

III-200

促進剤を用いた膨張性破砕剤の膨張圧力の測定

(株)	間	組	正会員	山下	亮
	同	上	正会員	蓮井	昭則
	同	上	正会員	世一	英俊

1. まえがき

膨張性破砕剤は、取り扱いの容易さ、安全性、騒音・振動がほとんど出ないことなどから岩盤の掘削・コンクリートの破砕などの目的のために、利用される機会が増えつつある。従来の膨張性破砕剤は、膨張圧力の発現に要する時間が12～24時間であり破砕に時間がかかるなどの問題点があったが、最近、反応促進剤と呼ばれる発熱物質を用いて30分程度にまで破砕時間の短縮を可能とした製品も表われている。図-1はこの方法を模式的に示したものである。反応促進剤を、孔口につめることによりその熱は下の膨張性破砕剤に伝わり、膨張性破砕剤自体が反応したときに発生する熱により、熱はさらに下へと伝わっていく。ここでは、この方法について、膨張圧力および圧力の発現時間を調べるために鋼管を用いた実験を行った。本報告においては、上記実験結果について述べ、さらにこの方法を岩盤を破砕している現場へ試験的に適用した例について紹介する。

2. 測定方法

岩石を用いて測定することは困難と考えられるので、鋼管（内径 r 、外径 R 、肉厚 t ）に膨張性破砕剤を充填し、促進剤を用いて実験を行う。圧力の測定には、高温用ひずみゲージを用いた。ひずみゲージの温度補償を行なうためと膨張性破砕剤が反応するときの温度を調べるために鋼管の内側と外側で熱電対による温度の測定も行った。図-2にひずみゲージ・温度測定位置を示す。

鋼管としては、孔径の違いを調べるために次の2種類のものを用いた。

- ・鋼管タイプ50A 内径49.5mm 外径60.5mm 厚さ5.5mm
- ・鋼管タイプ40A 内径38.4mm 外径48.6mm 厚さ5.1mm

膨張圧力の計算は次の様に行った。

温度についてのキャリブレーションを行った後の円周方向のひずみの値を ε_t とする。鋼管のヤング率、ポアソン比をそれぞれ E_s ($=2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$)、 ν_s ($=0.3$) とすると、膨張圧力 P と ε_t の関係は次式で与えられ、 ε_t から P を求めることができる。

$$P = E_s \cdot (R^2 - r^2) \varepsilon_t / r^2 (2 - \nu_s)$$

3. 実験結果

膨張圧力および温度の経時変化をプロットしたものを図-3～図-6に示す。

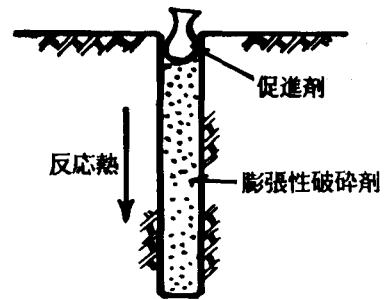


図-1 促進剤を用いた方法

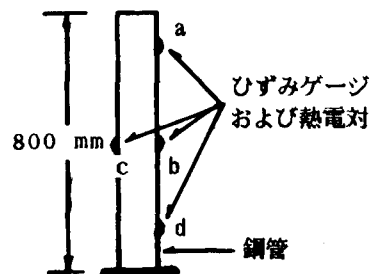


図-2 鋼管を用いたひずみ・温度の測定

4. 現場適用実験

ベンチ掘削の場合に適用を試みた。岩質は玄武岩で、一軸圧縮強度はおよそ1000kgf/cm²程度であった。図-7にこのときの削孔パターンを示す。また、トンネル掘削への適用も実施した。現場適用実験の詳細な結果については、当日発表を行なうが、破碎時間および破碎能力についてある程度満足できる結果が得られた。

5. 結果のまとめ

- ・促進剤を用いた方法では、膨張圧力の発現時間は20~30分であり、圧力の値はややバラツキがあるが、200~250kgf/cm²程度であった。
- ・孔径の違いが膨張圧力に与える影響については、孔径の大きい50Aは、40Aに比べて平均で、約70 kgf/cm²大きくなっているといった結果が得られたが、これについては実験数が少ないので明確な判断はできない。
- ・鋼管の内外で測定した温度から反応速度を推定した結果次の様な値が得られた。

50A : 約 3~6 cm/min

40A : 約 3~4 cm/min

- ・膨張圧力は、温度が最大に達してからも増加し続ける場合がある。その場合、圧力がピークとなるのは装薬後40分から60分後となっている。

6. 今後の課題

今回行った圧力測定実験の結果は、鋼管についての測定結果であり、実際の岩盤に対して膨張性破碎剤を用いるのとはかなり条件が異なっていると考えられる。特に、膨張しようとする傾向に対する拘束の度合は大きな差があると考えられる。今後、膨張性破碎剤に加えられる拘束の強弱と圧力の関係について研究を進めてゆくことが必要であると考えている。

7. 謝辞

本研究にあたり日本油脂㈱からは材料の提供と現場適用実験において協力ならびに親切なるアドバイスを頂いたことに対し感謝の意を表わす次第であります。

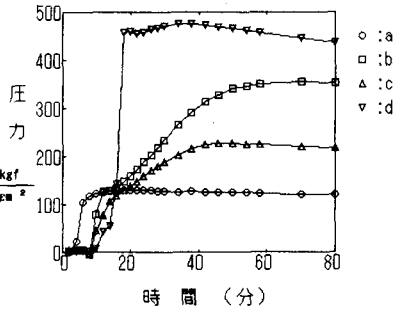


図-3 膨張圧力の経時変化 (50A)

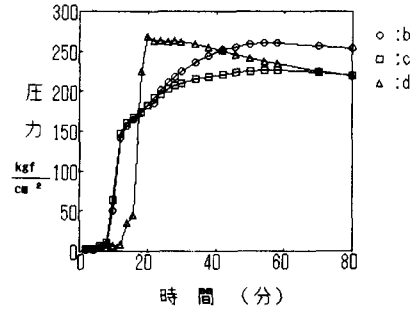


図-4 膨張圧力の経時変化 (40A)

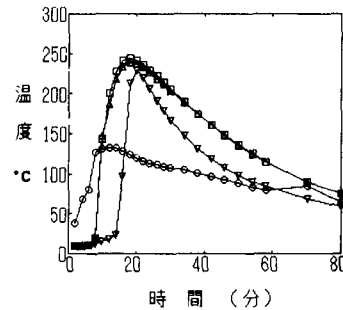


図-5 反応温度の経時変化 (50A)

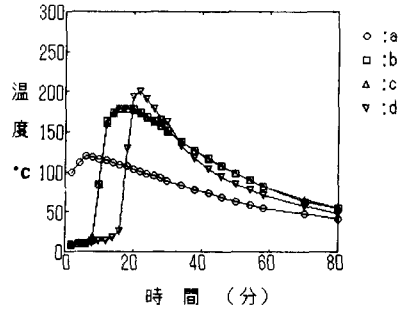


図-6 反応温度の経時変化 (40A)

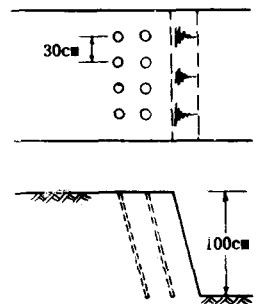


図-7 ベンチ掘削への適用