

V-233

三軸圧縮応力下のコンクリートの弾塑性破壊構成則

運輸省第二港湾建設局 正会員 竹村淳一
 ㈱日建設計・土木設計事務所 正会員 入江正明
 東京大学工学部 正会員 前川宏一

1. まえがき

帯筋やスパイラル筋等により横拘束された部材、いわゆる三軸圧縮応力を受けるRC部材の設計を合理的に行なうためには、終局限界状態に対する安全性の検討、つまり、構造物または部材としての塑性変形能の評価が重要な問題となる。横方向の拘束力の大きさにより構造部材の変形性が変わり、終局限界状態設計におけるじん性の取扱方も違ったものとなる。RC構造物のじん性評価式がいくつか提案されているが、これらの適用性については、十分に検討がなされているとはいいがたい。また、現在のじん性評価は断面パラメータにより評価されているが、低側圧下での構成則は必ずしも精度よいものではない。そこで本研究は低側圧下での三軸圧縮応力下のコンクリートについて考察を行なったものである。弾塑性破壊構成則¹⁾は全応力-全ひずみ関係を応力-弾性ひずみ関係、弾性ひずみ-塑性ひずみ関係の2つの構成方程式としてそれぞれ独立に求め、組み合わせて求められる。しかし、応力およびひずみを受けるとその構成要素は塑性変形と損傷とを同時に受けており、それぞれを直接に分離して一意的に定めることは出来ない。そこで、弾性ひずみを基準に解析を行い、塑性と破壊進行の挙動を表現した。さらに、ひずみ成分は平均成分と偏差成分に分離してそれぞれの成分について解析を進めた。

2. 弾性ひずみに関する破壊構成方程式

図-1に平均応力-平均弾性ひずみ関係を示す。これらの関係は変形が進行してもさらに拘束応力が異なっても線形であることを示している。また、図-2に偏差応力-偏差弾性ひずみ関係を示す。この図より、変形が進行すると剛性が低下し、拘束応力が異なるとそれらの関係も異なることを示している。これは、せん断変形の増加とともにコンクリート内部での微小ひび割れが損傷を受けてそのエネルギーが蓄積されたものと考えられる。そして、破壊パラメータ-偏差弾性ひずみ関係を図-3に示すように、偏差成分により破壊進行特性が表現できた。

3. 塑性ひずみに関する塑性構成方程式

図-4に平均塑性ひずみ-平均弾性ひずみ関係を示す。また、偏差塑性ひずみ-偏差弾性ひずみ関係を図-5に示す。これらの関係は極めて高い非線形性を示しているが、拘束応力に影響をせずに一意的である。さらに平均塑性ひずみ-偏差塑性ひずみ関係を図-6に示す。拘束応力が異なっても変形の進行とともに体積収縮から膨張への挙動を示しているが、拘束応力が異なると体積

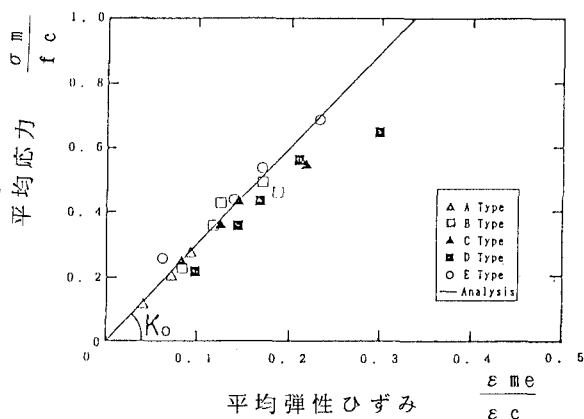


図-1 平均応力-平均弾性ひずみ関係

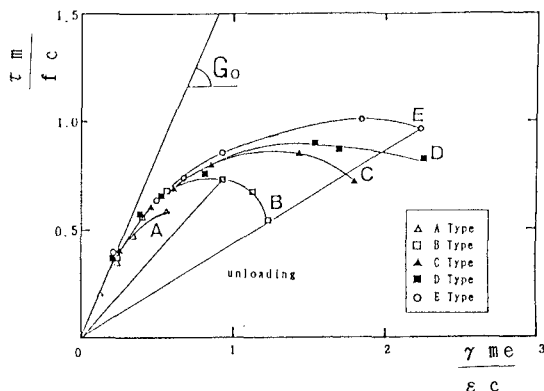


図-2 偏差応力-偏差弾性ひずみ関係

膨張過程で異なった挙動を示し、拘束応力が高いほど体積膨張が抑制されていることが分かった。

4. まとめ

以上のことから次のことが分かった。

- (1) ひずみを平均と偏差成分に分離し、弾性ひずみを基準にすることで塑性と破壊挙動を表現できた。
- (2) 応力の平均成分は破壊の進行を起こさない。
- (3) 破壊はせん断成分により引き起こされる。
- (4) 拘束応力が高くなれば体積膨張が抑制される。

