

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ■住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 分割鋼板と繊維シートを併用した鉄筋コンクリート造柱の居ながら外付け補強法に関する技術開発
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 耐震補強技術において、既存建築物に不足する耐震性能について、強度と靱性を向上させかつ、制震効果などの付加価値を有した柱と梁の一部の補強による居ながら外付け工法の技術開発を目的とする。 今回の確認実験を基に、実際の建築物に適応する設計式を提案し、現在その妥当性を検討中である。 (2) 実施期間 平成24年度～平成25年度 (3) 技術開発に係った経費 (技術開発に係った経費 46,597,638 円 補助金の額 23,140,880 円) (4) 技術開発の構成員 新日本建設株式会社 (設計部統括部長 奥村 雅明) 一般社団法人中高層耐震建築機構 (副理事長 町田 恭一) 一般財団法人建材試験センター (中央試験所所長 川上 修) 榎谷 榮次 (関東学院大学工学部建築学科 名誉教授) (5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 1. 無し 発表した論文 1. 平成25年7月、日本コンクリート工学会 (伊藤嘉則、榎谷榮次、町田恭一、川上修) : リブ付き薄肉鋼板と繊維シートにより外殻構造を形成した RC 造柱のせん断挙動に対する実験検証 2. 平成25年9月、日本建築学会 (川上修、林崎正伸、榎谷榮次、伊藤嘉則、町田恭一) : リブ付き鋼板と繊維シートで外付け補強された極短柱 RC 柱のせん断補強効果に関する研究 3. 平成25年9月、日本建築学会 (斉藤永佑、伊藤嘉則、榎谷榮次、町田恭一、川上修、高橋仁、林崎正伸、中里匡陽) : 高軸力を受ける低強度コンクリート RC 造柱の曲げ強度の増大を意図した補強法 4. 平成25年9月、日本コンクリート工学会 (伊藤嘉則、榎谷榮次、林崎正伸、斉藤永佑) : リブ付き薄肉鋼板と繊維シートをせん断補強材とする極短柱のせん断抵抗機構 5. 平成26年1月、日本コンクリート工学会 (伊藤嘉則、榎谷榮次、林崎正伸、斉藤永佑) : リブ付き薄肉鋼板と繊維シートで外付け補強された RC 造柱の終局せん断強度 6. 平成26年2月、日本建築学会 (伊藤嘉則、榎谷榮次、中里匡陽、林崎正伸、川上修、町田恭一) : リブ付き薄肉分割鋼板と連続繊維シートのせん断抵抗機構に関する実験検証 —外付け補強された RC 造短柱のせん断抵抗機構の検証と終局強度せん断強度の評価—	

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

本工法による柱の外付け補強のせん断性能の向上に関して、短柱の静的水平加力実験によって検証を行い、また制震性能に関しては、大型振動台を用いて地震波を想定した動的加力実験を行い、減衰性能に関する検証を行った。この2タイプの加力実験結果およびモデル解析結果から得られた主要な成果を以下に示す。

(A) 外付け補強柱のせん断性能

- ① 分割鋼板において、リブを付設しない柱は、コンクリートが著しく損傷していたのに対して、リブを付設した柱は、損傷が少なく、縦横リブで拘束されているコンクリート部分が鋼板と一体となって外殻材を形成している様相が見られた。
- ② リブ幅が大きくなるにつれ、最大荷重は大きくなる傾向にあり、リブがせん断抵抗に寄与していることが示唆された。
- ③ 本補強のせん断抵抗要素としては、鋼板の横リブ部並びに繊維シートによる引張抵抗が挙げられる。ここで、鋼板の横リブは、帯筋と同じく横方向補強材とみなし、鋼板のウェブ部および繊維シートの膜張力とでトラス機構を形成すると仮定する。また、充填コンクリート部は、斜め圧縮ストラットによってアーチ抵抗機構を構成すると仮定した圧縮ストラットモデルより導かれる終局強度型耐震設計式（A法）が実験結果に良く適応し、せん断抵抗に対する評価式として適用することが可能であることが認められた。

(B) 外付け補強柱の制震性能

- ① リブが付設された柱では、リブの水平拘束効果によって外付け補強部の耐震性能が向上し、既存部において損傷が集中する傾向が認められた。比較のために行った無補強の柱は、せん断破壊を生じたために軸力保持が不能となり崩壊したが、リブなしおよびリブ有りの柱共に、倒壊までの状況にはなかつた。
- ② リブ有り補強柱が低加速度振幅から高加速度振幅において、等価粘性減衰定数が他のものに比べ高いことが確認できた。
この実験結果から導き出された、リブ有りの等価粘性減衰定数と変形角との回帰曲線式は、 $heq = (0.122 \times R)^{0.233}$ となり、この式から制震効果に有効と考える $heq \geq 0.15$ を満たす変形角は、 $R \geq 1/400$ であることが得られた。
これは、変形角が $1/400$ と小さい時点から、リブによる制震効果が大きく発現していることを示している。

(2) 技術開発の効率性

技術開発をするための必要資金、体制等については、補助金以外の資金捻出を共同開発者に割振り負担して確認実験を計画、実施し、適切であった。

(3) 実用化・市場化の状況

一般社団法人中高層耐震建築機構を設立。本工法に係わる設計・施工を一括管理する。また、機構会員会社を募集し、建設会社、材料メーカー、商社、設計事務所等が入会済み。生産体制の整備および関連する規制等是对応中。低コスト化の見通しなどの状況については、会員会社技術者と協議中。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

本実験から得られた結果より導かれた制震効果を導入した設計法を確立し、実際の建築物に適用するために、次に示す技術指針を作成した。

「リブ付き鋼板および連続繊維シート巻き立てによる鉄筋併用補強工法に関する技術指針 ―ハイパー制震工法の設計― 」

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

建築物の耐震設計の一貫として、制震設計を導入することによって補強量の低減を図り、改修工事費を減少させることを目標とした補強工法の確立が今後増大すると考えられ、本技術開発の成果は耐震不足の建築物の改修のために必要となる。

・残された課題

平成24・25年度の実験結果を踏まえ、実際の建築物を想定したメカニズムの解明および制震効果を高める技術の検討を行うこと。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

平成25年11月25日に施行された耐震改修促進法の法的措置によって、今後耐震改修に対する社会的需要が増大することが予想される。不特定多数の者が利用する建築物は、通常居ながらの施工が可能で、出来るだけ室内に入らずに工事が可能な改修工法が一般的に望まれるので、外付け補強による耐震改修工法の需要が高まり、本技術開発の実用化が促進されるものと期待される。