

金沢大学工学部 学生会員・福 嶋 徹
 金沢大学工学部 正会員 梶 川 康 男
 金沢大学工学部 正会員 吉 田 博

1. まえがき

鉄筋コンクリート(RC)とプレストレストコンクリート(PC)構造物の解析にあたって、本研究では梁要素の挙動を数値解析することを目指とし、梁の荷重載荷試験を行なってモデル化や仮定の妥当性を判断した。

2. 解析手法

梁は2次元平面応力問題として考え、三角形一次要素を用いた非弾性有限要素解析で、荷重増分解析を行なった。

α) 材料のモデル化 コンクリートの材料非線形性を表やすのにDarwin-Pecknold¹⁾の等価一軸ひずみの概念を用いた。これによりコンクリートは直交異方性であると仮定し、それぞれの主応力方向について各荷重ステップで順次、接線弾性係数を求めてゆき、次のDarwinとPecknoldにより提案された式を主応力方向の応力-ひずみ関係として計算を進める。

$$\begin{bmatrix} d\sigma_1 \\ d\sigma_2 \\ d\epsilon_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{1-\mu_{12}} \begin{bmatrix} E_1 & \mu_{12}\sqrt{E_1 E_2} & 0 \\ & E_2 & 0 \\ \text{Symmetric} & (E_1 + E_2 - 2\mu_{12}\sqrt{E_1 E_2})/4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\epsilon_1 \\ d\epsilon_2 \\ d\epsilon_2 \end{bmatrix}$$

ここで E_1, E_2 は接線弾性係数で、 μ_{12} は $\mu_1^2 = \nu_1 \nu_2$ である。 ν_1 と ν_2 はポアソン比である。

この時、解析に必要となる材料データは、一軸圧縮載荷試験によって得られるものである。

β) 破壊規準 図-1に修正二軸強度包絡線²⁾を示した。図の縦軸は最大主応力、横軸は最小主応力を無次元化したもので、主応力比 $\mu (= \sigma_1 / \sigma_2)$ により4つの領域に分けて、各増分荷重ステップにおいて、それぞれの主応力が図の包絡線を越えた時に破壊とする。引張による破壊の場合は、最大主応力と垂直な方向にクラックが入ると仮定するSmeared Cracking Model²⁾を使い、ひび割れ後は、次の荷重ステップでひび割れ直角方向の剛性をゼロとし、等価な節点力として応力を解放した。

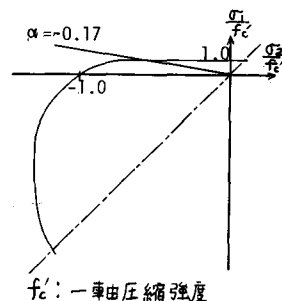


図-1 破壊規準

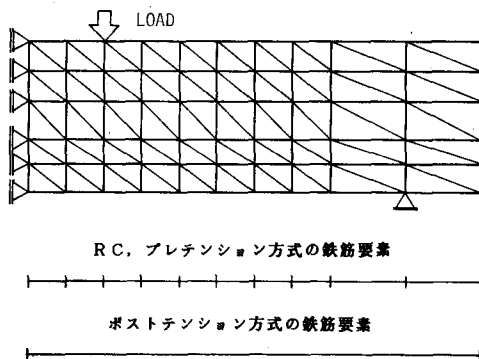


図-2 要素分割

γ) PCの場合 RCの場合と違い、荷重載荷前にプレストレスが作用しているので、これを表やすために解析では、初期状態で鉄筋には引張力を、コンクリートの鉄筋位置には圧縮方向の力を与えた。また、ポストテンション方式の場合は、RCやプレテンション方式の場合と違い、コンクリートと鉄筋の間に付着かないものとし、これを表やすのに鉄筋要素をコンクリートと同じようには分割せず、図-2のように両端にしな節点を持たない1つの要素として扱った。

3. 実験方法

図-3に示すように実験供試体は、RC、PC（プレテンション・ポストテンション）の3種類で、それぞれ長さ125cm、高さ20cm、幅15cm、鉄筋は丸鋼16mmを2本、かぶり3cmのものを2体ずつ合計6体製作した。荷重は、図-3に示すように単純支持

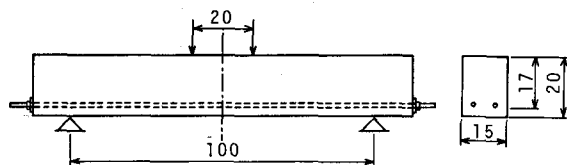


図-3 荷重・荷重方法および供試体

間隔を100cmとして、スパン中央より左右10cmの位置に2点載荷しスパン中央部で、変位計により梁のたわみを測定した。なお、PCばかりでは載荷直前にプレストレス（ σ_t ）を導入した。

