

静的破砕剤によるコンクリート破砕時間の推定法に関する研究

九州工業大学 正会員 渡辺 明
学生員 ○ 助清 満昭

1. まえがき

近年、コンクリート構造物が十分な耐力を有しているにもかかわらず、機能の低下、土地の絶対量の不足と有効利用の観点から解体されることが多くなってきたが、従来の解体工法は火薬類や重機械を用いるため、都市内において安全と公害の両面で大きな問題となっている。そのような情勢の中で安全かつクリーンな工法の一つとして静的破砕剤が注目を集めている。しかしながら、破砕のメカニズム、破砕時間の推定法は明かされていない。そこで筆者らは静的破砕剤(膨張剤系、比重3.12、粉末度2380 cm^2/g)を用いた実験検討を行った。

2. 実験の概要

実験は全て水・破砕剤比25%、孔径32mmとして20℃の恒温室で行なった。破砕剤による膨張圧の測定には、ストレインゲージを貼った鋼管による外管法、内管法および圧力変換器を用いた。

3. 破砕の実験式

コンクリートを弾性体と考えると、円筒コンクリートの場合、膨張圧による円周方向の引張応力分布は図-1のようになる。破砕時の最大引張応力は孔内壁においてであり、その値は厚肉円筒理論より式(1)で与えられる。

$$\sigma_{\theta \max} = \frac{K^2 + 1}{K^2 - 1} \cdot p_u \quad \text{--- (1)} \quad \left\{ \begin{array}{l} K = r_2 / r_1 \\ p_u: \text{破砕膨張圧} \end{array} \right.$$

しかしながら、実験の結果得られた破砕時膨張圧により求められた $\sigma_{\theta \max}$ はコンクリートの引張強度 σ_t を大きく上まわるものである。図-2に $\sigma_{\theta \max} / \sigma_t$ とKの関係を示す。一方、円筒コンクリートの破砕時の引張応力の平均値 $\bar{\sigma}_\theta$ は式(2)で表わされる。

$$\bar{\sigma}_\theta = \frac{\int_{r_1}^{r_2} \sigma_\theta dr}{r_2 - r_1} = \frac{1}{K - 1} \cdot p_u \quad \text{--- (2)}$$

平均引張応力とコンクリートの引張強度の比($\bar{\sigma}_\theta / \sigma_t$)とKとの関係を図-3に示す。同図では $\bar{\sigma}_\theta / \sigma_t$ の値はかなりばらついてはいるが、その中心はKの値にかかわらずほぼ1となっているようである。したがって

$$\bar{\sigma}_\theta = \sigma_t \quad \text{--- (3)}$$

で表わされる破砕の実験式が考えられる。原田らによると円筒コンクリート内壁のひずみは破砕時には 500×10^{-6} 以上にも達すると報告されている。もし、コンクリートの破壊が脆性的であるとすれば、その引張応力は $100 \sim 150 \text{ kg/cm}^2$ となる。通常の $\sigma_{28} = 200 \sim 350 \text{ kg/cm}^2$

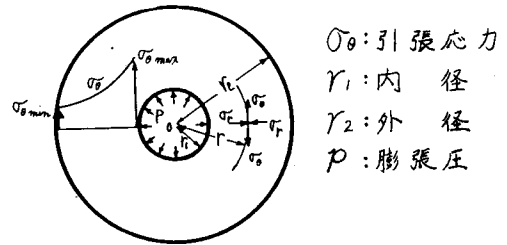


図-1 引張応力の分布

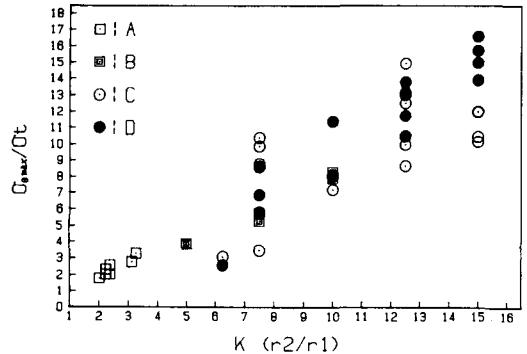


図-2 $\sigma_{\theta \max} / \sigma_t$ と K の関係

円筒供試体の種類と圧力測定法

記号	供試体の種類	圧力測定法
A	モルタル	圧力変換器
B	コンクリート	圧力変換器
C	コンクリート	内管
D	コンクリート	外管

のコンクリートが 100 kg/cm^2 以上の引張強度を有するとは考えにくいことから、拘束条件下では引張側でも、コンクリートは塑性的性質を有し、応力～ひずみ曲線は Hognestad の曲線に類似したものになるのではないかと推察される。膨張圧が上昇すると、内壁に近いコンクリートから順次マイクロクラックが入り、塑性的となり、破砕時には $\sigma_0 = \sigma_t$ となるのではなからうか。

