

九州大学 正員 松下 博通
 学生員 牧 角 龍 憲

1, まえがき

コンクリートには、空水隙や骨材周囲のフラックなどの微小な欠陥部が潜在し、それら欠陥部からのき裂の発生によりコンクリートの破壊が開始する。本文は、微小欠陥部をスリットで置きかえることにより観察した、き裂の発生伝播に関する考察を行なったものである。

2, き裂の発生

欠陥部周辺の応力の理論解として、欠陥部を楕円形とし、 σ_1 が作用したときの楕円周上の tangential stress σ_θ は、(図-1)

$$\sigma_\theta = \sigma_1 \frac{1-m^2+2m \cos 2\theta - 2 \cos 2(\theta+\alpha)}{1-2m \cos 2\theta + m^2} \dots (1) \quad m = \frac{a-b}{a+b}, \alpha: \sigma_1 \text{ と楕円長軸のなす角}$$

θ : 楕円上の点を示すパラメーター

と Muskhelishvili により報告されている。 σ_θ が最大引張応力を生ずる点においてき裂は発生するが、その点の θ は $\partial \sigma_\theta / \partial \theta = 0$ より

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{b}{a} \frac{b - a \tan^2 \theta + \sin \alpha \sqrt{a^2 \tan^2 \theta + b^2}}{(a+b) \tan \theta} \right] \dots (2)$$

となる。そのときの σ_θ を図-2 に示す。ここで筆者らは、モ

ルタル供試体(寸法 $8 \times 10 \times 20 \text{ cm}$) 内に楕円形状の単一スリット ($2a=3 \text{ cm}$, $2b=0.3 \text{ cm}$) を入れ、圧縮試験を行ない、き裂の発生状況を観察した。

3, スリットからのき裂の発生

1) 実験概要 モルタルの配合は $w:c:s = 0.6:1:2$ とし、砂は豊浦標準砂セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。スリット端の形状を3種類(図-3)とし、 α を 22.5° づつ変化させた。加圧板と載荷面の間にはシリコングリースを塗布して摩擦を減じ、き裂の検出はフラッシュメーターにより行ない、き裂発見のため水で濡れた石膏を供試体表面に塗布した。無スリット供試体による圧縮強度は $\sigma_c = 99 \text{ kg/cm}^2$ であった。

