

V-271 静的破砕剤によるコンクリートの破砕に関する研究 — 膨張圧測定と破砕時間の推定法 —

九州工業大学 正 員 出 光 隆
" 学生員 ○ 竹 田 宣 典

1. ま え が き

静的破砕剤を用いた解体工法は、従来のダイナマイト等による工法に比べて、振動、騒音、粉じん、破砕片の飛散などがなく、安全かつ無公害な工法として注目を集めている。しかしながら、破砕のメカニズムが明らかとなっていないため、不経済かつ時間の無駄となっていることが多い。そこで筆者らは、破砕時間の推定法およびより効果的な静的破砕剤の充填法の2点について実験的研究を実施した。

2. 実験概要

円筒コンクリート(内径 r_1 , 外径 r_2)の内孔に破砕剤を充填し、外径内径比 $K (= r_2/r_1)$ の値を変えて、それぞれ膨張圧 p を測定した。膨張圧の測定は、下記の3方法によって行った。

(a) 外管法: 鋼管に破砕剤スラリーを充填し、鋼管のひずみにより厚肉円筒理論を用いて測定する方法。

(b) 内管法: 鋼管を直接、破砕剤スラリー充填孔に挿入し、鋼管のひずみにより厚肉円筒理論を用いて測定する方法。図-1に(a),(b)の測定法を示す。

(c) 圧力変換器による方法

破砕剤の水・破砕剤比は25%, 被破砕体の孔の内径は16mmとし、20℃の恒温室で行った。

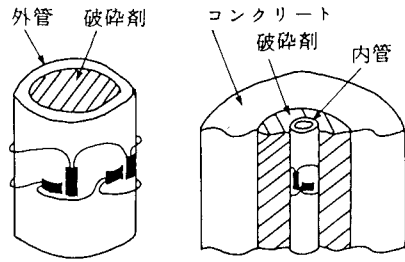
3. 破砕時間の推定法

図-2は、膨張圧の経時変化を示したものである。コンクリートにひびわれが発生すると、膨張圧の伸びが小さくなるが、外管法では、ひびわれの影響がない場合の膨張圧を測定しているため、内管法による実際の膨張圧に補正する必要がある。

コンクリートを弾性体と仮定し、厚肉円筒理論を用いると、破砕時の最大引張応力 $\sigma_{\theta \max}$ および引張応力の平均値 $\bar{\sigma}_{\theta}$ は、破砕時の膨張圧を p_u とすると、

$$\sigma_{\theta \max} = \frac{K^2 + 1}{K^2 - 1} p_u \quad \text{--- ①}$$

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



(a) 外管法 (b) 内管法

図-1 膨張圧測定法

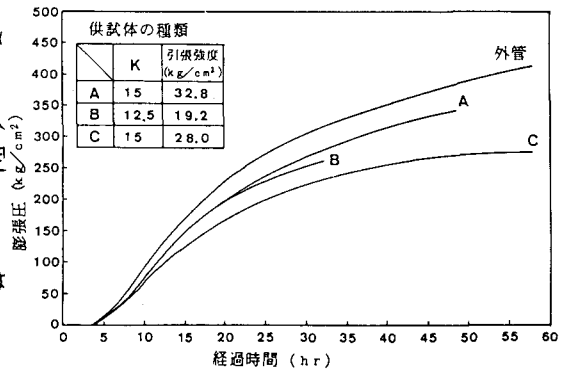


図-2 膨張圧の経時変化

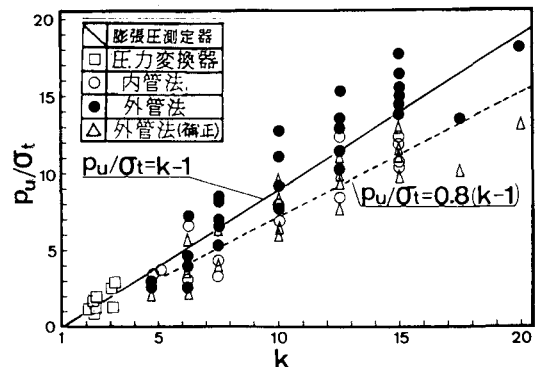


図-3 Kと p_u/σ_t の関係

で表わされる。実験の結果から得られた破砕時膨張圧 P_u より $\sigma_{e\max}$, $\bar{\sigma}_e$ を求めると, $\sigma_{e\max}$ はコンクリートの引張強度 σ_t を大きく上まわっている。一方 $\bar{\sigma}_e$ については, $\bar{\sigma}_e/\sigma_t$ の値を α とし, その値を求めると, かなりバラツキはみられるが,

