帯鉄筋間隔が柱高さで変化する RC柱のせん断劣化特性に関する繰り返し載荷実験

京都大学工学研究科	学生員	○後藤	源太
京都大学防災研究所	正会員	高橋	良和
京都大学防災研究所	正会員	澤田	純男

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日,宮城県沖を震源とするマグニチュード 9.0 の海溝型巨大地震である東北地方太平洋地震 が発生した.この地震では、300 秒を超える地震動が観測され、これにより構造物も相当な回数の繰り返しを 経験したと考えられる.甚大な被害を受けた土木構造物の1つに、東北新幹線高架橋柱がある.複数の高架橋 において、柱上部のコアコンクリートが玉石状に破砕し、一部の柱では鉄筋かごから脱落して、軸力支持能力 を喪失するという大きな破壊を呈した.本研究では、この高架橋柱を模擬した RC 柱の繰り返し載荷実験を行 い、繰り返し載荷に伴う RC 柱のせん断劣化特性を検討する.

2. 実験概要

実験供試体断面図,実験供試体全体図をそれぞれ,図1,図2に示す.各供試体は,320mmの正方形断面で, せん断スパン比 3.43 である.対象とする高架橋での柱高さ方向に帯鉄筋間隔が変化しており,柱上下部[0.20%] に比べ,柱中間部[0.10%]は疎に配置されている.また,コアコンクリートの破砕は,この帯鉄筋間隔が変化し ている部位で発生している.この点を考慮し,被災した柱上部とほぼ同程度の配筋(帯鉄筋比,帯鉄筋の密配 置区間)を有する実験供試体を作製した(Cmix1).柱基部の帯鉄筋間隔は 85mm であり,柱高さ 340mm 以上は 170mm である.85mm 区間の帯鉄筋比,曲げせん断耐力比はそれぞれ 0.23%, 1.11, 170mm 区間はそれぞれ 0.12%,0.90 である.なお,高架橋柱は両端固定条件であるので,柱を半分に分割した単柱試験体を作製した. また,柱全長にわたり同一の帯鉄筋間隔:85mm また 170mm とした実験供試体を,それぞれ C085,C170 と して作製した.

載荷は、主鉄筋の測定ひずみが降伏ひずみに達したときの変位を δ_y(=6mm)とし、それを基準として、正負 交番漸増載荷を行った.本研究では破壊後の挙動にも着目するため、復元力が最大時の半分以下になるまで繰 り返し載荷を続けた.測定項目は、載荷荷重及び載荷点変位、主鉄筋及び帯鉄筋のひずみとした.なお、供 試体天端に軸力を 2.0MPa 載荷している.



実験結果

各供試体の載荷終了時の破壊状況を、写真1に示す. C170 は、基部から柱中央部にかけてせん断ひび割れ が貫通し、繰り返し回数の増加に伴いせん断ひび割れ幅の急激な増大と荷重の低下が生じたせん断破壊の様相 を呈した. C085 はせん断ひび割れも多く確認できるものの、最終的には柱基部で主鉄筋がはらみ出し、コンク

キーワード せん断劣化特性,帯鉄筋配置,繰り返し載荷 連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ケ庄 京都大学防災研究所 TEL 0774-38-4069 リートが圧壊する曲げ破壊を呈した.一方, Cmix1 は, C170 より若干緩やかな傾斜角のせん断ひび割れが基部 から柱中央部にかけて徐々に進展・交差し破壊した.



に塑性ヒンジ部が形成されているとともに、そ の位置は Cmix1 で帯鉄筋 85mm 区間にあたる. 一方、帯鉄筋ひずみ分布は大きく異なり、 Cmix1 では帯鉄筋が疎な区間において急激に大 きくなっている. つまり、Cmix1 では、柱基部 で曲げ挙動を示していたものの、3δ_y での繰り 返し載荷において、帯鉄筋疎区間でせん断破壊 が発生したことを意味している. ただし、せん 断ひび割れ下部では帯鉄筋が上部より密に配置 されているため、C170 に比べて、ひび割れが すぐに貫通せず分散し、結果、コアコンクリー トの破砕が進行したと考えられる.

4. まとめ

塑性ヒンジ部における帯鉄筋配置が密であっ たとしても変形が大きくなり、繰返し載荷され ることにより、帯鉄筋疎区間においてせん断破 壊が発生することを示した.また、単純なせん 断破壊に比べ、多くの繰り返しを経験している ことから、斜めひび割れの交差が多く、コアコ ンクリートの損傷も大きくなる傾向がある.

図3に各供試体の荷重一変位関係の包絡線及び破壊点を 示す.荷重一変位関係で最大荷重の90%となった時を破壊と した.図4に繰り返し回数の増加に伴う Pの推移を示す.ピ ーク荷重 P はそれぞれのサイクルでの最大荷重,図中の破壊 時サイクルは破壊点でのサイクルである.図3,図4の比 較から,荷重一変位関係レベルでは,Cmix1 は C085の挙動 に近く,荷重の繰り返し回数に伴う推移をみても、 $3\delta_y$ まで の挙動は類似している.ただ、 $4\delta_y$ 時に Cmix1 は急激に復元 力が低下し、C170と同様のせん断劣化を示している.

Cmix1 と C085 について、3 δ_y 繰返し時における主鉄筋及 び帯鉄筋のひずみ分布を図5に示す. 主鉄筋ひずみをみると、 Cmix1 及び C085 ともに同じような分布をしており、柱基部



