

大阪工業大学

正員 岡村 宏一

東洋技研コンサルタント(株)

正員 O 島田 功

1. まえがき: 筆者はすでに、不均質材を内蔵する脆性体の三次元問題を解析する1つの数値解法を提案し
 ている。本研究は、この解法を用い、鉄骨コンクリート構造のアンカー部等にもよめる、標記の構造物を三次元解
 析し、応力の伝達、破壊機構等を検討したものである。おもな項目は、次のとおりである。

- 1) 柱の埋込長と変化させた場合の応力の伝達機構
- 2) ひびわれの進展状態と破壊機構
- 3) 有効埋込長の検討

すなわち、埋込まわりの柱は、図-1 のように、頂部に水平力 P を受け、半無
 限脆性体(母体)と剛性が異なるものとする。一方、母体の材料として、引
 張限界応力に達するとは離れ破壊(ひびわれ)が生じ、また、Mohr の破壊理論に
 従って、せん断すべりを生ずるようなものを仮定する。

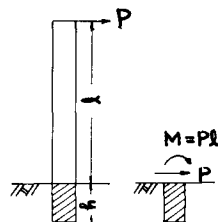
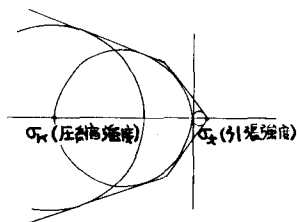


図-1

2. 解法: まず P によって、柱には、モーメントとせん断力が作用し、
 半無限体の表面には、図-1 のような外力が作用する。

とこで、ここで用いる三次元問題の解法は、すでに、文献1), 2), 3) に示
 してある。すなわち、釣合式に於いて、異種材料と母体との剛性の差
 異による物理量のほかに、ひびわれ、およびせん断すべりの発生に伴って、逐次変化する物理量を仮想の体積力
 で表わし、Mindlin 解を用いた領域変換法と部分差分法によって、解析するものである。また、せん断すべ
 りの解析は、flow-rule を用い、図-2 に示すような折線に近似する Mohr の降伏曲面を仮定している。
 さらに、引張応力が限界に達すると、その方向に垂直に、クラックが発生して、直応力に対する抵抗を失い、ま
 た、その面のせん断抵抗が低減するものと仮定した。



- i) $\sigma_x = \alpha_1 \sigma_k$
- ii) $\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1 < 0$ の場合
 $\sigma_3 \leq \sigma_k + 2\sigma_1$

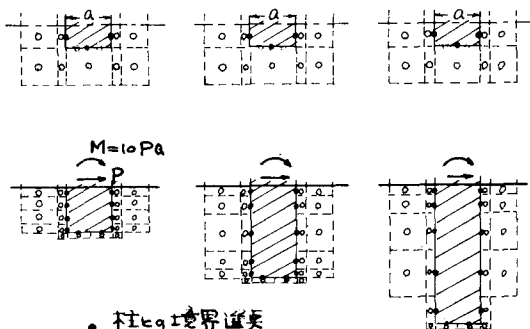
ここで、 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ は主応力成分

図-2

問題-1

問題-2

問題-3



- 柱と母体境界近傍
- 母体の領域近傍

図-3 解析領域の分割と近傍の配置

1) 岡村, 島田: 弾塑性をもち、不均質弾性を有する三次元体の1数値解法, 土木学会論文報告集, No. 212, pp. 11~24, 1973

2) 岡村, 島田: ひびわれを考慮した、補剛スラブの三次元解析, 第29回年次学術講演会概要I, pp. 154~156, 1974

3) 岡村, 島田: 不均質三次元体の数値解法に対する考察, 第30回年次学術講演会概要I, 1975

3. 計算諸元： 断面($a \times a$)の柱に、表面より、 $l = 10a$ の $\nu = 3$ に、水平力 P が作用する問題を $\tau - \mu$ に、埋込長さ h を、次の3種類に変化させ、図-3のよう解断領域の分割による2解断した。

問題-1： $h = a$ 、問題-2： $h = 2a$ 、
問題-3： $h = 3a$

本計算例では、柱のヤング率 $E = 5E_0$ (E_0 は母体のヤング率)とし、脆性母体の引張強度 $= 0.1\sigma_k$ (σ_k は圧縮強度)、フラックによるせん断低減率 $= 0.5$ とした。また、脆性母体の上部には、鉄筋 ($A_s = 0.015a^2$) を格子状に配置した。ただし鉄筋のヤング率係数比 $n = 10$ 、降伏応力 $= 10\sigma_k$ である。