$K < 5$ のとき $\alpha = 1.0$ — ③
 $K > 5$ のとき $\alpha = 0.8$

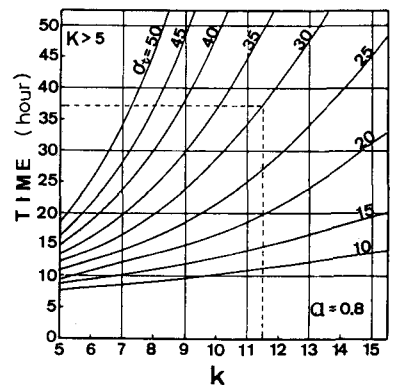
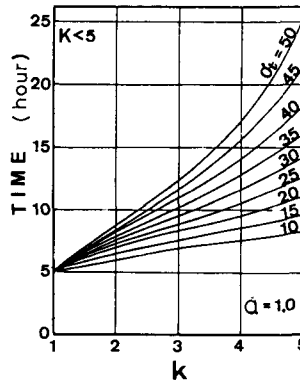


図-4 Kと破砕時間の関係

表-1 版供試体における破砕時間の比較

とみなせる。 $K < 5$ の場合, 平均引張応力がコンクリートの引張強度に達すると, ひびわれは瞬時にはいるが, $K > 5$ の場合は, ひびわれが徐々に内部から進展していき, 膨張圧の伸びが減少する。

破砕時の膨張圧 P_u は, 式②, ③より

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

ただし $K < 5$ のとき $\alpha = 1.0$, $K > 5$ のとき $\alpha = 0.8$ によって推定できる。図-3に K と P_u/σ_t の関係の実験結果を示す。 $K = 6 \sim 7$ 付近での P_u/σ_t の値は小さくなっている。これは, K の値が5前後で, 破砕の進行が異なるに基づいていると考えられる。

被破砕体の K と σ_t がわかれば, 破砕時膨張圧が算

	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	1	—	—	—	—
	孔間	5.91	104	—	12.6	12.8
B	自由端	1.88	23	57	5.6	8.5
	孔間	5.63	99	—	12.2	13.5
C	自由端	3.13	57	57	8	8.5
	孔間	5.22	90	—	11.5	12
D	自由端	4.69	98	71	10.4	9.5
	孔間	4.69	98	88	10.4	10.5
E	自由端	6.25	112	90	13.3	11
	孔間	4.16	84	—	9.6	11.5
F	自由端	7.5	118	90	13.9	11
	孔間	3.75	73	90	8.9	11

出され, 図-2の膨張圧の径時曲線より破砕時間が推定できる。図-4に引張強度をパラメータとしたときの K と破砕時間の関係を示す。表-1は, 破砕時膨張圧と破砕時間を式④と図-4を用いて推定した値と, 実験により得られた測定値との比較を示したものである。同表より計算値と実測値はよく一致していることが認められる。

4. コンクリートカッター溝に破砕剤を充填した場合

図-5に被破砕体の形状を示す。コンクリートの引張強度は 30 kg/cm^2 である。幅 9.5 mm , 深さ h のコンクリートカッターによる溝を明け破砕剤を充填する。深さ h を変えた場合の破砕時間(ひびわれ貫通時間)を表-2に示す。溝深さは供試体高さの $1/4$ 以上であれば, 破砕時間に大きな差はなかった。 $h = 100 \text{ mm}$ (溝深さ/供試体高さ $= 1/4$) の場合, 破砕時間は9時間であった。この溝に充填した量と同量の破砕剤を用いて, 同じ被破砕体にボーリング孔をあけて破壊させる場合の破砕時間を前節(3.)の方法で推定してみる。

$K = 11.5$ ($r_1 = 1.94 \text{ cm}$, $r_2 = 20 \text{ cm}$), $\sigma_t = 30 \text{ kg/cm}^2$ であるから, 図-4に破線で示すように, 破砕時間は約37時間すなわち, 溝の場合の4倍近くになることがわかる。

溝をあけること, 孔をあけることとの作業性の差も考慮しなければならぬが, いづれの方法もとれる場合では, コンクリートカッター溝に充填する方がより効果的な破砕が可能と考えられる。

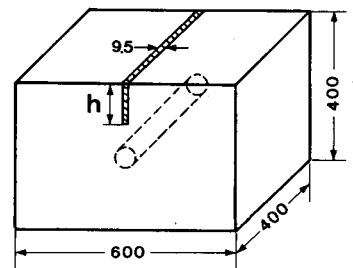


図-5 被破砕体の形状

表-2 hによる破砕時間の変化

h (mm)	50	100	150	200
破砕時間 (hour)	16	9	7	6