

柱梁曲げ耐力比の小さい RC 造ト形柱梁接合部の構造性能に及ぼす横補強筋の影響

その2 変形及び損傷状況

正会員 ○太田 哲朗*1 同 小池 拓矢*1 同 鈴木 裕介*2
同 足立 智弘*3 同 迫田 丈志*4 同 前田 匡樹*5

柱梁曲げ耐力比 接合部補強比 接合部降伏
接合部横補強筋 横補強筋比

1. はじめに

その1ではRC造ト形柱梁接合部の静的加力実験の概要、実験結果として荷重変形関係と最終破壊状況について述べ、本実験において接合部補強比が柱梁曲げ耐力比1.0~1.5のRC造ト形柱梁接合部架構の耐力の上昇に大きく影響していることを示した。その2では、接合部補強比が架構の変形・損傷に与える影響について検討する。

2. 既往の研究との比較

図-1に接合部補強比と最大耐力（実験値と梁曲げ終局時の計算値）の関係を示す。図中の既往の実験データは表-1に示す文献リストから抜粋した。

図-1より既往の実験結果も含め接合部補強比が大きくなると耐力の実験値も上昇し、実験値が計算値を超える傾向にあることがわかる。しかし本実験においては負側において接合部補強比の増大だけでは実験値が計算値を上回ることがなかった。

3. 接合部補強比が架構へ与える影響

本章では、接合部補強比が架構の変形・損傷に及ぼす影響を確認する。なお、すべての試験体において柱梁曲げ耐力比が同程度（1.2程度）となる負荷荷時を中心に、実務設計範囲の1/200rad.（損傷限界）、1/100rad.（設計限界）、1/67rad.（安全限界）に着目し考察する。

3.1 等価粘性減衰定数

図-2に各試験体の負荷荷時における等価粘性減衰定数の推移を示す。接合部補強比が40%程度であるT10-40試験体は等価粘性減衰定数がいずれの限界変形角時で比較的強く推移している。接合部補強比が50%以上のT10-50及びT10-60試験体は等価粘性減衰定数が比較的高く推移し、エネルギー吸収能に優れる結果を示している。T10-80試験体は損傷限界時にはエネルギー吸収能に優れているが、全体の変形が進むと徐々に等価粘性減衰定数が低下し、安全限界時にはT10-40試験体と同程度となった。以上の差異は、接合部横補強筋鉄筋径（配筋量）の違いが大きく影響したものと考えられる。特に、損傷が進んだ安全限界時には接合部横補強筋比の影響が大きくなり配筋量が大きい試験体（T10-50及びT10-60）の方がエネルギー吸収能に優れる結果となった。

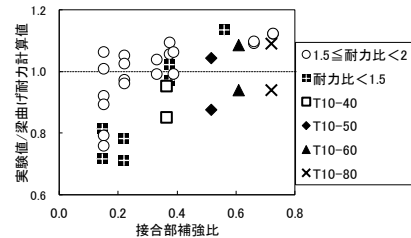


図-1 接合部補強比と実験値/梁曲げ耐力計算値

表-1 既往実験データ論文リスト

著者	媒体	年	pp.
今井弘, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1999年	531/536
田才晃, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2000年	857/860
清原俊彦, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2004年	27/34
宮崎史, 他	コンクリート工学年次論文報告集	1994年	717/722
藤達也, 他	コンクリート工学年次論文報告集	1996年	977/982
奥田明久, 他	コンクリート工学年次論文報告集	1996年	971/976
中西三和, 他	コンクリート工学年次論文報告集	1998年	679/682
小森淳, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1996年	679/682
岸田隆, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1978年	1683/1684
村井和雄, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1994年	683/686
林和也, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1997年	385/386
今枝武晴, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1998年	541/544
塩川真, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1998年	551/552
川崎清彦, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1995年	67/68
坂田博史	AIJ大会学術講演梗概集	1995年	45/46
永井智之	AIJ大会学術講演梗概集	1997年	371/374
小倉弘一郎, 他	AIJ大会学術講演梗概集	1988年	459/460
竹内博幸, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2001年	111/114
今西達也, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2006年	23/24
足立将人, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2007年	633/634
益尾深, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2007年	649/650
塩原等, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2010年	391/400
野崎博, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2011年	533/536
西村英一郎, 他	AIJ大会学術講演梗概集	2013年	741/744