4. 解析と実験の比較

解析手法の検証のために、二羽³⁾による解析モデル検証用試験体について計算した。その結果を図-4に示す。よく一致しており解析手法の妥当性が確認できた。図-5～図-7に3種類の梁の荷重-たわみ曲線を示した。なお、解析ははり中央付近の要素が破壊するまで行なった。RC（図-5）については、解析において鉄筋が降伏する7セ付近までは実験値と解析値がほぼ一致している。プレテンション方式（図-6）の場合、クラックが発生し応力解放を行なった後、8セ付近までは実験値をほぼ説明出来た。この2種類については、鉄筋降伏前の挙動を追跡出来たと思われる。今回、降伏後のひずみ硬化を考慮していないこともあり、降伏後の挙動については実験値とやや異なった結果となった。ポストテンション方式（図-7）では、7セ付近まで1本の実験値と似た軌跡を描いて10.6セまで計算出来たが、その後の挙動については解析出来なかった。

現段階では、解析で鉄筋とコンクリートの間を完全付着とし、すべり挙動を考慮するに至っていないので、今後この付着-すべり関係の取扱いについて検討する必要がある。

〈参考文献〉1) D. Darwin, And D.A. Pecknold, ANALYSIS OF RC SHEAR PANELS

UNDER CYCLIC LOADING, Proc. of ASCE, Vol. 102, No. ST2, 1976, pp355-369

2) C.F. Chen, Plasticity in Reinforced Concrete, McGraw-Hill, 1982

3) 二羽 淳一郎, 「非線形試験体」選定理由および実験データの概要, 第2回 RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するJJOフォーラム 解析モデル検証用試験体実験データ集, 1983

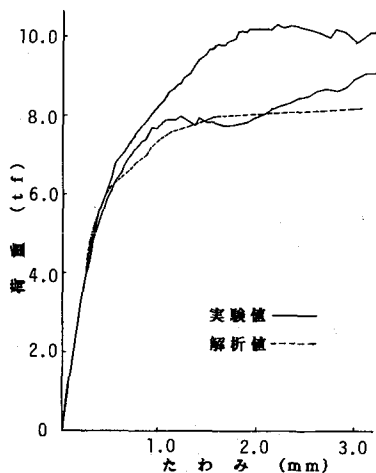


図-6 荷重-たわみ曲線（プレテンション方式）

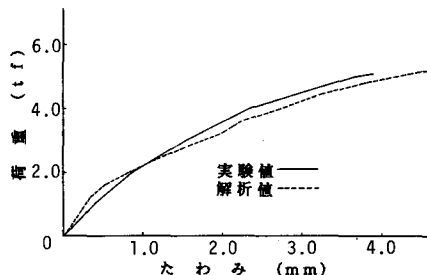


図-4 荷重-たわみ曲線（検証データ）

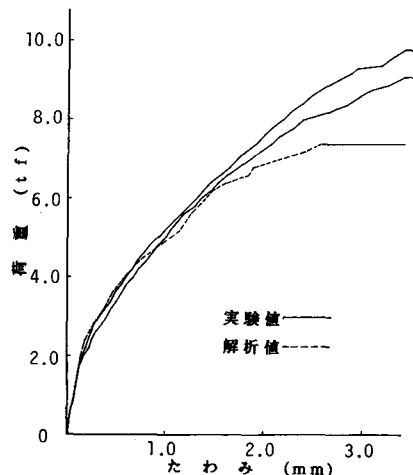


図-5 荷重-たわみ曲線（RC）

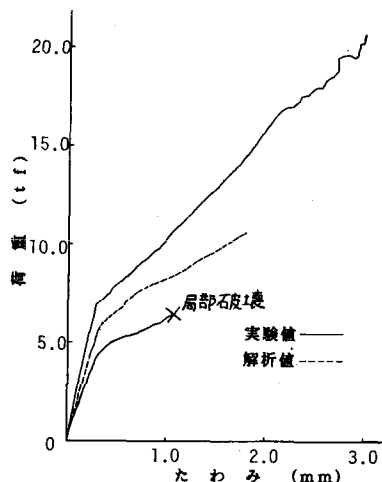


図-7 荷重-たわみ曲線（ポストテンション方式）