

III-227 静的破碎剤を用いた岩質材料の破碎における孔径と孔間隔の選択

徳山高専 正 工藤 幸三
徳山高専 正 橋本 聖一
山口大学 正 中川 浩二

1. まえがき 都市部における構造物の解体や岩盤の破碎において、最も効率的で経済的な方法は火薬類を用いる方法であるが、人口密集地や屋内においてはその使用が制限もしくは禁止される場合がしばしばある。これら火薬類に代わる低公害の解体・破碎工法がさまざまな立場から研究・開発されているが、静的破碎剤（以下破碎剤とよぶ）も、このような要求をある程度満足するものである。しかし破碎剤については、歴史が浅いこともあって、膨脹圧の発現をはじめとする力学的特性や、その効率的な使用方法については未知の部分も多く残されている。筆者らは、破碎剤の力学特性やそれを用いた場合の岩質材料の破碎条件などについて研究を進めているが、ここでは合理的な破碎設計法を確立する上で必要な破碎条件式を検討し、その際の孔径と孔間隔の選択について考える。

2. 破碎剤の膨脹圧 合理的な破碎設計を行なう上でまず重要なことは、膨脹圧の経時変化を定量的に把握することである。膨脹圧は、水と破碎剤の重量比や温度に大きく依存することが明らかになっている。筆者らは、鋼管を用いた膨脹圧の測定においては、比較的小口径で発熱を伴わない場合には、膨脹圧の発現は口径に依存しないことを明らかにした。これに対して、口径の大きな鋼管を用いた場合、水和反応による発熱のため、膨脹圧の発現が若干早くなる傾向にある。（図1）

3. 破碎剤による岩質材料の破碎条件 一つの直線状の破断面を材料中に発生させるための孔径と孔間隔について検討する。膨脹圧の発現、つううの発生と発達、そして最終的な崩壊という過程を理解するためには、本質的には非線形解析に負うところが大きい。実用的な破碎設計法の確立という見地からは、被破碎体の寸法や強度が明らかになっている場合には、すでに孔径や孔間隔が決定できるような簡略式が望まれる。そこで次に示すようなつりあい式を考えたい。

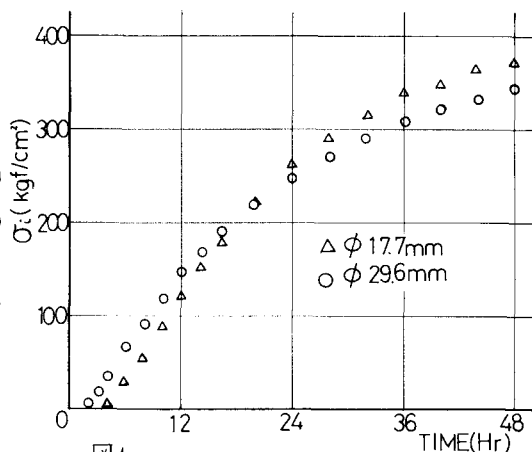


図1

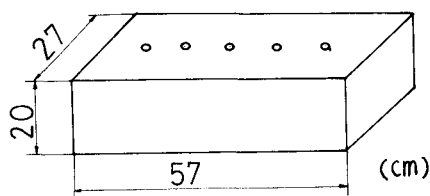


図2

$$R \cdot m \cdot D \cdot \sigma_2 = (l - m \cdot D) \cdot \sigma_1 \quad (1)$$

ここに m , D , l , σ_1 , σ_2 はそれぞれ孔数、孔径、被破碎体の寸法、膨脹圧、被破碎体の引張強度であり、 R は材料特性によって定まる定数である。

4. 実験 供試体の形状を図2に示す。材料にはレディーミクストコンクリートを用い、層状の最大寸法 20 mm、スランプ 8 cm とした。設計強度は 180, 300, 400 kgf/cm² の3種のものを用いている。それぞれの材料の圧縮強度および引張（割裂）強度を表1に示す。設計強度 300 kgf/cm² の供試体については、破碎剤を充填して1時間後に、孔軸を水平方向に保つように置きかえ、上端にダイヤルゲージを設置してその鉛直方向変位を測定した。また各孔径における破碎剤の膨脹圧を測定するため、図6に示すような断面をもつ長さ 40 cm の鋼製型枠を用意し、破碎剤充填後1時間鉛直に保ち、破碎剤が硬化した後孔軸が水平となるように静置して上

側型枠の鉛直方向変位を測定した。実験はすべて温度 15°C、湿度 60% の恒温室内で行われた。

4. 実験結果 供試体破断時の破砕剤充填からの時間を $(\text{孔数} \times \text{孔径} D)$ に対して示したものが図3である。この図より、それ以外の配合のコンクリートに対し、供試体の $M \times D$ の値により破断時間が与えられることがわかる。また図4は、 $R=1$ として式(1)より求めた nD の値を示したものであり、これに鋼管による求められた膨脹圧の値を実線と示している。この図より、両者の値がよく一致していることが確かめられる。

このように破断条件が式(1)において $R=1$ という条件と与えられた場合、実際の施工時には、 M または D をどのように選択するかが問題となる。 M を大きくすれば孔数は増加するが、破砕剤の量を減らすこととできるのは明らかである。ここでは破砕結果に対する評価の方法として、スムーズブラスティングで用いる破断面の Unevenness と、破砕作業における施工性の立場からみたクラックの開き幅について検討する。Unevenness については、実際の破断面の、破断予定面からの偏りの最大値を予定面の左右より個づつとりだし、両者の二乗平均を Unevenness と定める。これと孔径、孔数との関係を図5に示した。図より孔間隔を大きくすると、それに従って Unevenness も増える傾向にあることがわかる。

鋼製型枠を用いた実験により得られた型枠の開き幅を図6に示す。これは均等圧圧が比較的小さい場合の破砕剤の膨脹能を表すものと考えられるが、クラックの開き幅の比が、孔径の比にくらべて大きくなっているという事実から、同じ $M \times D$ の値に対して、大きな孔径を用いたもののほうが、破砕効果が大きく、クラックの開き幅も大きいことがわかる。

(参考文献) 1) 中川・工藤・橋本, 静定破砕剤を用いた岩盤材料の破砕について, 第14回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, 1982年

表 1 (単位: kgf/cm^2)

	設計強度	圧縮強度	引張強度
1	180	246	26.6
2	300	344	28.9
3	400	417	31.5