2) 結果および考察 実験結果を図-4~図-11に示す。図-5の σ_1 はスリット

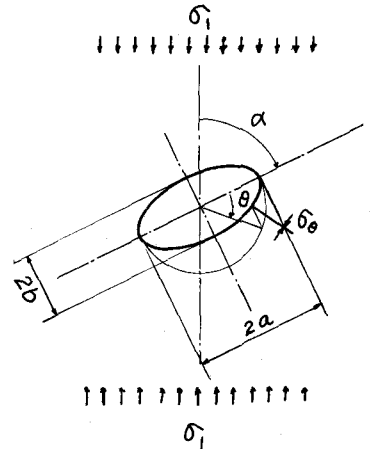


図-1. 楕円ひびわれ周面の tangential stress

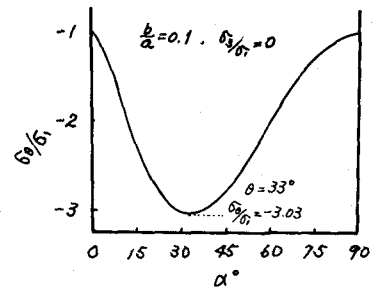


図-2. α による $\sigma_{\theta \max}$ (引張) の変化

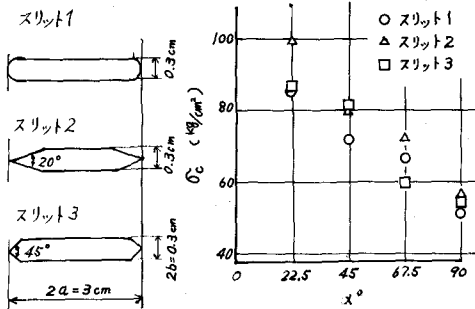


図-3. スリットの形状

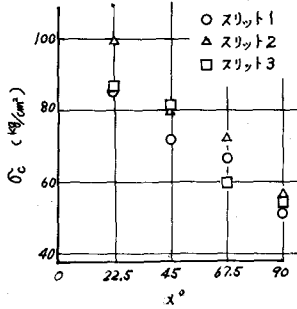


図-4. 圧縮強度 σ_c

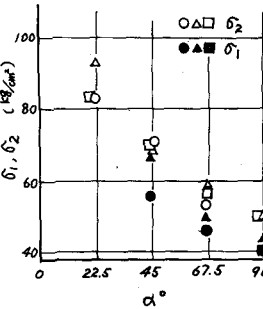


図-5. き裂発生応力 σ_1
 き裂の連結応力 σ_2

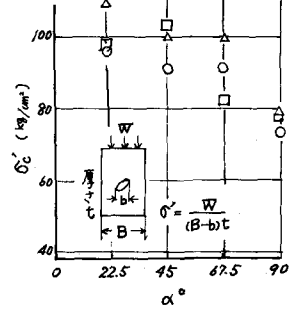


図-6. スリットによる断面減少を考慮した圧縮強度 σ'_c

トから初き裂
が発生した荷
力、 σ_{2r} はスリ
トからのき裂
が他のクラッ
クと連結した、
あるいは一気

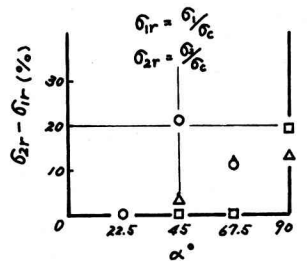


図-7. (き裂が発生直前) σ_1/σ_c と
(き裂が連結直前) σ_2/σ_c との差

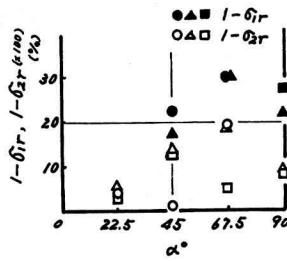


図-8. $1 - \sigma_{1r}$, $1 - \sigma_{2r}$

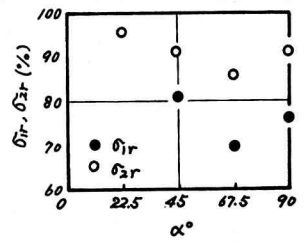
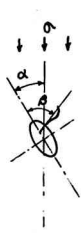


図-9. スリットの σ_{1r}, σ_{2r}
の平均

のである。図-6は、スリットの荷重軸
に垂直な長さが強度に影響するとし
た場合を示すものである。本実験
の範囲内では、き裂発生に関し、
次にあげる傾向がみられた。



(1) 圧縮強度、き裂発生応力とともに
スリット端の形状による差異はなく、
 α が増大するにつれ、ほぼ直線的に減少した。

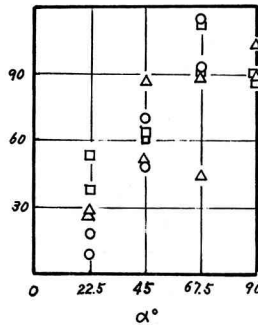


図-10. き裂が長軸とす角 θ

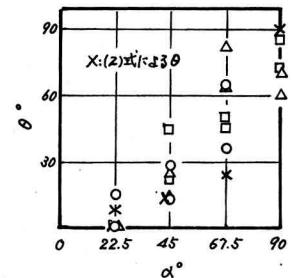


図-11. θ

図-6において、 α が45以下ではほぼ同一強度を
示し、無スリット試体の圧縮強度に近づく。

(2) α が大きいはと初き裂は低応力比で入るが、破壊
にあずびつくき裂連結までの間隔は大きくなっており、
き裂の連結は α に関係なく、応力比で90%付近で生じ
た。(3) 圧縮応力場でき裂が発生した場合、き裂は
荷重軸に平行にのみ、応力集中を減じながら継続的に
進行するとされているが、図-10,写真-1に示されるよ
うに、き裂が長軸となす発生角はかなりのばらつきは
あるが、ほぼ荷重軸に平行となる角度で発生、進行し
ている。(4) き裂の発生位置は α が大きくなるほど
(2)式による理論値と差を生じた。また初き裂後のき裂
の発生位置は α が大きくなるほど θ が変化し、 $\alpha = 90^\circ$
では、ほぼ90°違う位置から発生した。(5) α が小
さいほどき裂の連結応力と圧縮強度に差がなく、き裂
幅も大きい。

以上まとめると、き裂発生にはスリットの形状より
も傾角 θ 、また、試体の寸法に対するスリットの大き
さが影響するものと思われる。

たわいに、本実験を担当して頂いた鹿弘健二氏(現
大林組)に深く感謝の意を表します。

参考文献・小林昭：コンクリートの破壊機構、コンクリート学 Vol.13, No.2, Feb 1975

・S. Uriel Rens: Brittle and Plastic Failure of Rocks, Proc. 2nd Congress, Int. Soc. Rock Mech., Bogota, 1970

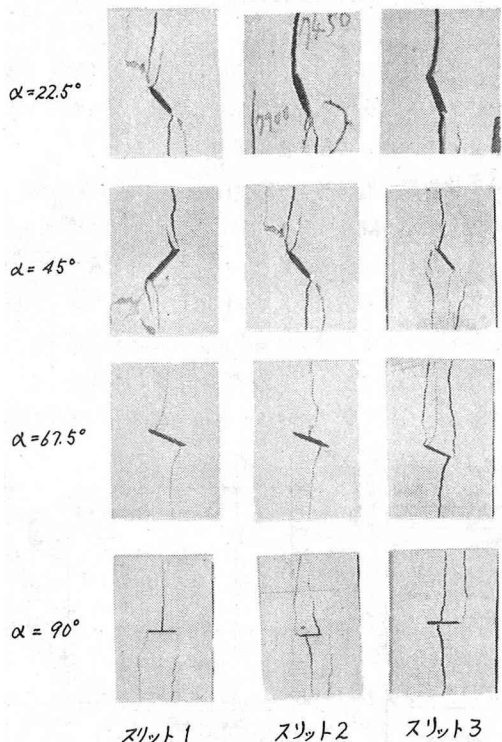


写真-1. スリットからのき裂の発生状況