4. 計算結果： 前述の各問題の、 u の h 現象の進展を、図-4~6に示した。まず、せん断すべりが、柱の引張側上端付近で起る。次に、 u の h 現象、引張側の側面を中心に進展していく。埋込長の短い問題-1では、さらに圧縮側下端、および、引張側上端に、せん断すべりが発生して、破壊に至る。また、埋込長を大き

問題-1

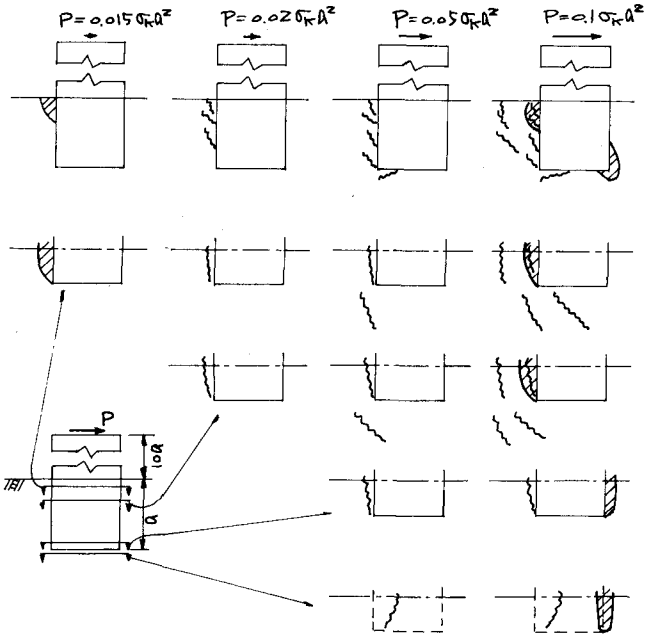


図-4

問題-2

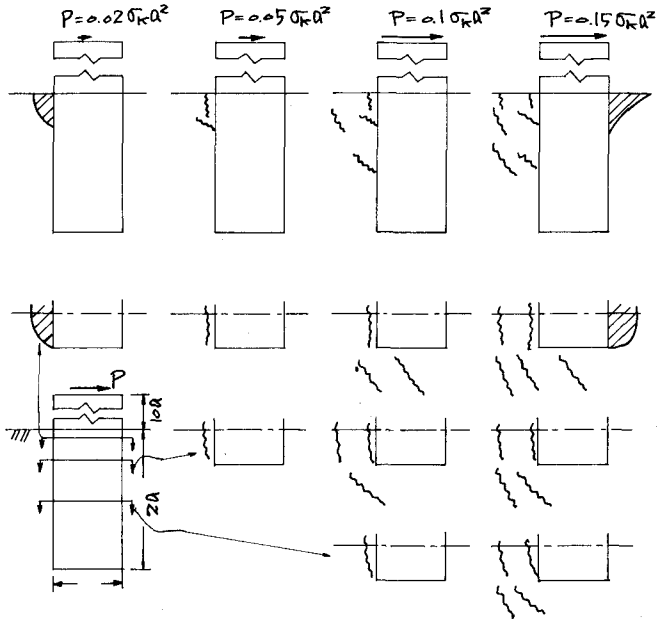


図-5

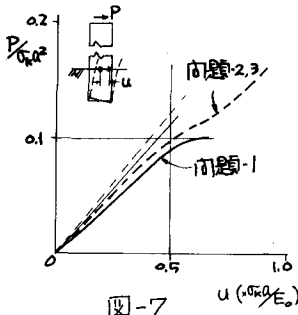


図-7

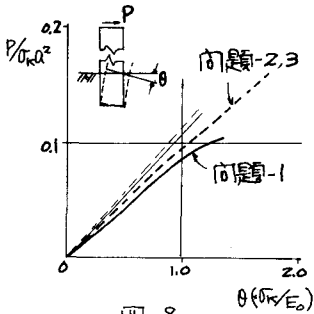


図-8

くし問題-2,3では、圧縮側上端に、せん断破壊が発生するが、柱のモーメントが、その上端で、降伏値に達し破壊している。

図-7,8は、柱上端の変形を示したものであるが、問題-2,3では、根入長による影響が見られなくなる。図-9~12は、各問題における、応力の伝達および、変形を中央断面について示したものである。応力については、ひびく発生前の場合とを比較した。柱の方が破壊する、問題-2,3では、断面幅の程度を深さで、外力は、ヒリマ脆性条件に吸収され、それより深いところの応力状態は、ほぼゼロになる。

