

梁柱接合部の補強および早期復旧方法に関する検討

清水建設(株)土木技術本部 正会員 ○前田 敏也
清水建設(株)技術研究所 正会員 吉武 謙二
清水建設(株)土木技術本部 正会員 西村 晋一

1. はじめに

阪神大震災後の耐震基準の改訂により、ラーメン構造物の梁や柱に対する補強が各方面で実施されており、その効果は昨年の中日本大震災において実証される結果となった。しかし、梁柱接合部については未だ補強がなされておらず、今後、巨大地震発生時に損傷が生じる可能性が残されている。

本報では、梁柱接合部を事前に補強、あるいは被災後でも早期に復旧できる方法について実験的に検討した。すなわち、初期載荷により接合部を破壊させた試験体に対して補修を行った後、再び載荷試験を実施し、初期載荷時との挙動の比較を行った。その結果、破壊後の補修によって耐震性能が回復・向上することを確認した。

2. 試験の概要

試験体の概要を図-1および表-1に示す。試験体は、梁、柱断面がそれぞれ350×225mm、250×250mmで、鉄筋の材質は主筋がSD390、フープ筋がSD345、コンクリートの呼び強度は24N/mm²である。ただし、試験体No.1のはり主筋の曲げ内半径は10φ（φ：鉄筋の呼び径）、No.2は3φである¹⁾。

いずれの試験体も、初期載荷で接合部を破壊させた後¹⁾、2種類の方法で補修を実施し、再載荷を行った。ここで、補修方法1は、破壊部を無収縮モルタル（圧縮強度 50N/mm²）で断面修復した後、目付け 300g の炭素繊維シート（引張強度 3,400N/mm²）を梁および柱の軸方向に1層ずつU字型に接着し、端部を鋼板（厚さ 9mm、幅 100mm）とアンカーボルト（呼び径 12mm、間隔 100mm）で固定した²⁾。なお、炭素繊維シート接着前に接合部の上面および前面に、鋼板（厚さ 9mm）を接着した。一方、補修方法2は、短繊維を混入した高じん性モルタルで断面修復を行ったのみである。高じん性モルタルの物性を表-1に併記する。ただし、いずれの補修方法においても、初期載荷で発生したひび割れに対してエポキシ樹脂注入による補修を実施した。

試験は、梁および柱の端部をピンとして水平方向に正負交番載荷を行った。載荷は、柱の変形角0.1、0.25、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0%に応じた変位制御とし、繰返し回数は1.5、2.0%では3回、それ以外では1回とした。また、水平荷重をロードセルで、水平および鉛直変位を変位計でそれぞれ測定した。

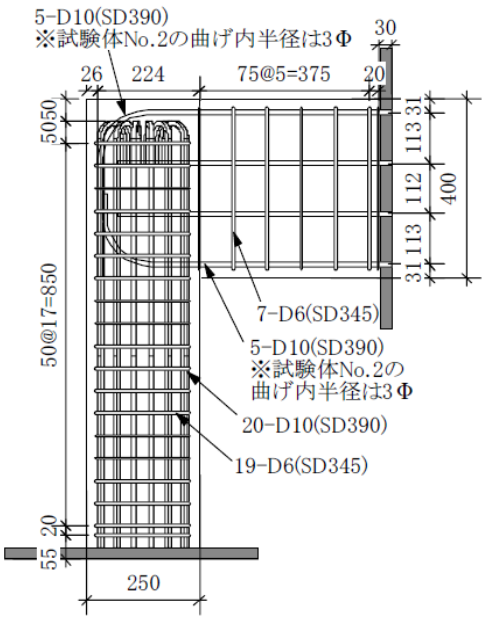


図-1 試験体の概要

表-1 材料強度試験結果

鉄筋の降伏強度(N/mm ²)			高じん性モルタル			
梁主筋 (D10)	柱主筋 (D10)	フープ筋 (D6)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
429	417	348	128	9.5	13.7	39,300

キーワード 早期復旧、耐震補強、梁柱接合部、変形性能、ラーメン構造物

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 清水建設(株)土木技術本部 TEL 03-5441-0559

