

既存 RC 造建造物の耐震性能の向上に関する研究

－その 1 柱部材の補強工法の比較と適用性の検討－

日大生産工(院)

○何 勇

日大生産工

藤本 利昭

1. まえがき

甚大な被害を及ぼした1995年兵庫県南部地震や2011年東北地方太平洋沖地震において、確認されたRC造建築物の被害分類を見ると、柱の損傷に関連した被害が発生している場合が多い。その柱の破壊は、主にせん断破壊と圧縮破壊が根本的な原因である¹⁾。これらのことから、RC造建築物の耐震性能向上を目的として、柱の研究に着手することとした。

柱の補強の目的は、変形能力の改善、せん断耐力の改善、及び軸耐力の増大であり、その目的を実現するため、柱のRC巻き立て工法、鋼板巻き立て工法、炭素繊維巻き付け工法、及び耐震スリット構法等が開発され、実際に採用されている²⁾。

本研究では、RC柱の有効な補強方法を検討するため、炭素繊維シート補強法、一面せん断補強法、及びPC鋼棒で緊結した鋼板サンドイッチ補強法に着目し、それぞれの効果を分析する。

2. 既往研究

2.1 炭素繊維シート補強法

1995年12月に「建築物の耐震改修の促進に関する法律」の施行により、耐震補強に関する研究は多く現れた。その中にはRC造柱の炭素繊維シートに関する研究も数多く行われていた。それらの研究の中で、本報告では文献 3)を取り上げ、炭素繊維シートによる柱の耐震補強について検討する。

図 1a に示すように、従来の炭素繊維シート巻き付け工法では全周(4 面)に巻き付けるのに対し、文献 3)の研究の特徴は、図 1b のようにコ字形に貼り付け、端部を貫通孔に設置した通しボルト及び定着プレートにより擬似的に閉鎖型としている点である。

実験変数は、炭素繊維の補強断面積(断面の 1/2, 1/3)、シートの層数(1 層, 3 層)と加力方向であり、無補強の試験体と比較している。また、水平加力実験により損傷を与えた上で、

更に圧縮実験により残余軸耐力を確認しているところもある。

実験結果を見ると、無補強試験体に対し、補強した試験体はいずれも最大耐力の向上が認められる。シート層数や補強断面積の違いによる影響は顕著ではないようである。また直交方向に加力した場合、変形性能の向上は僅かである。残余軸耐力に関しては、補強断面積が大きい試験体の耐力が高い傾向がある。

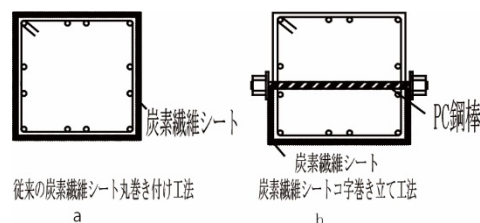


図 1 炭素繊維シート補強法

2.2 一面せん断補強法

前述の炭素繊維シート補強法は、従来の巻き付け法より、方向があり、一面のみ丸に囲まれている。これから述べたいのは RC 柱の一面に補強する工法である。

一面せん断補強法とは既存の柱の正面に長方形断面の補強柱を増し打ちすることで補強を行う⁴⁾。文献 4)の研究には補強柱と既存柱間に従来用いられるコッター筋に替えて、異形鉄筋を L 字型に曲げ加工した補強筋(以下「追加補強筋」)を用いている。増し打ち方法は削孔した穴に追加補強筋、またはコッター筋をエポキシ樹脂接着剤で既存柱に定着させる。また、補強筋の主筋は上下スタブ定着にさせる。