4. 破砕時間の推定

式(2), (3)より次式が得られる。

$$P_u = (K - 1) \cdot \sigma_t \text{ ---- (4)}$$

この式より、コンクリートの引張強度 σ_t と外径内径比 K がわかれば破砕時膨張圧が算出される。図-4に膨張圧の経時変化を示す。同図に式(4)から求めた破砕時膨張圧を適用すると破砕時間が推定できる。図-5に示すような版供試体の実験結果と推定時間を表-1に示す、この場合 $r_2 = a$ あるいは $r_2 = b/2$ (a : 自由端距離, b : 孔間距離) として影響円を仮定している。同表より計算値と測定値がよく一致していることが認められる。

図-6に円筒コンクリート破砕試験における円周方向ひずみの経時変化を示す。同図と図-4より、膨張圧は経過時間とともに増加しているにもかかわらず、測点Aでの引張ひずみは経過時間40時間に 270×10^{-6} に達した以後、その増量は小さなものとなっていることがわかる。

(参考文献) 原田, 渡辺: コンクリート厚肉円筒の内圧破壊に関する実験的研究, 昭和57年度土木学会西部支部研究発表会

講演集 昭和58年2月

供試体の種類	a	b
A	50	167
B	75	150
C	100	133
D	120	120

$$\sigma_t = 16.6 \text{ kg/cm}^2$$

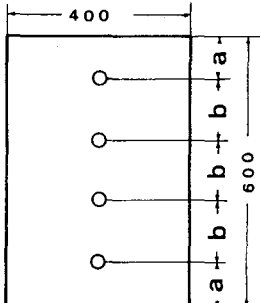


図-5 版供試体の孔配置

表-1 版供試体における計算値と測定値の比較

供試体の種類	比較箇所	K	破砕時膨張圧 (kg/cm ²)		破砕時間 (hour)	
			計算値	測定値	計算値	測定値
A	自由端	3.13	35	36	6.7	6.0
	孔間	5.22	70	86	8.9	8.4
B	自由端	4.69	61	66	8.3	7.8
	孔間	4.69	61	91	8.3	8.8
C	自由端	6.25	87	87	9.8	8.5
	孔間	4.16	52	88	7.9	8.7
D	自由端	7.50	108	106	10.9	9.5
	孔間	3.75	46	106	7.4	9.5

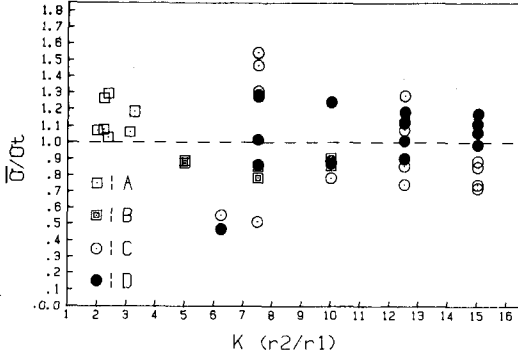


図-3 σ_0 / σ_t と K の関係

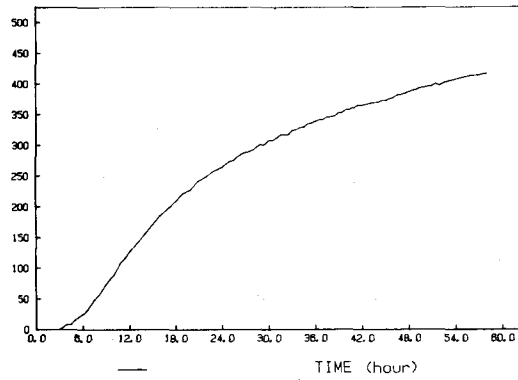


図-4 膨張圧の経時変化

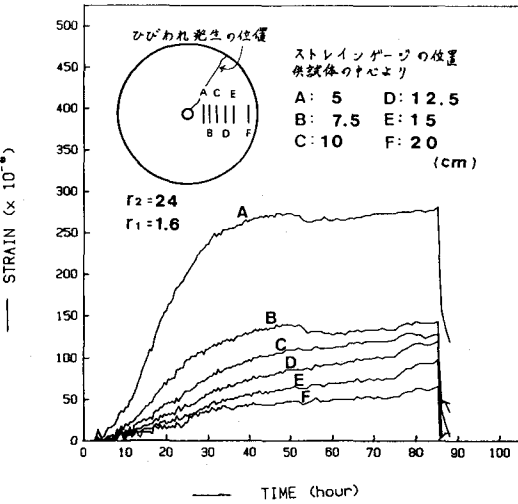


図-6 円周方向ひずみの経時変化