高軸力下におけるせん断耐力評価法に関する解析的考察

(株)ニュージェック 正会員 松本敏克 池澤市郎 坂田勉
(株)ジャパン・ザイペクッス 正会員 入江正明
(財)電力中央研究所 正会員 大友敬三

1 はじめに 筆者らは、阪神・淡路大震災で被災した鉄筋コンクリート製地中構造物の被害分析を通じて, 構造物の耐震性能照査に用いる解析手法の精度の検証とその適用性を検討している.神戸高速鉄道大開駅は 極めて大きな損傷を受けた構造物の一つであるが,中柱のせん断破壊により構造系の崩壊に至ったことがこ れまでの研究により明らかとなってきた⁽¹⁾.ところが,この部材は非常に高軸力の部材であるにもかかわら ず,高軸力の影響の観点から評価がなされた事例はあまりない.そこで,本報では,高軸力とせん断耐力の 関わりについて,既往の評価式に対して,被災事例の解析的検討と合わせて考察を行うものである.

2.評価式概要 今回の検討では, 土木構造物のせん断耐力の評価に一般的に用いられている示方書の 耐力式⁽²⁾と, 建築構造物の柱部材の耐力評価に一般的に用いられる修正荒川式⁽³⁾を採り上げた. の示方 書式は,比較的低軸力の部材を対象とした実験式であり,軸方向応力 <u>n</u>'が-2.15(引張)~2.86(圧縮)N/mm² の 範囲では,実験的にその適用性が確認されている⁽⁴⁾.それに対し,対象とする中柱は,常時の状態でも <u>n</u>' =11.4N/mm²程度(設計基準強度に比して 0.47)の高い軸圧縮応力が作用しており,適用範囲を超えている. 一方, の修正荒川式はコンクリートの設計基準強度に対して,0.4 倍程度の軸応力レベルまで適用が保証さ れており,比較的高軸力までの適用が可能である.

3.解析結果との比較検討 中柱部材を対象として,材料非線形性を考慮した FEM 解析を実施した.RC 要素の材料構成則は岡村・前川らのモデル⁽⁵⁾とした.図-3 に水平荷重と層間変形角の関係を示す.高軸力の 場合は,最大耐荷力経過後の荷重低下が急激であり,その前後で斜めひび割れが進展していた.高軸力にな るほど最大耐荷力が向上するも,ポストピーク域の荷重低下量も大きい.この最大耐荷力と既往の耐力評価 式との関わりは,図-4の通りである.軸応力比0.47(中柱の常時軸力レベル)では, の修正荒川式の方が 非線形解析結果との整合が良い.また, の示方書式については,実験結果との対応の良い実験式(___= 1+2M₀/M_u)およびこれを安全側に評価した設計式(___=1+M₀/M_d)ともに,安全側の解を与えるものと解釈 できる.図-5 は中柱の層間変形角と下端部せん断ひずみとの関係を示している.最大耐荷力に達する1%程 度の変形角においては,ひずみ量は大きくはないが,変形角が2%を超えるとひずみ量は増大する傾向にあ る.とくに,軸応力比0.47の場合には,変形角が4%に達すると同時に,ひずみが急激に増大した.したが って,耐荷力の低下とともにせん断ひずみが増大する傾向があると考えられる.

4. おわりに 軸力の増加に伴いせん断耐力は増加する傾向にあること,高軸力レベルにおいても示方書のせん断耐力評価式は適用可能であり安全側の解を与えることが明らかになった.また,部材の耐荷力や変形量と局所的な損傷指標との対応の様子が明らかになった.今後,被災構造物を対象として地盤・構造物連成系の地震応答解析を実施し,構造物の破壊判定にこの知見を役立てたいと考えている.

謝辞 本研究は土木学会コンクリート委員会 阪神·淡路大震災被害分析小委員会での活動の一環として実施した.本委員会の関係各位に謝意を表する次第である.

キーワード: R C 地中構造物,高軸力部材, せん断破壊, せん断耐力, 材料非線形解析 連 絡 先: 〒542-0082 大阪市中央区島之内1丁目 20-19 Tel:06-6245-4901 Fax:06-6251-2565

軸応力比 0.0

軸応力比 0.10

軸応力比 0.47

0.06

0.04

0.02





〔参考文献〕(1)阪神・淡路大震災調査報告(第5巻)(1999.8),(2)コンクリート標準示方書[構造性能照査編](2002.3),(3)建 築物の構造関係技術基準解説書(2001.3), (4)コンクリートライブラリー第 61 号コンクリート標準示方書(昭和 61 年制定)改 訂資料(1986.10),(5)岡村甫,前川宏一:鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則(1991.5)