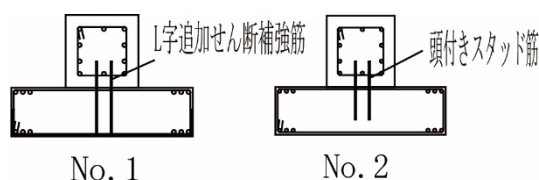


図 2 一面せん断補強法

文献に設置接着した試験体は二つである。図2のように、No. 1 試験体は上述の追加補強筋を使う。No. 2試験体は従来のコッター筋を使用する。

実験結果を見ると、コッター筋と追加補強筋を用いて、補強柱のせん断耐力を増大させるだけでなく、せん断破壊後の耐力低下を低減した既存柱とのせん断耐力の累加が可能となる。従来のコッター筋に比べて、追加補強筋は柱の補強効果を顕著に示している。最大耐力及び最大耐力時の変形性能も高く伸びている。また、追加補強筋の効果により、コンクリートのひび割れは分散しさらに剥落、圧壊を抑えられる効果を示している。

2.3 PC鋼棒で緊結した鋼板サンドイッチ補強法

PC鋼棒で緊結した鋼板サンドイッチ補強法(以下はサンドイッチ補強法とする)とは、既存RC柱の耐震性能が必要な方向に2枚の鋼板を配置し、その隙間に通常のコングリートを充填し、PC鋼棒をさらに緊結する方法である。

実験は、図3のように、無補強試験体(No.1)、4枚の鋼板を隅肉溶接で製作した鋼板巻き工法試験体(No.2)、サンドイッチ補強法試験体(No.3)の3体について行っている。

実験結果は、無補強試験体と比較して、鋼板巻き立て工法試験体が約1.8倍、サンドイッチ補強法試験体が約3倍の耐力を発揮しており、またいずれの試験体も変形能力の増大が認められている。

しかし、従来の鋼板補強にも、サンドイッチ補強法にも、大幅な補強効果を示しているが、使用材料、補強済みの柱のサイズ、及び施工の難易度も大幅に変わっている。

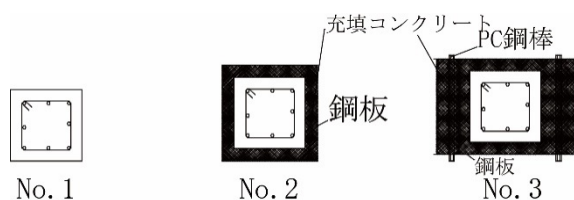


図3 サンドイッチ補強法

3. 適用性の検討

本報告で取り上げた3種類の補強工法について、以下の知見が得られた。

- 1) 炭素繊維シート補強工法は、断面の一部分を補強しており、一面せん断補強工法は単一面に補強柱を設置している。またサンドイッチ補強工法も必要な方向に鋼板を挟んでいる。いずれも補強方法に方向性はあるが、柱の強度と靱性の補強には顕著な効果を示している。
- 2) 炭素繊維シート補強は、耐久性上の考慮が必要である。外部に付けている場合には自然環境における劣化による強度の低下、及び防火性能などを含めて、考えなければならない。
- 3) 実験条件等が異なるため一概には言えないが、各実験データから、柱の補強効果は炭素繊維シート補強法、一面せん断補強法、サンドイッチ補強法の順に上がると判断できる。しかし、試験体によっては、施工難易度の上昇や、既存柱のサイズや形状が変化することがある。実際に採用する場合には、実情によるとは言え、各工法の現場の環境により、適用性を検討する必要がある。

4. まとめ

以上、既往の文献に基づきRC造柱の補強工法について検討してきた。今後はこれらの研究成果を参考に、新たな補強工法の検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所,平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震被害調査報告第五章,表 5.2.1-1
- 2) 日本建築防災協会:既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説 2001 年改訂版, pp.139
- 3) 小澤潤治,他:既存鉄筋コンクリート造柱の炭素繊維シート補強に関する実験研究(その 1 実験概要)(その 2 実験結果の考察),日本建築学会大会学術講演梗概集大会,2004 年 8 月, pp.583-586
- 4) 大島和之,他:一面せん断補強した RC 造柱の耐震性能に関する実験的研究(その 1, 実験計画と破壊性状)(その 2, 実験結果の考察),日本建築学会大会学術講演梗概集大会,2014 年 9 月, pp.89-92
- 5) 金田一男,他:PC 鋼棒で緊結した鋼板サンドイッチ補強法により補強した低強度 RC 柱に関する予備実験,日本建築学会九州支部研究報告第 57 号,2018 年 3 月, pp.529-532