5. 寸法：本解折例は、柱の埋込部に作用する外力を P とし、柱が反転的であり、柱の剛度も相当大く（剛性比=5）、柱断面が正方形の場合であるが、本解折の範囲では、柱幅の2倍以上の埋込長があるため、固定効果が発揮されることがある。

問題-3

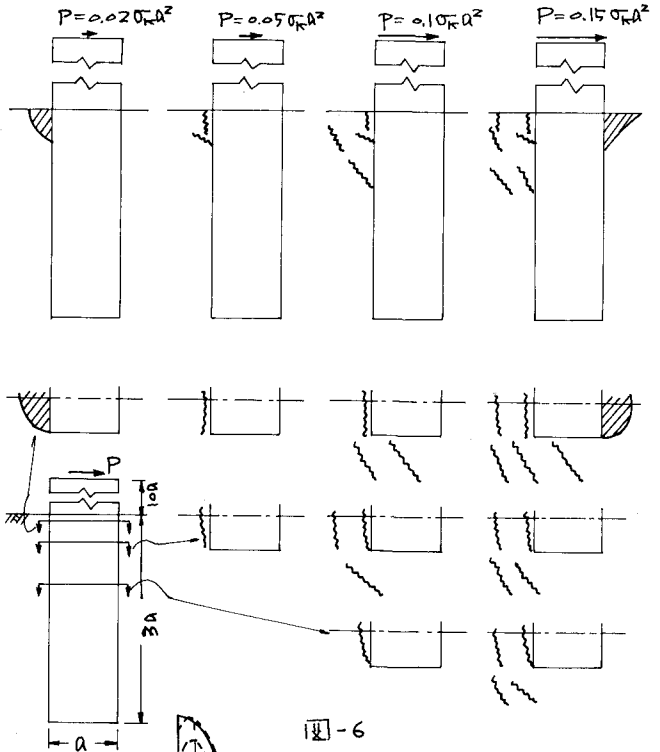
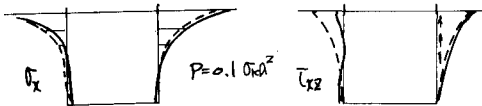


図-6



--- ひびく発生前の応力

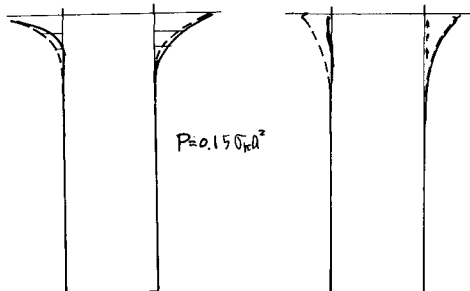
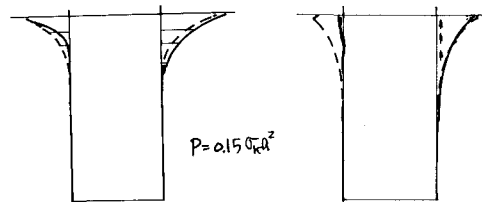


図-9 σ_x 0 10 (P/σ_c^2)

図-10 σ_{xz} 0 10 (P/σ_c^2)

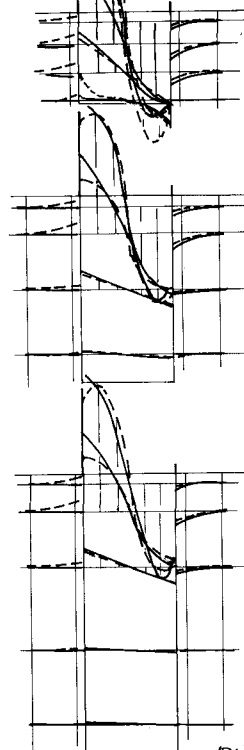


図-11 σ_z 0 10 20 (P/σ_c^2)

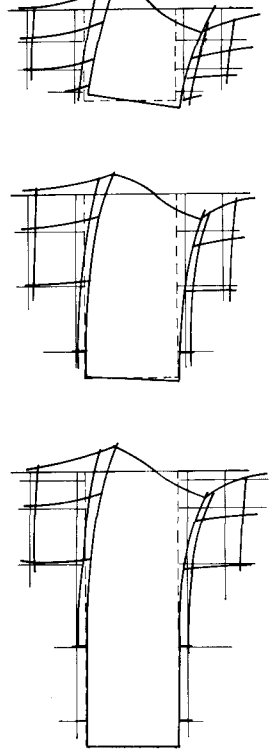


図-12 $P/E_c A$ 0 10