

## 短時間タイプの静的破碎剤の膨張圧特性について

長崎大学 工学部 ○正会員 原田哲夫  
九州工業大学工学部 正会員 出光 隆  
九州工業大学工学部 正会員 渡辺 明

## 1. まえがき

静的破碎剤は、火薬に比べてはるかに安全であること、無騒音、無振動であるなどの点が高く評価され、岩盤の破碎や解体工事で多く用いられ、その実績をますます拡大している。

最近では、工期短縮の観点から、現場では破碎時間を短縮するようにとの要望が強く、これに応えるべく、破碎時間が20分から30分と、従来の1/20から1/30の破碎時間に短縮された破碎剤が各メーカーから市販されている。しかしながら、膨張圧の発現やその特性、従来タイプとの相違点については、必ずしも明確でなく、合理的な破碎設計や、より安全な使用法を確立していく上で、これらの特性を十分に把握しておくことは重要と考えられる。本報告は、短時間タイプの破碎剤の膨張圧特性を、従来タイプとも比較しながら、実験的に検討したものである。

## 2. 実験概要

## 2.1 破碎剤

使用した短時間タイプの破碎剤は、顆粒状のものを吸水・保水性にすぐれた紙袋に詰めたカートリッジタイプである。実験では孔径40mm用のものを用いた。まず、20℃の水に約10秒漬け、その後60秒水切りを行ない、先端径φ30mm、重量1.5kgfの鋼棒で5回均一に突いて充填した。この場合の水破碎剤比は21~24%であった。突き固め方によっても多少異なるが、使用破碎剤量の目安は、8本/mとした。

従来タイプの破碎剤は、粉末状のものを水で練り混ぜ、スラリーとして充填するタイプである。水破碎剤比は25%とした。

## 2.2 膨張圧の測定方法

外管法 鋼管に破碎剤を充填し、膨張圧は、鋼管外周面に貼付したひずみゲージの実測値から、式(1)で算定する方法である。

$$p = E_s (k^2 - 1) (\varepsilon_\theta + \nu_s \varepsilon_z) / 2 (1 - \nu_s^2) \quad (1)$$

短時間タイプの破碎剤の場合には、発熱によって鋼管がかなりの高温になることが予想されるので、高温用ひずみゲージを用いた。

高温用ゲージによるひずみの温度特性曲線は、式(2)で近似できた。

$$\varepsilon(t) = a(t - t_0)^n \quad (t > t_0) \quad (2)$$

$a$ ,  $t_0$ ,  $n$ は実験定数である。

膨張圧はひずみの実測値を式(2)によって補正して求めることになる。

ロードセルを用いる方法 図1のように、溝を設けた鋼製のブロックどうしを合わせ、鋼棒で拘束した後、溝部に破碎剤を充填して、膨張による反力をロードセルで計測する方法である。平均膨張圧は、膨張力を破碎剤断面積で除して求められる。破碎剤の温度上昇によるブロックの熱ひずみは小さく、発熱による見かけの膨張力は無視できる。なお、膨張圧と同時に破碎剤温度、鋼管温度を測定した。温度の計測にはc.c熱電対を用い、実験はすべて恒温恒湿室で行なった。

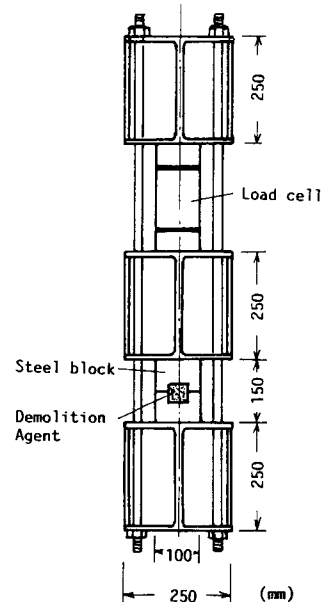


図1 ロードセルを用いる方法

### 3. 実験結果および考察

図2には、短時間タイプ破砕剤の20℃における膨張圧の経時変化を、図3はそれに対応する破砕剤の温度変化を示した。鋼管に充填し、気中に放置した場合が最も膨張圧が高く、充填30分後には300 kgf/cm<sup>2</sup>に達している。この膨張圧の経時変化を最小自乗法で処理した回帰式として次式を得た。

$$p = 300 - 754 \exp(-6.98 t) \quad (3)$$

( $r = 0.97$ )

