

鳥取大学 正会員 ○木山英郎
鳥取大学 正会員 藤村 尚
(株)森組 正会員 箱角頼保

1. はじめに

道床材や骨材用の砕石工程を能率よく行なうためには、ジョークラッシャーやユーンクラッシャーに代表される圧縮型破砕機を用いて大粒径の原料から効率よく細粒度産物を得る方法、できれば整形作用も併せ持つ方法の開発が望まれる。従来、これら圧縮型破砕機を用いて細粒度産物を得る場合には、産物粒径に合わせて出口すきまを小さくして破砕する方法(図-1、破線)が採用されてきた。この方法では、出口すきまを小さくした分だけ破砕処理量が減じ、原料の湿潤状態によって運転が不安定になるなどの欠点を有する上に、過粉碎を生じ易く、破砕産物の粒形も好ましくなかった。

そこで、これら問題点を根本的に解決する方法として、出口すきまを十分大きくして、流量と安定性を増し、その上で所期の細粒度産物を得る方法、すなわち層圧縮破砕法(図-1、実線)を提案した。

2. 実験概要

層圧縮破砕法による細破砕の可能性とそのエネルギー的評価および整形破砕の可能性を検討するために、図-2に示す静的層圧縮試験にモデル化して実施した。多粒子層圧縮の効果を見るために、試料層厚 $t = 70, 50, 30 \text{ mm}$ の3水準を設定し、最大圧縮荷重 $P_{\max} = 40 \text{ t}$ と 10 t の2水準を用いた。試料は、花崗岩、安山岩、砂岩の3種類について、原料粒径 $d_f = 20-10$ と $10-5 \text{ mm}$ の2種類を用いた。

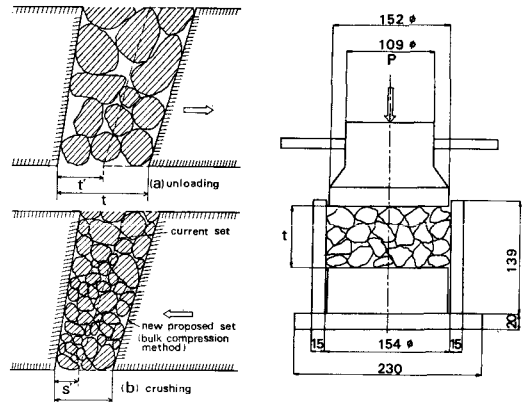


図-2 層圧縮試験

図-1 層圧縮破砕

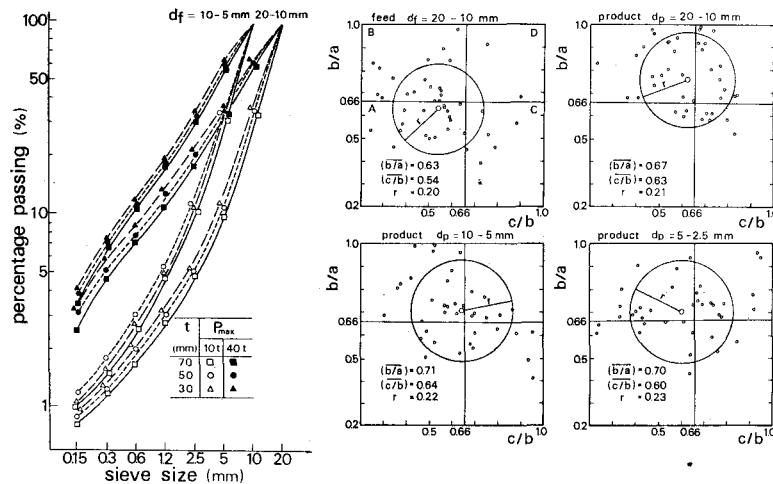


図-4 産物の粒形評価

図-3 産物の粒度分布

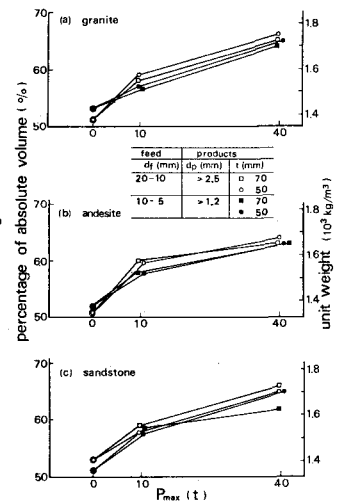


図-5 産物の実積率

3. 破碎産物の粒度分布と粒子形状の評価

(1) 粒度分布：図-3は粒度分析結果の一例を示す。層厚 t による差は $t = 70 \sim 30 \text{ mm}$ 間では僅かである。最大荷重 $P_{\max}$ が大なるほど破碎が進行するが、この点は後述するようにエネルギー効率の観点からの考察が重要である。原料粒径 d_f が $20-10 \text{ mm}$ か $10-5 \text{ mm}$ かで産物の粒度分布が変化するのは当然だが、両者の対応する曲線はほぼ平行関係を示す点が注目される。すなわち、異なる粒径 d_f の原料についても、破碎比でみれば同一の産物粒度分布を示していることとなる。

