

V-23 外圧荷重を受ける中実及び中空円柱の応力解析

秋田大学 正 員 川上 洵

秋田大学 学生員 矢作秀之

秋田大学 学生員○佐藤 隆

1. まえがき

本研究は、はじめに中実及び中空円柱に図-1のように互いに直角をなす直径方向に、2対の外圧荷重が作用するとき、外圧荷重をFourier級数展開で表示して変位法により応力を決定した。次に得られた解析結果より主応力を求め、コンクリートの引張強度を一定と考えたとき最初に破壊が生ずるであろう箇所を推定したものである。

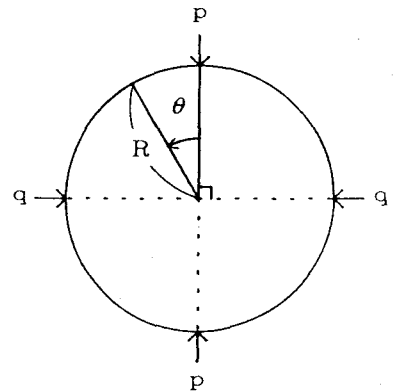


図-1

$$P(\theta) = \frac{1}{\pi R} (p+q) + \frac{2}{\pi R} \sum_{n=2,4,6,\dots}^{\infty} \{ p+q(-1)^{n/2} \} \cos n\theta \quad (1)$$

式(1)の荷重に対し、変位法による応力解析を行うと応力 σ_r 、 σ_θ 、 $\tau_{r\theta}$ は(2)、(3)、(4)式のように表される。

$$\sigma_r = \frac{1}{\pi R} (p+q) + \frac{1}{\pi R} \sum_{n=2,4,6,\dots}^{\infty} \{ n(r/R)^{n-2} - (n-2)(r/R)^n \} \{ p+q(-1)^{n/2} \} \cos n\theta \quad (2)$$

$$\sigma_\theta = \frac{1}{\pi R} (p+q) + \frac{1}{\pi R} \sum_{n=2,4,6,\dots}^{\infty} \{ -n(r/R)^{n-2} + (n+2)(r/R)^n \} \{ p+q(-1)^{n/2} \} \cos n\theta \quad (3)$$

$$\tau_{r\theta} = \frac{1}{\pi R} \sum_{n=2,4,6,\dots}^{\infty} \{ -n(r/R)^{n-2} + n(r/R)^n \} \{ p+q(-1)^{n/2} \} \sin n\theta \quad (4)$$

σ_r : 半径方向応力, σ_θ : 円周方向応力, $\tau_{r\theta}$: せん断応力, R : 円柱の半径
式(2), (3), (4)から主応力を求めた。

3. 主応力分布

図-2, 図-3はそれぞれ中実及び中空円柱の直径方向に、2対の外圧荷重が作用したとき(図-1: $p=q$)の主応力分布である。中実円柱では、外圧荷重が作用する直下の断面内で最大の引張応力が発生し、同時に同じ箇所でも最大の圧縮応力が発生する。中空円柱では、中空部の表面の外圧荷重が作用する線上で最大の引張応力が発生し、外圧荷重が作用する直下の断面内で最大の圧縮応力が発生する。

