

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等における防災性向上や安全対策に資する技術開発	提案名 住宅用基礎梁の開口部補強構造に関する技術開発
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>住宅用 RC 基礎梁に、人通口のための点検口補強システム、配管のためのスリーブ補強ユニット、および、それらを用いた開口部補強効果に関する評価手法を開発することにより、以下の点が改善され、住宅用 RC 基礎の設計・施工の発展、および、設備配管・構造躯体の維持管理・点検に大きく貢献できると考えられる。</p> <ol style="list-style-type: none">1) 着脱可能な人通口用の点検口補強システムの開発により、人通口を介した両側の応力伝達の変化を考慮する必要がなくなり、煩雑な補強筋の追加も必要なくなる。2) スリーブ補強ユニットの開発により、梁に貫通孔の無い全断面の RC 梁としての耐力を評価できる。3) 1), 2)を用いた開口部補強構造の評価手法を構築することにより、従来の設計方法である断面欠如による耐力の低減の必要がなく、上部構造による荷重条件等で制限されていた貫通孔および人通口の設置位置に関する制限がなくなる。 <p><u>点検口補強システムの開発</u></p> <p>平成 26～28 年度に 3 シリーズに分けて構造実験を計画し、実施した。平成 26 年度では、現況の人通口を有する布基礎およびべた基礎を模式化した実大の RC 基礎梁試験体を製作し、曲げ・せん断実験を実施し、人通口に生じる引張力・圧縮力・せん断力の力の流れを把握した。平成 27 年度は、平成 26 年度と同様な布基礎試験体に製品化をイメージした補強ユニットを人通口に設置し、曲げ・せん断実験を実施した。結果として、計画時に意図した力（引張力・圧縮力・せん断力）の伝達および製品化の妥当性を確認し、さらに、着脱可能な点検補強システムであることを確認した。平成 28 年度は、平成 27 年度に実施した布基礎試験体の補強方式の中で、補強ネジ+カバープレートを用いた補強ユニットを選択し、補強ユニットの設計時の強度の把握、補強ユニットによる基礎梁の剛性のコントロール、補強ユニットのスリム化を目的に曲げ・せん断実験を実施した。結果として、設計時の 2 倍程度のせん断力が基礎梁に入力された場合の破壊状況、設計時の基礎梁の剛性コントロール、補強ユニットのスリム化の可能性が確認できた（図 1, 3 参照）。これらの実験結果を踏まえて、べた基礎試験体に補強ネジ+カバープレートを用いた補強ユニットを人通口に設置し、曲げ・せん断実験を実施した。結果として、布基礎と同様に、計画時に意図した力（引張力・圧縮力・せん断力）の伝達および製品化の妥当性を確認した。</p> <p><u>スリーブ補強ユニットの開発</u></p> <p>平成 26～28 年度に 3 シリーズに分けて構造実験を計画し、実施した。平成 26 年度は、RC 構造で用いられている開口補強金物に複数本の異形鉄筋を高性能型特殊スポット溶接にて接合する 2 タイプのスリーブ補強ユニットを提案し（図 2 参照）、曲げ・せん断実験を実施することにより補強効果を確認した。実験結果として、シングル配筋構造 RC 有孔梁の構造性能（ひび割れ損傷状況、せん断耐力、変形性能）を把握し、提案した補強金物の有効性が確認でき、既往の RC 梁で用いられている評価手法により耐力評価が可能であることを確認した。平成 27 年度は、スリーブ補強ユニットの実用化を目標に、スリーブ補強ユニットの最大能力を確認し、その評価手法を確立するための安全率を決定するためのせん断実験を行った。さらに、製品化にあたり、主筋・せん断補強筋・開口補強筋一体ユニットとしての工法を確立する</p>	

ためのせん断実験を実施した。結果として、施工現場取り付けタイプ、および工場製品タイプのスリーブ補強ユニット最大能力が確認できた。平成 28 年度は、平成 27 年度に実施したせん断実験に用いたユニット (D10 タイプの補強金物) の補強効果を検証するため、D6 タイプの補強金物を用いてせん断実験を行った (図 4 参照)。結果として、せん断耐力、せん断耐力と曲げ耐力の余裕率による靱性能は、D6 タイプで十分であることが確認できたが、開口部分に生じるせん断ひび割れ幅の抑制には D10 タイプが適していることを把握した。

開口部補強構造の評価手法の開発

前述した、点検口補強システムおよびスリーブ補強ユニットに関する実験結果を、既往の RC 梁で用いられている評価式を用いて、曲げ耐力・せん断耐力を評価した。それぞれの補強金物の有効性を確認し、製品としての妥当性を確認した。また、人通口用の補強ユニットが RC 基礎梁端部に設置される場合の RC 基礎梁の剛性低下を評価し、耐力だけではなく変形性能も考慮した評価方法が重要であることを示した。



