

九州工業大学 正員 渡辺 明  
 学生員 ○ 助清 満昭  
 学生員 岡田 雅文

## 1. まえがき

最近、膨張剤系の破碎剤を用いて岩盤およびコンクリート構造物などを静的に破碎・解体する方法が注目を集めている。この方法によればスラリー状にした破碎剤をボーリング孔に流し込むだけで無騒音、無振動でかつクリーンな破碎が可能となるからである。しかしながら、破碎の主要をなす膨張圧の推定方法、膨張圧による被破碎体の亀裂発生メカニズムなどは明らかにされていない。そこで筆者らは静的破碎剤（膨張剤系、比重3.12、粉末度2380 cm<sup>2</sup>/g）を用い、理論・実験の両面から検討した。

## 2. 実験概要

実験は大きく分けて下記の3項目について実施した。

- (1) 破碎剤スラリーと穿孔の深さ・形状について
- (2) 破壊時間の推定
- (3) 鉄筋コンクリートの破壊

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 破碎剤スラリーとコンクリート塊の穿孔深さ・形状

長さ100 cm、内径22 mmの鋼管を用い、破碎剤スラリー（水・破碎剤比20~40%）の流動性と膨張圧を調べた。水・破碎剤比（W/B）が20%の最小の場合、膨張圧は最大を示したが、流動性に乏しく、35%以上になると膨張圧が低下し、鋼管の上層と下層で膨張圧の違いがみられた。したがって最適な水・破碎剤比は25%程度と考えられ、以下の実験では全てW/B = 25%を用いた。図-1は気温が膨張圧にどの程度影響しているか調べた結果である。破碎剤は水との化学反応によって硬化膨張するために、室温が高いほど膨張圧が上昇している。厚いコンクリート板において穿孔の深さをどの程度にすれば、より経済的であるか検討した結果を図-2に示す。同図によると、孔の深さが大きいほど短時間にひびわれ幅が増大し、解体に有効であることがわかる。しかしながら、作業の上から孔の深さはなるべく浅くしたいので、同図および破壊後の形状から  $h/l$  は  $3/4$  程度が適当であろう。

### 3.2 破壊時間の推定

コンクリート供試体を完全弾性体と仮定すると、膨張圧による2孔間の引張応力分布は図-3のようになる。い

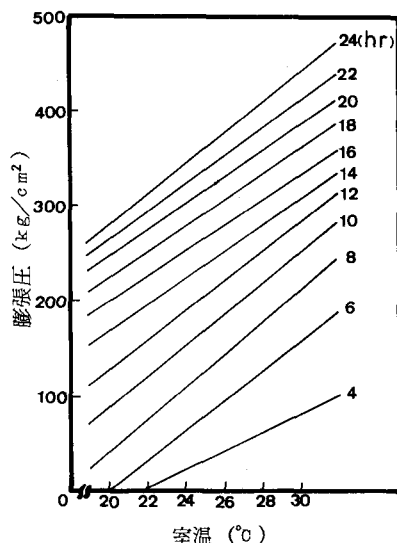


図-1 室温と膨張圧の関係

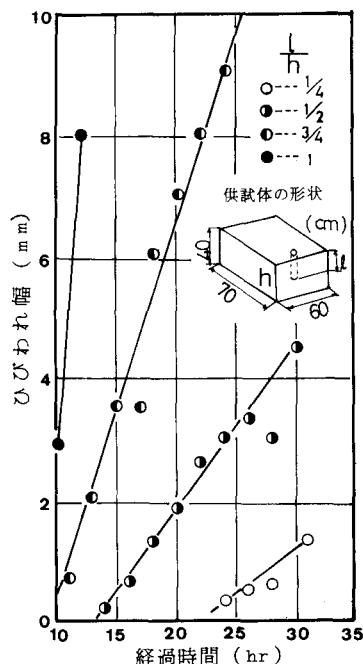


図-2 ひびわれ幅と孔の深さ

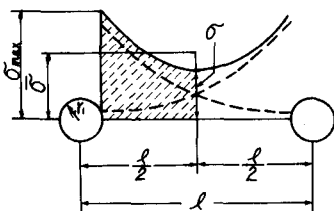


図-3 応力分布と平均応力

ま、1孔の受け持つ斜線部の平均引張応力 $\bar{\sigma}$ が、ある値に達した時に孔間貫通亀裂が発生すると考える。平均応力は  $\bar{\sigma} = P / (l - 1) \cdots (1)$  ( $P$ :膨張圧,  $l = l / 2r_1$ ) で表わされる。一方、肉厚を種々変えたコンクリート円筒供試体の破壊試験を行ない、平均応力 $\bar{\sigma}$ と引張強度 $\sigma_t$ の比と $l$ の関係を求めると図-4のようになり、同図より  $\bar{\sigma} / \sigma_t = 0.05 l \cdots (2)$  の関係式が得られる。式(1)、(2)より破壊時膨張圧と引張強度の関係は  $P = 0.05 l (l - 1) \sigma_t \cdots (3)$  となる。この式より供試体の引張強度がわかれば、破壊時膨張圧が算出される。図-5に3種のコンクリートにおける膨張圧の経時変化を示す、同図に(3)式より求められた破壊時膨張圧を適用すると破壊時間が推定される。正六角形孔配置の版供試体における実験結果と前述の式および図から求めた破壊時間を表-1に示す。同表によると、理論値と測定値がよく一致していることが認められる。

