

I-74

受働的拘束を受けるコンクリートの挙動に関する基礎的実験

新日本製鐵(株) 正員○木下 雅敬
正員 伊佐 隆善

1 はじめに

互いに直交する3軸方向のうち2方向についてコンクリート要素を拘束したとき、3番目の軸方向のコンクリートの圧縮強度が大きく上昇することはよく知られている。一般の鉄筋コンクリート及び合成構造においては、このような拘束力は通常鋼材により受働的に作用する。しかし、多軸応力を受けるコンクリートの構成則を得る目的でこれまで行なわれた実験の多くは、力を能動的に加えたものであり、例えば、受働的応力状態となる柱の拘束効果のような場合には、そのまま適用することは出来ない。そこで、このような受働的拘束を受けるコンクリートの構成関係を求めることを最終的な目的として、基礎的な実験を行なったのでその概要を報告する。

2 実験概要

実験では、図-1に示す如く短い鋼管内に打設されたコンクリートを軸方向に圧縮している。このとき鋼管内面にはグリースを塗布しさらにポリエチレンシートをコンクリートと鋼管の間に挟むことにより鋼管とコンクリートの間の摩擦を出来る限り減じるようにしている。実験変数は、鋼管厚さとコンクリート強度であり、鋼管厚は1.6、4.0、8.0、12.0mmの4種、またコンクリート強度は33MPa(Mix1)、45MPa(Mix2)の2種類を設定している。尚、実験に用いた鋼管の降伏点は315MPa、引張強さは580MPaであった。

3 実験結果概要

実験により得られた、荷重とコンクリートの軸方向歪みの関係を図-2(Mix1の場合)に示す。尚、本実験では、鋼管とコンクリートの間の摩擦を切る様にしているにもかかわらず、鋼管に若干の軸方向応力が発生していたので、鋼管に貼った歪みゲージより鋼管の応力を計算し、コンクリート要素中央部の応力状態を推定した。このようにして求めたコンクリートの応力経路を図-3(Mix1)に示す。

(1) 弾性係数

実験における除荷-再載荷過程でのコンクリートの応力-歪み関係から弾性係数(体積弾性係数、せん断弾性係数)を求め、これを一般的なコンクリートの初期弾性係数と比較した。その結果せん断弾性係数について顕著な低下が認められた。

(2) 終局強度包絡線

図-3に示すコンクリートの応力経路より仮想される終局強度包絡線を、各コンクリート強度についてもとめてみた。その結果を一軸強度にて無次元化した八面体応力平面にプロットしたものを図-4に示す。図より側方拘束力によるコンクリートの軸方向強度の増加割合は高強度のコンクリートの方が小さいと判断できる。

(3) 塑性歪み

(1)にて求めた弾性係数を用いれば、コンクリートの塑性歪みを計算することができる。塑性歪みの増分を表すベクトルを応力経路上に重ね合わせることで、塑性流れの方向に関する全体像を把握することを試みた。その塑性流れ図を図-5(Mix1の場合)に示す。図中の塑性流れベクトル(図中の矢印)の方向から分かるように、応力経路が終局強度包絡線に到る時点での体積歪みの増加割合は拘束圧に依存することが分かる。さらに図-6には、応力経路図(図中実線)に、次式にて定義される塑性仕事 W^p の等高線を破線にて重ねて描いたものを示す。

$$W^p = \int \sigma_{ij} d\epsilon_{ij}^p \quad (1)$$

これにより、塑性理論における所謂載荷関数の概略の形を把握することを試みた。図より受働的拘束を受けるコンクリートの載荷関数は、土のCam-Clayモデルに見られるようなキャップモデルに近い形となることが分かる。

4 おわりに

尚、実験結果詳細は当日発表する。最後に、本研究に関してアテネ工科大学のProf.M D Kotsovos とロンドン大学インペリアルカレッジのDr.M N Pavlovicに御指導頂いた。記して謝意を表す。