式(3)は、従来タイプの破砕剤の膨張圧曲線式と同型である。

同じ径の鋼管でも、水中における膨張圧は気中の約半分になっている。これは、図3からわかるように、水中の場合は気中に比べ、ピークに達した後の温度の低下が著しく、水和反応に寄与する熱量が急激に失われたためと考えられる。ロードセルを用いる方法では、膨張圧はさらに小さくなっており、温度の影響以外に、鋼棒で軸方向にしか拘束していないなど、拘束度の影響が考えられる。

膨張圧の発現は破砕剤温度が上昇しはじめる時点からはじまり、破砕剤温度がピークを過ぎ、降下するあたりまで、膨張圧は急激に増加する。それ以降は温度の降下とともに膨張圧の増加はゆるくなっている。このことは、図4、図5に示した従来タイプの破砕剤の場合にもみられる。

長時間にわたる膨張圧の変化は、短時間タイプでは膨張圧の増加はほとんどみられず、途中で従来タイプの膨張圧が上回り、増加する傾向を示している。最終的に大きな膨張圧を示すのは、ピーク温度が低く、またその出現時間が遅い場合のようである。

#### 4. あとがき

短時間タイプも従来タイプの破砕剤も主成分はCaOである。膨張圧はCaOの水和反応によるものであるから、温度による影響が顕著であることはいうまでもないが、膨張圧におよぼす温度の影響は水和率によってある程度統一的に説明できるように思われ、目下検討中である。

(謝辞) 本実験では、吉沢石灰工業株式会社花田光雄氏に多くの御援助と御協力を賜りました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

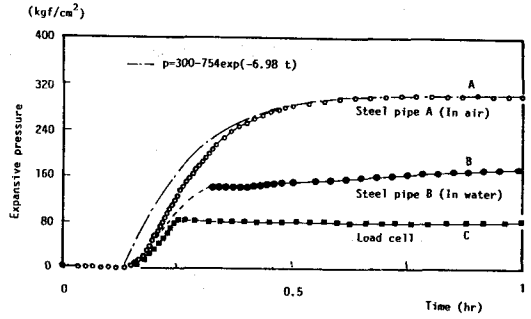


図2 短時間タイプ破砕剤膨張圧の経時変化

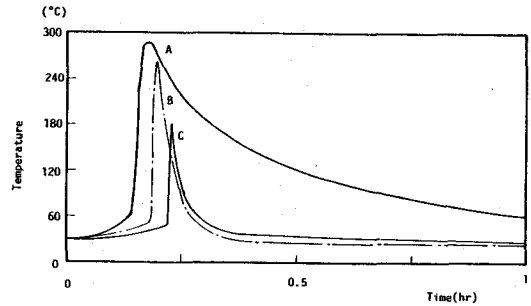


図3 短時間タイプ破砕剤温度の経時変化

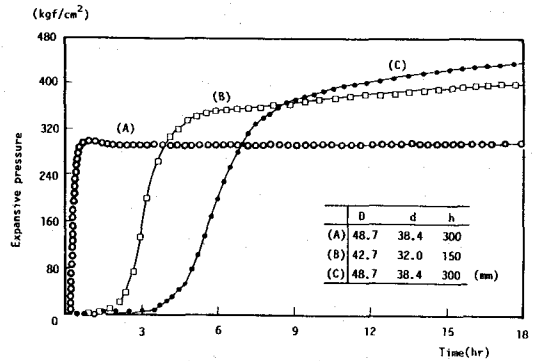


図4 膨張圧経時変化の比較

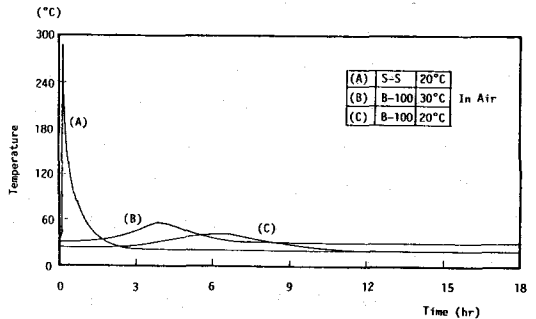


図5 破砕剤温度の比較