### 3.3 鉄筋コンクリート解体への利用

鉄筋コンクリート版、柱の解体を試み、簡単な鉄筋組みの供試体を用い実験を行なった。図-6に鉄筋を2方向に配置した版供試体の破壊状況を示す。ひびわれは鉄筋に沿い生じたが、鉄筋の拘束が大きいためその幅は増大せず、鉄筋とコンクリートの付着をなくすには至らなかった。図-7に柱供試体の破壊状況を示す。図中の白丸は孔を示し、反対側まで貫通している。破砕剤充填24時間後に、容易にかぶりを取り除き軸方向鉄筋、帯鉄筋を露出させることができた。また、内部のコンクリートの破壊もみられた。

### 4. あとがき

静的破砕剤の膨張圧発現を支配する主要因は拘束度、経過時間、温度、水・破砕剤比および孔径などであるが、亀裂発生には膨張圧の他に自由端距離、鉄筋の有無などが問題となってくる。また、本研究において平均応力という考えを導入し、破壊時膨張圧、破壊時間を推定したが、未だ広く適用できるものとは言えず、今後さらに実験研究を重ねなければならない。

本研究に御援助を賜った小野田セメント(株)中央研究所 河野俊夫氏に謝意を表します。

(参考文献) 渡辺、後藤、橋本: 静的破砕剤によるコンクリートの破壊に関する研究、昭和56年度土木学会西部支部研究発表会講演集、昭和57年2月

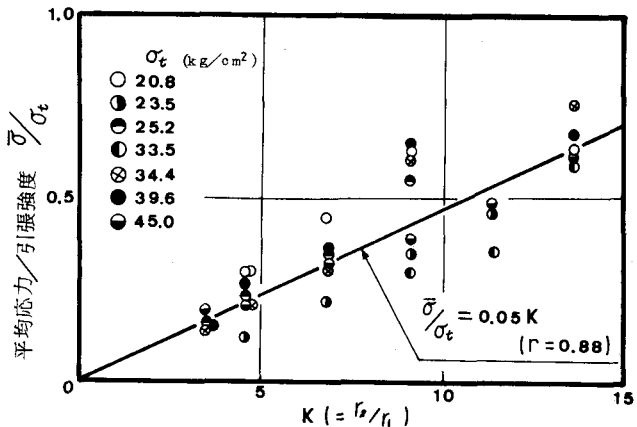


図-4  $\bar{\sigma} / \sigma_t$  と  $K$  の関係  $r_1$ : 内径,  $r_2$ : 外径

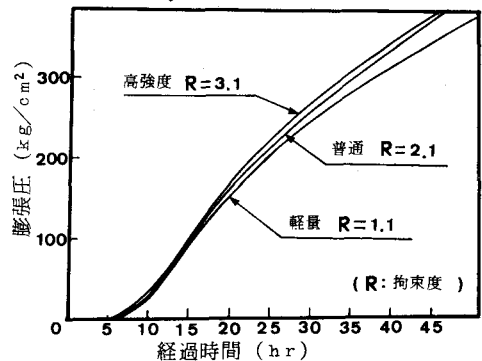


図-5 各拘束度における膨張圧の経時変化

表-1 正六角形孔配置における破壊時間の比較

| コンクリートの種類 | 引張強度<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | $K (= \frac{l}{2r_1})$ | 理論破壊時<br>膨張圧 $P$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | 破壊時間          |               |
|-----------|------------------------------|------------------------|------------------------------------------|---------------|---------------|
|           |                              |                        |                                          | 理論値<br>(hour) | 測定値<br>(hour) |
| 高強度       | 43                           | 4.54                   | 34.6                                     | 10.1          | 10.7          |
| 普通        | 21                           | 4.54                   | 16.9                                     | 8.8           | 6.5           |
| 軽量        | 19                           | 4.54                   | 15.3                                     | 9.0           | 8.3           |

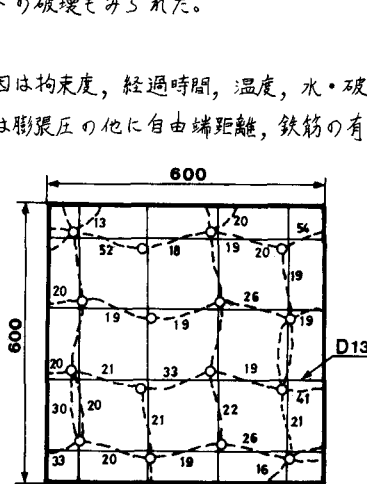


図-6 鉄筋コンクリート版の破壊状況 (数字は亀裂発生時間)

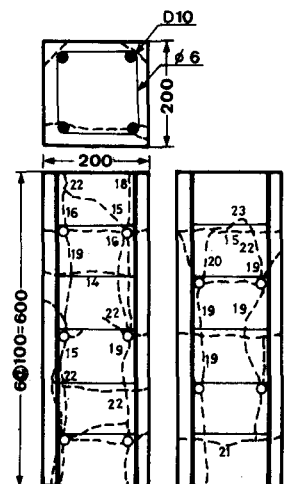


図-7 鉄筋コンクリート柱の破壊状況