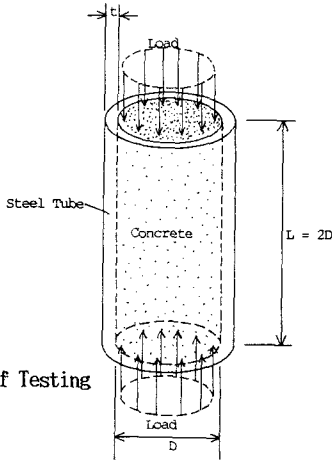


図-1 Description of Testing

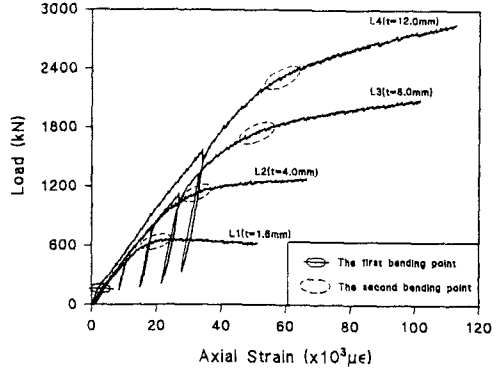


図-2 Experimental load-strain relationship for Mix1

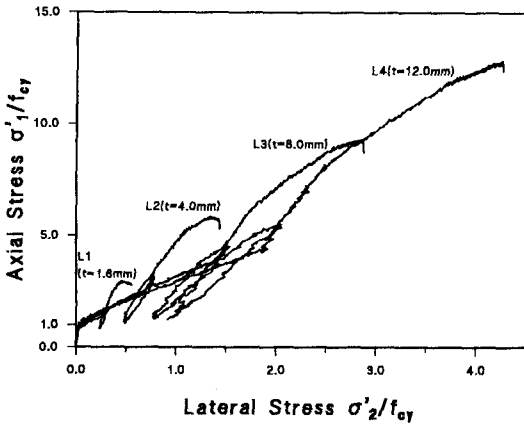


図-3 Experimental stress path in concrete for Mix1

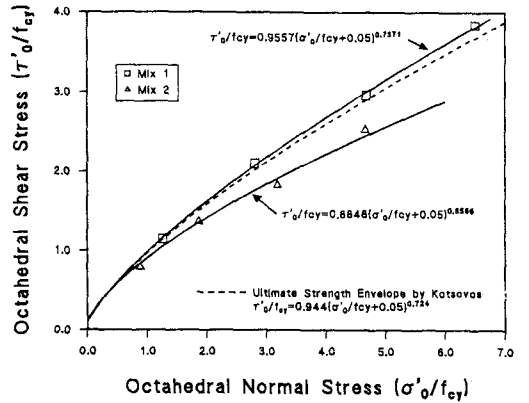


図-4 Ultimate strength envelopes

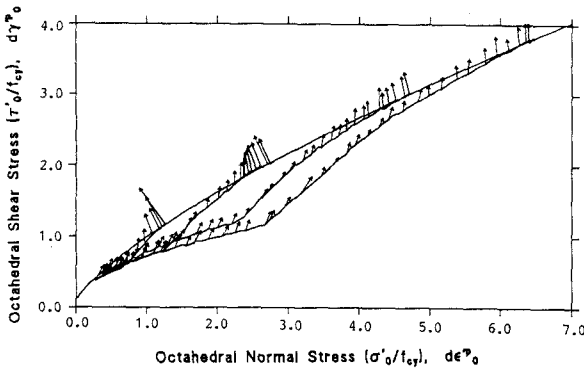


図-5 Experimental plastic flow for Mix1

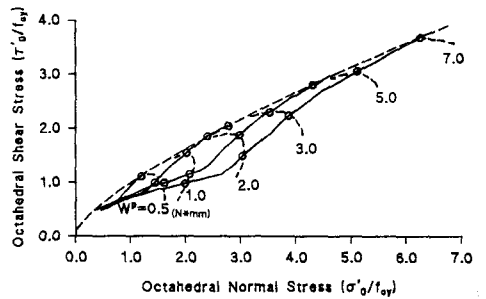


図-6 Contour diagram of plastic work for Mix1