【謝辞】

本研究は筆者らが東京大学大学院に在籍中に行なったものであり、ご指導頂いた岡村 甫教授、前川宏一助教授に対してここに感謝を表します。なお、本研究は、第61年度土木学会吉田研究奨励金を受けて行なったものである。

【参考文献】

1. 前川宏一、岡村 甫、「弾塑性破壊モデルに基づくコンクリートの平面応力構成則」、コンクリート工学論文, Vol.21, No.5-1, May 1983, pp87-99
2. Eberhardsteiner, J., Meschke, G. and Mang, H., 「Triaxiales konstitutives modellieren von Beton.」, Institut für festigkeitslehre, Technische Universität Wien, Juni 1987

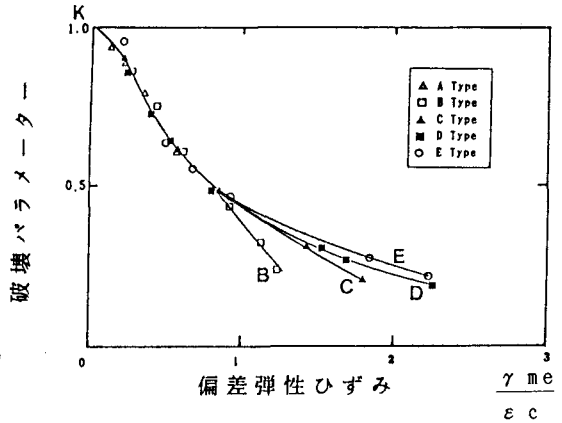


図-3 破壊パラメーター
— 偏差弾性ひずみ関係

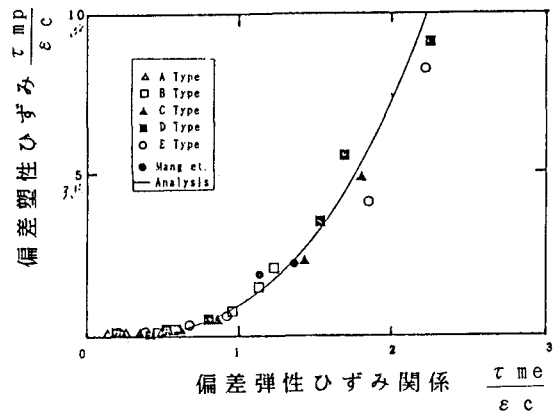


図-4 偏差塑性ひずみ
— 偏差弾性ひずみ関係

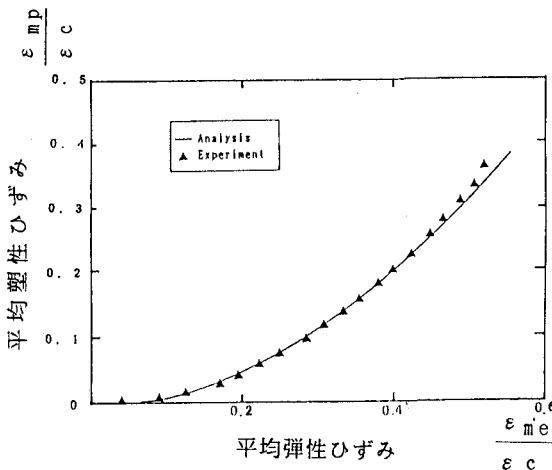


図-5 平均塑性ひずみ
平均弾性ひずみ関係

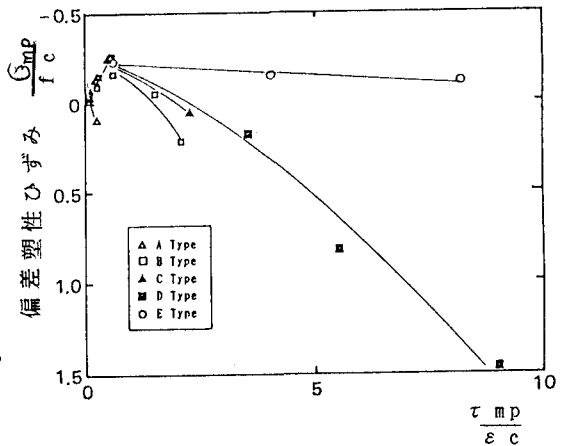


図-6 平均塑性ひずみ
偏差塑性ひずみ関係