の施工性と経済性の向上を図るために1つにまとめて芯材とする。単材と芯材を図2のように集成して断面を構成する。その代償として断面外縁の単材は降伏を許容するが、単材の束は摩擦を伴いながら相互に滑動し、降伏範囲を広く分散させることができる。地震後には単材に歪が残留し部材が変形しているので、横拘束を緩開して必要に応じ単材を曲げ戻しまたは交換することで、元とほぼ同じ性能の部材を再構築することができる。この方法では部材に破砕や切断を強いられる致命的な損傷が生じないので、修復が容易で解体・再利用が可能な部材を実現することができる。

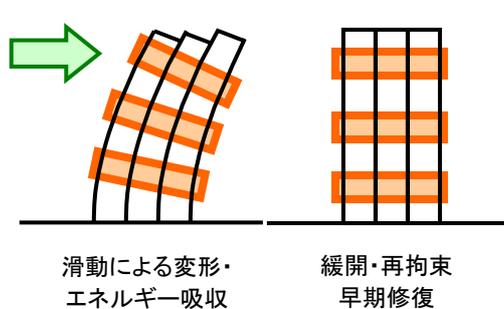


図1 弾性耐震柱の概念

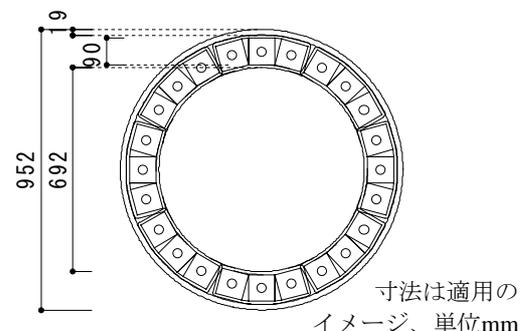


図2 提案する集成材の断面

キーワード 修復、鋼、コンクリート、集成材

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

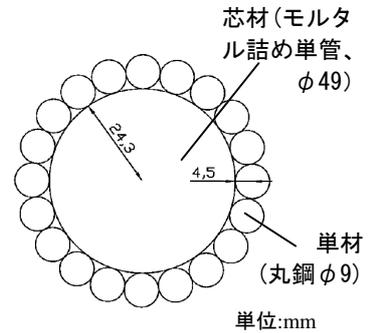
3. 機能確認用試験体の試作と載荷試験

提案機能を実現するための集成材の基本構造を検討するため、試験体の試作と曲げ載荷試験を実施した。

集成材の想定基本構造(図2)に対し、単材として丸鋼を、芯材としてモルタル詰め単管を、拘束材として帯鉄をそれぞれ用いた機能確認用試験体の断面諸元を考案(図3)し、試作して実現性を検証した。拘束材は空圧式帯鉄拘束機を用いた。試験体のパラメータとして、拘束材の拘束間隔を2水準(6本/m、36本/m)設定した。この結果、いずれの試験体も、試験装置の通常の載荷条件での最大変位に至るまで部材が破壊に至らず、極めて靱性に富んだ構造性能を発揮できる可能性があることを確認した(図4)。また、拘束材量を増加した場合、初期剛性が変わらずに、降伏荷重が増加し(8.6kN→13.9kN)、かつその後の荷重の伸びも大きいことを確認した(図5)。拘束材の歪挙動については、降伏を超えた時点で周辺の拘束材に歪が再分配され、不安定な挙動を示した(図6)。試験終了後に拘束材を切断して内部の破壊状況を観察した結果、拘束材量が少ない試験体No.1の芯材(単管)に極めて軽微な局部座屈が見られた以外、損傷は確認できなかった。

4. まとめ

提案する構造は、試作の結果問題なく集成材を構成できること、載荷試験の結果拘束材量を増すことで部材の性能を制御できることが確認できた。本構造は単材などの部品を取り替えることを前提とした新しい構造であり、単に既存の鉄筋コンクリート部材と置き換えて用いたり評価したりするのではなく、特性を生かした新しい使い方が想起されてよく、また既存構造物の補修に用いるなど、種々の展開を検討していく必要がある。



参考文献 1) 澤田純男、高橋良和、西郡一雅：摩擦減衰機構を持つ弾性耐震柱の実験的研究、土木学会第62回年次学術講演会講演概要集、1-351、2007.9



図4 曲げ載荷試験後の状況



図3 試験体断面と外観

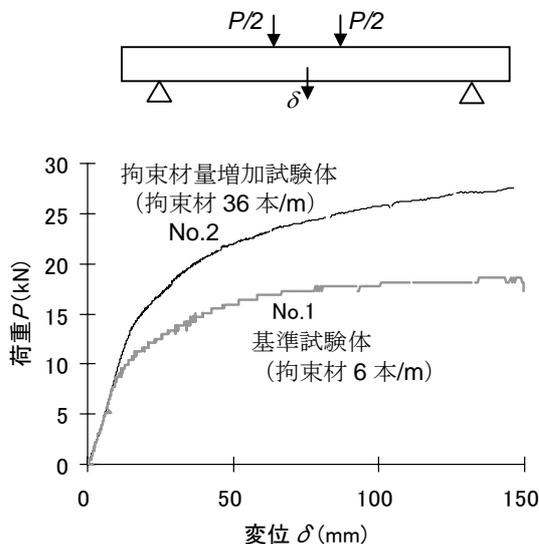


図5 荷重-変位関係

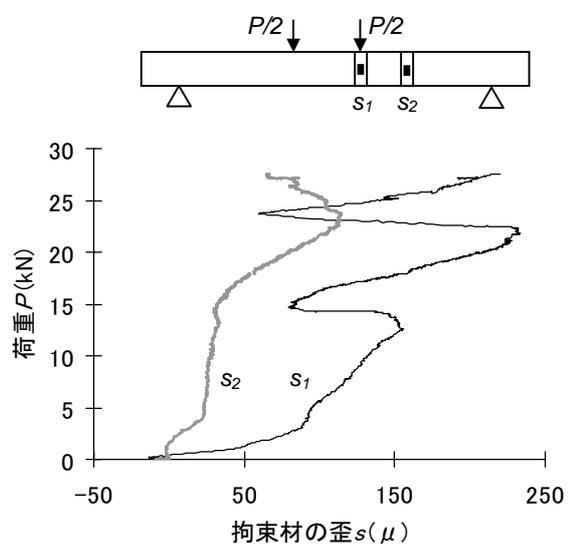


図6 拘束材の歪挙動