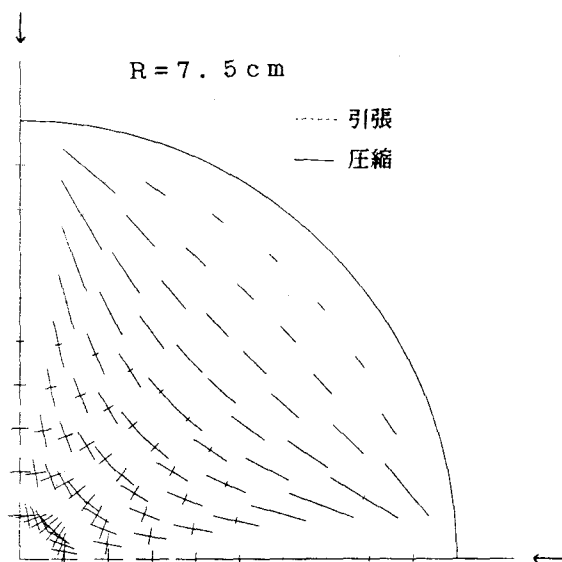


図-2 中実円柱の主応力分布

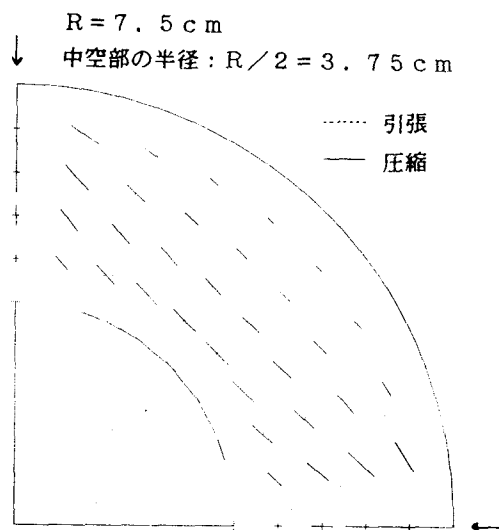


図-3 中空円柱の主応力分布

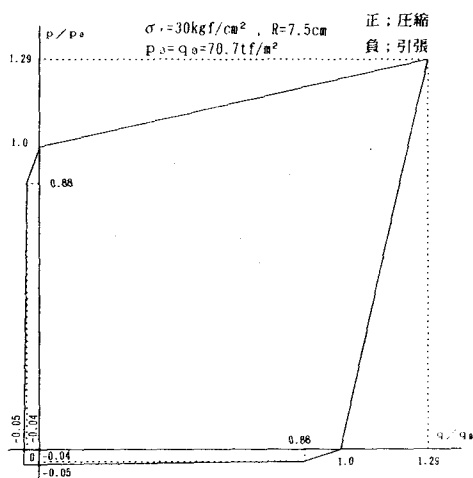


図-4 中実円柱の破壊曲線

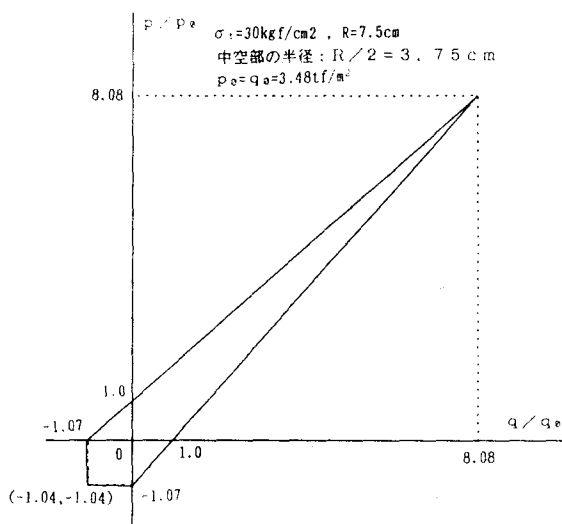


図-5 中空円柱の破壊曲線

3. 主応力による破壊曲線の推定

いま、直径方向に1対の外圧荷重が作用したとき(図-1: $q=0$)にコンクリートの引張強度 $\sigma_t=30 \text{ kgf/cm}^2$ の最大主応力が発生するときの外圧荷重 p を破壊荷重 p_e とする。次に図-1のように外圧荷重 p と q が同時に作用したとき、式(1)において $q=0.1q_e, 0.2q_e, \dots$ のように q を変数としてそれぞれの q における破壊が発生するときの p を求める。この結果が図-4の中実円柱の破壊曲線、図-5の中空円柱の破壊曲線である。破壊曲線において曲線外の領域では破壊が発生するということである。中実円柱の場合を取り上げると直径方向に1対の外圧荷重が作用したとき(図-1: $q=0$)は、 $\sigma_t=30 \text{ kgf/cm}^2$ に対し $p=70.7 \text{ tf/m}^2$ で破壊するが、2対の外圧荷重が作用したとき(図-1: $p=q$)は、 $p=91.1 \text{ tf/m}^2$ で破壊し、 $91.1/70.7=1.29$ とほぼ3割増しの荷重に耐えられるということである。