(2) 粒子形状：図-4は原料および破碎産物の扁平率 c/b および細長率 b/a を求めてZingg座標に描いたものである。層圧縮試験による破碎産物の粒径が、いずれの産物粒径 d_p についても、原料に比べて塊状側に移行していることがわかる。このことは岩種と原料粒径にかかわらず、本実験範囲のすべての層圧縮試験において等しく認められた事実であり、明らかに整形作用を有していると結論される。

(3) 実積率：図-5は原料ならびに産物の実積率を示す。この結果からも層圧縮破碎法によって得られる産物の粒径がかなり良好なものであることがわかる。層厚 $t = 70 \text{ mm}$ 、最大荷重 10 t といった最もゆるい層圧縮においてもこの点に遜色がない。

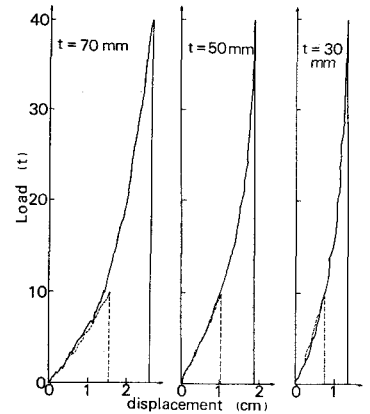


図-6 層圧縮試験の荷重～変位曲線

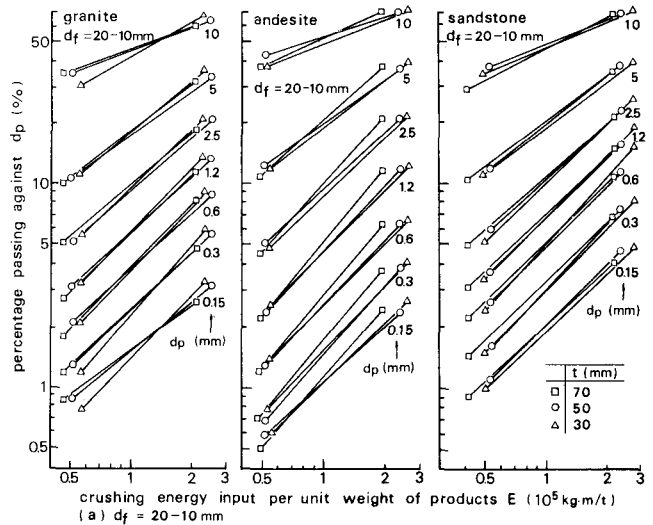


図-7 破碎入力エネルギーと粒度別産物重量

4. 破碎入力エネルギーの評価

図-6は層圧縮試験における荷重～変位曲線の一部を示す。図の曲線と横軸で囲まれた面積を自動面積計で測定して得られる仕事量を破碎入力エネルギーと呼ぶ。

図-7はこうして求めた単位処理重量

当りの破碎入力エネルギー E と産物の各ふるい通過重量%の関係を示す。両者はいずれの産物粒径 d_p についてもほぼ平行な直線関係を示す。したがって、適当な層厚 t と最大荷重 $P_{\max}$ （両者によって E が定まる）を用いて、層圧縮破碎方式により任意の粒径の細粒度産物を得ることが可能である。ところで、図-7の直線の勾配 α は一種の破碎効率を表わし、 $\alpha \leq 1$ であることから、層圧縮破碎法においては、破碎処理量からくる制限の許す限り、1回の圧縮行程当りの入力エネルギーはできるだけ少なくし、圧縮回数を多くする方が効率の良い破碎が行なえることを示す。これは、実機においては、出口すきまを大きくとり、圧縮ストローフを小さくし、フランク軸あるいはマントル軸の回転数を上げることに対応する。

なお、小型ジョーフラッシャを用いた試験破碎を実施し、実機においても出口すきまを産物粒径に比して十分大きくした層圧縮破碎による細破碎が可能であり、その入力エネルギー～産物通過重量直線は図-7とほぼ完全に一致することが確認された。したがって、ここに述べたような静的な層圧縮試験によって、実機における層圧縮破碎特性と評価して差支えないと結論される。