図 1 点検口補強システム

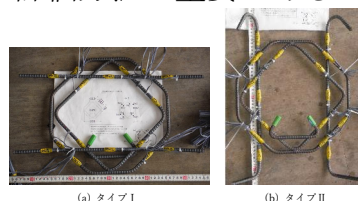


図 2 スリーブ補強ユニット



(a) 主筋 2-D16(人通口中央) (b) 主筋 2-D16(人通口端部) (c) 補強金物の座屈

図 3 人通口を有する布基礎梁試験体の最終破壊状況の一例

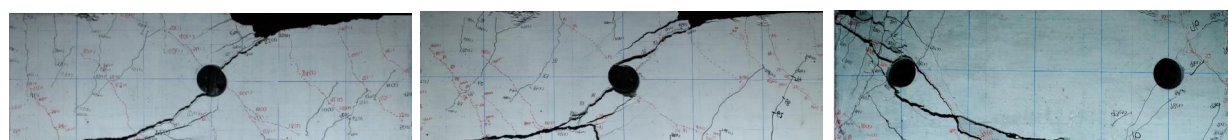


図 4 スリーブ補強ユニットを有する RC 基礎梁試験体の最終破壊状況の一例

(2) 実施期間

平成 26 年度～平成 28 年度

(3) 技術開発に掛かった経費

技術開発に掛かった経費 (実施期間の合計額) 46,800 千円

補助金の額 (実施期間の合計額) 23,400 千円

(4) 技術開発の構成員

組織の場合：中野 克彦 千葉工業大学 (創造工学部建築学科 教授)

松崎 育弘 東京理科大学 (名誉教授)

佐藤 収一 (一社) 日本住宅基礎鉄筋工業会 (理事長)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許 1. 梁筋ユニットおよび鉄筋コンクリート梁の開口部補強方法, 特願 2016-3003, 2016 年 1 月 8 日出願, 出願中, 松崎育弘, 中野克彦 他

2. 開口補強ユニット, 特願 2016-92190, 2016 年 4 月 30 日出願, 出

願中, 松崎育弘, 中野克彦 他

- 発表した論文
1. 平成 27 年 9 月 日本建築学会大会（千葉工業大学建築学科 教授中野克彦，東京理科大学 名誉教授 松崎育弘） スリーブ開口を有するシングル配筋 RC 造基礎梁の構造性能に関する実験的研究 その 1 簡易補強金物を用いた場合の曲げ・せん断実験，日本建築学会大会学術講演梗概集
 2. 平成 28 年 8 月 日本建築学会大会（千葉工業大学建築学科 教授中野克彦，東京理科大学 名誉教授 松崎育弘），スリーブ開口を有するシングル配筋 RC 造基礎梁の構造性能に関する実験的研究 その 2 開口部せん断実験，日本建築学会大会学術講演梗概集

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

申請者らは、約 15 年前から高性能型特殊スポット溶接により接合された組み立て鉄筋ユニットを用いた、シングル配筋の RC 造基礎梁に関する研究に従事し、研究成果を建築学会大会等により報告してきた。一方では、（一財）日本建築センターにおける評定を取得することにより、シングル配筋の組み立て鉄筋ユニットを定着させ、同様の鉄筋ユニットのメーカー 27 社からなる（一社）日本住宅基礎鉄筋工業会を設立している。これらのメーカーは日本全国から参加しており、シングル配筋の RC 基礎梁開口部において同様な問題を抱えている。本技術開発は、各メーカーの先導であり、問題点を解決するための一手法を提示するものと言える。

(2) 技術開発の効率性

技術開発の実施は、主として（一社）日本住宅基礎鉄筋工業会に属しているメーカーが行っており、技術委員会を設置し申請者等が指導を行いながら進めている。日本建築センターでの一般評定に関わる費用、および実用化のための追加実験等に係る費用は各社から資金を集めている。

(3) 実用化・市場化の状況

スリーブ補強ユニットは（一財）日本建築センターでの一般評定（BCJ 評定-LC0150-01）を取得し、生産、販売、流通方法を構築している。点検口補強システムは、最終段階追加実験を実施し、一般評定取得のための準備を行っている。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

開発した技術を市場化するにはまだ課題があり、さらなる取組みが必要である。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

人通口のための点検補強システムは着脱可能な点がポイントであり需要は大きい。配管のためのスリーブ補強は、現状で認められていない戸建て住宅のシングル配筋 RC 基礎梁でのスリーブ補強を可能にした最初の製品である。

・残された課題

人通口のための点検補強システムは一般評定を取得できていない。構造的には解決できているが、外部に面することから耐久性の検証として追加実験を行っている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

人通口のための点検補強システムは、耐久性の検証実験が終わり次第、（一財）日本建築センターの一般評定を取得するための指針作成を行っている。配管のためのスリーブ補強は、全国にある（一社）日本住宅基礎鉄筋工業会のメーカーを中心に、生産・販売・流通方法の構築を進めている。