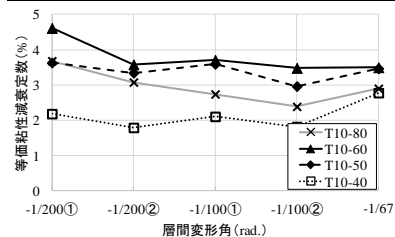


図-2 等価粘性減衰定数推移

3.2 部材変形割合

図-3に全体変形に対する各部材変形成分割合を示す。図-3を見ると接合部補強比が比較的小さいT10-40試験体は損傷限界時には接合部の変形が抑制されており、柱梁の変形は大きくなっている。その後、全体変形の進展に伴い、接合部の変形は増大し安全限界時には全体変形の約35%まで達した。T10-50試験体は柱梁の変形が比較的小さく、全試験体中最も接合部の変形割合が高くなり、変形の抑制効果は比較的小さくなった。T10-60試験体は全限界変形角時における接合部の変形割合が試験体間で

最も低く、接合部の変形が抑制に大きく抑制された。このことは柱及び梁部材の変形割合が比較的高く推移していることから確認できる。T10-80 試験体は、損傷限界時は接合部の変形割合が高かったが、全体変形が進展しても各部材の変形割合に大きな増減はなく、設計・安全限界時には補強の効果が現れていた。

3.3 接合部の損傷状況

図-4 に各部材の最大残留ひび割れ幅の推移、図-5 に損傷・安全限界変形角時における接合部のひび割れ図を示す。なお図-5 は T10-40 及び T10-80 試験体間で大きな差が確認されなかったため、代表して T10-40, T10-50 及び T10-60 試験体のみを示す。図-4 より接合部の残留ひび割れ幅は設計限界時に差が現れ、安全限界時には T10-40 試験体のひび割れ幅のみ大きくなった。その他の試験体は安全限界変形角に至ってもひび割れ幅が 0.2mm 程度におさまり、接合部補強比の増大によるひび割れの抑制効果が確認できた。また、全試験体とも柱及び梁のひび割れ幅に大差はなく、かつ、安全限界時でも幅の大きな拡大はなかった。また、図-5 から T10-40 試験体と T10-60 試験体を比較すると損傷限界時には大きな差は確認されず、安全限界時には T10-60 試験体の負側（赤線）の接合部ひび割れ本数が T10-40 試験体より多くなっている。また、T10-60 試験体は T10-50 試験体よりひび割れ本数が少なくなっている。以上より横補強筋比を大きくすることにより接合部のひび割れが分散し、また、接合部補強比が増大することによりひび割れ幅が小さくなり接合部の損傷抑制につながることが確認された。