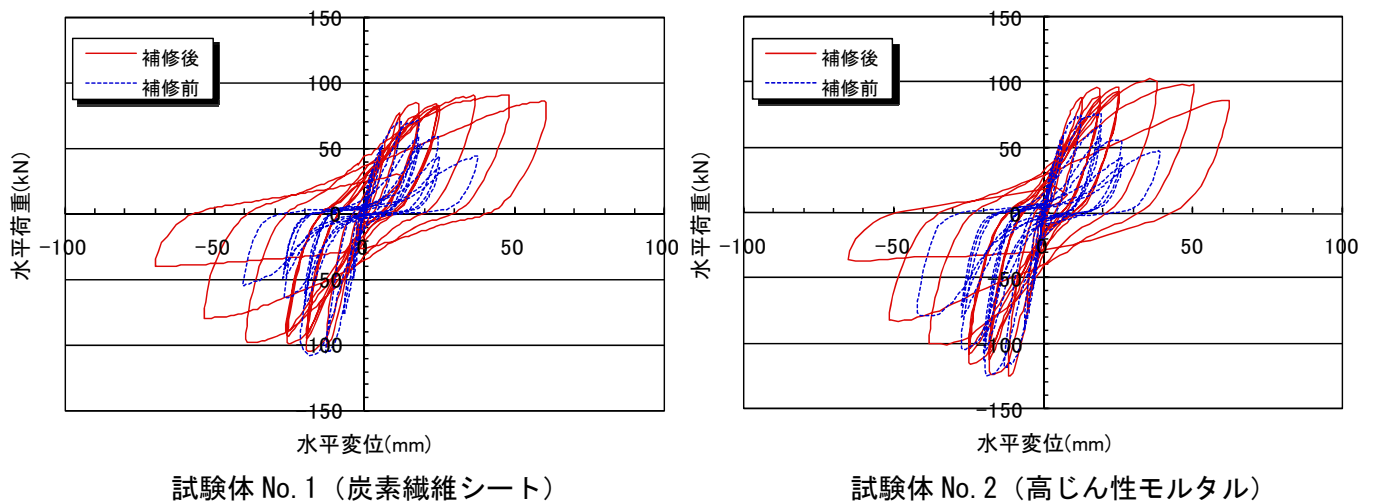


図-2 荷重－変位曲線



補修前 (試験体 No. 1)

補修後 (試験体 No. 1)

補修後 (試験体 No. 2)

写真-1 破壊状況

3. 試験結果および考察

試験体の荷重－変位曲線を図-2 に、破壊状況を写真-1 にそれぞれ示す。補修前の初期載荷では、いずれの試験体も上面および前面の曲げひび割れが進展して主筋の付着破壊が生じるとともに、側面のせん断ひび割れの進展によって荷重が低下して破壊した。最大荷重は正側で 70kN、負側で 100～120kN 程度であった。

これに対し、補修後の試験体では、いずれの補修方法とも接合部下の柱上部でせん断破壊を生じた。最大荷重は負側では補修前と差は認められなかったものの、正側で 90～100kN と補強前に比べて高くなった。また、荷重の低下が補修前に比べて緩やかとなっており、変形性能の向上が確認された。これは、補修方法 1 (炭素繊維シート) では、接合部の上面および前面に接着した鋼板が、曲げひび割れの進展や主筋の付着破壊を抑制するとともに、側面に接着した炭素繊維シートによってせん断耐力が向上し、接合部が補強されたためと考えられる。また、補修方法 2 (高じん性モルタル) では、高強度の高じん性モルタルによって主筋の付着強度や接合部のせん断耐力が向上したためと考えられる。

以上の結果から、炭素繊維シートや高じん性モルタルによる補修は、接合部の変形性能等の耐震性を向上させる効果があり、ラーメン構造物の耐震補強や被災後の早期復旧の方法として有効であると考えられる。

4. まとめ

- ①梁柱接合部の耐震性を向上させるには、主筋の付着耐力および接合部のせん断耐力の向上が効果的である。
- ②梁柱接合部を炭素繊維シートや高じん性モルタルで補強あるいは復旧することにより、被災した後の部材でも変形性能が向上し、耐震性が確保される。

【参考文献】1)吉武, 小倉, 小川: はり主鉄筋の定着仕様が柱はり接合部の構造性能に及ぼす影響, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集 V-474, 2011 年 9 月 2)土木研究所, 炭素繊維補修・補強工法技術研究会: 炭素繊維シート接着工法による道路橋コンクリート部材の補修・補強に関する設計・施工指針(案), pp71-72, 1999 年 12 月