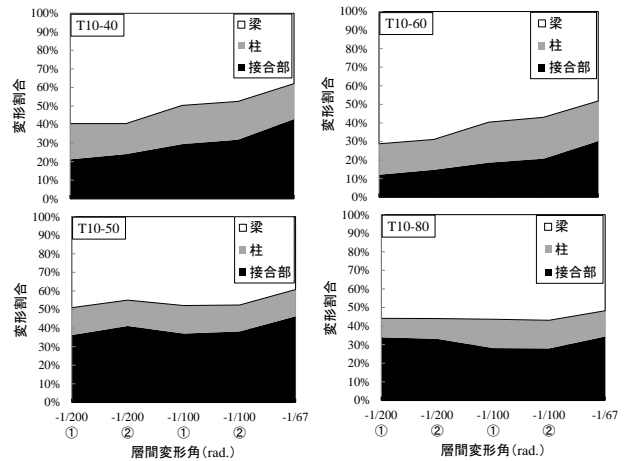


図-3 部材変形成分割合

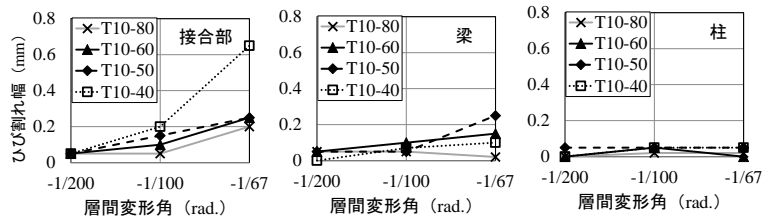


図-4 最大残留ひび割れ幅推移

4. まとめ

接合部補強比が柱梁曲げ耐力比 1.0~1.5 の接合部架構の耐力性状や破壊性状に及ぼす影響について静的加力実験から比較・検討し、以下の知見を得た。

- 1) 等価粘性減衰定数の推移から、損傷限界時には接合部補強比が約 50%以上の試験体がエネルギー吸収能に優れること、及び、安全限界変形角時では特に強度によらず横補強筋比の影響が大きくなることを示した。
- 2) 接合部補強比が約 50%以上の試験体は接合部のひび割れが安全限界時にも大きく開かず、接合部補強比増大による補強効果が確認された。また、接合部補強比が約 50%の試験体はひび割れが多いことから接合部補強比は約 60%以上あることが望ましいといえる。
- 3) 接合部の変形・損傷は接合部横補強筋の強度及び量によって違いが生じ、本実験では接合部補強比約 60%以上を確保し、かつ鉄筋量（横補強筋比）が大きいほど抑制効果に優れる結果となった。

謝辞

本研究は、(財)日本建築防災協会の「機械式定着工法研究委員会」の研究の一部として実施したもので、実験の計画・設計・実施に際しては、東京鉄鋼(株)及び(株)堀江建築工学研究所より、技術資料・材料等の提供を受けた。ここに記して関係各位に感謝の意を表する。

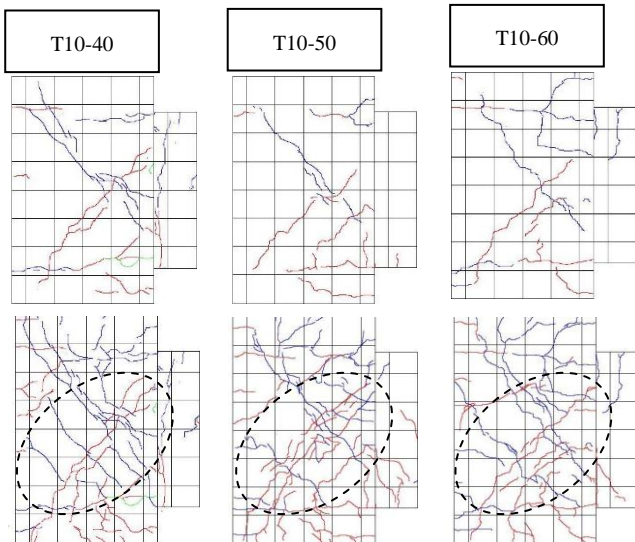


図-5 各限界時ひび割れ図
(上：R=1/200rad. 下：R=1/67rad.)

*1 東北大学大学院工学研究科 博士前期課程
 *2 東北大学災害科学国際研究所 助教・博士（工学）
 *3 東京鉄鋼株式会社
 *4 堀江建築工学研究所
 *5 東北大学大学院研究科 教授・博士（工学）

*1 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku University
 *2 Assistant. Professor, IRIDeS, Tohoku University, Dr.Eng.
 *3 Tokyo Tekko Corporation, Ltd.
 *4 Hirie Engineering and Architectural Research Institute Co.,Ltd.
 *5 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku University, Dr.Eng.