

多用途破碎機のチェーン形状が粉碎特性に及ぼす影響

高松高専専攻科 学生会員 ○柿原貴一
今治造船(株) 大倉 誠

高松高専 正会員 竹下治之
高松高専 松原三郎

1. まえがき

これまで、コンクリート廃棄物の骨材再生用として開発した破碎処理機を、コンクリート用粗骨材の粒形改善や細骨材の製造などに活用することを検討してきた。そして、併せてこれらの粗骨材の再生や粒形改善に対して、破碎チェーンの形状が製造される骨材の品質に及ぼす影響について検討してきた。

本研究では、この処理機を用いて廃棄用瓦を破碎する場合の破碎チェーンの形状が粉碎特性に及ぼす影響について、実験的に検討した。なお、この破碎瓦は別途研究を行っている屋根用下地モルタル材(以下、モルタル材と称すが、これは 5mm 未満の粒度のものであり、所定の目標粒度が定められている)として有効利用するものである。

2. 実験概要

使用した処理機を図-1 に示す。本処理機は、チェーンを高速回転することにより得られる運動エネルギーによって、一定速度で投入される原材料を破碎処理するものである。

チェーンは任意に取り付けが可能で、一段につき 4 本、全体で 4 段構成となっている。試作し性能を比較検討したチェーンの形状・寸法は、図-2 に示すように、既存の楕円環を 4 個連ねたものに加え、断面が四角柱、六角柱、三角柱、円柱で、厚さが 40mm のブロックを 5 個連ねたものである。これらのチェーンにおいては、同様な打撃エネルギーが得られるように、単位長さ当たりの質量を既存の楕円環に合わせて設計した。廃棄用瓦は 10×10cm 程度の小割りした後、ベルトコンベアを用いて 75kg/min の処理速度で破碎処理した。なお、チェーン回転数は 750,1000,1250rpm として破碎を行い、モルタル材としての品質を評価するため、ふるい分け試験および実積率試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) ふるい分け試験

結果の一例として、円柱で破碎処理した場合の 5mm 以下の破碎瓦(以下、細粒分と称す)の粒度分布を図-4 に示す。同図から、回転数の増加に伴い破碎処理

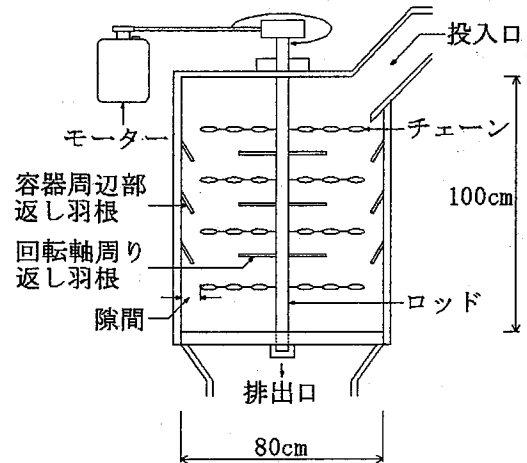


図-1 破碎処理機概略図

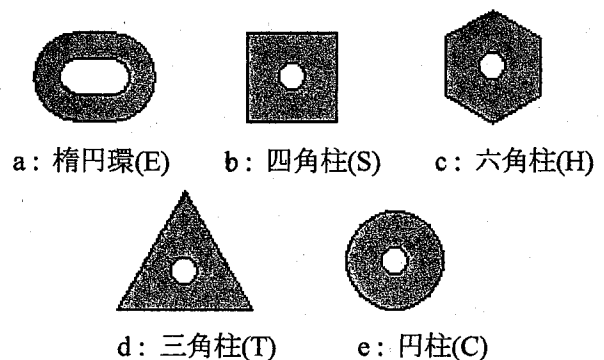


図-2 チェーン概略図

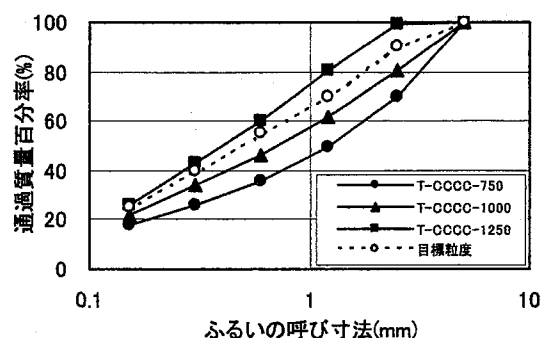


図-4 円柱チェーンCによる細粒分の粒度分布

が進行し、破碎瓦の粒度が小さくなっていることが分かる。また、回転数を適切に設定すれば、目標粒度となるモルタル材を製造できることが分かる。この場合回転数は約 1100rpm 程度にすればよいと考えられる。

図-5 に、各種チェーンによる細粒分の粒度分布を示す。同図から、全てのチェーン形状で目標粒度に近い破碎瓦を得られることが分かる。また、チェーン形状の差による破碎効果に大差はなく、試作したいずれのチェーン形状でも十分に実用可能である。

(2) 打撃エネルギーと細粒分の粗粒率との関係

図-6 に、打撃エネルギーと細粒分の粗粒率との関係を示す。同図から、両者の間にはほぼ直線的な関係があり、打撃エネルギーの増加と共に粗粒率は小さくなる。同一の打撃エネルギーを与えた場合、破碎効率の最も良いものは三角柱(T)であるが、他の形状もこれとあまり大きな差はないことが分かる。

(3) チェーン形状に対する総合評価

各チェーン形状に対して、目標粒度に近い粒度の細粒分が製造できる最適な回転数を内挿法により推定した。また、この回転数で製造された場合に得られる細粒分について各種の特性値を同様に内挿法で推定し、チェーン形状の差異による特性値の比較を行った。その結果を表-1 に示す。

破碎効率からは回転数が少ない方が良く、装置の磨耗の上からもこの方が好都合である。同表から、チェーン形状による細粒化について効果の大きなものから示すと、三角柱(T)、円柱(C)、楕円環(E)、四角柱(S)、六角柱(H)となった。また、細粒分の歩留まりは、チェーン形状による差異は非常に小さく、96.9～94.5% (平均 95.7) となった。一方、細粒分の粗粒率は 2.22～2.17 の範囲にあり、モルタル材として目標とする粒度の粗粒率 2.2 にほぼ近い値となり、推定が正しく行われたことが分かる。次に、製造コストに関係してくる単位消費電力量については 1.42～1.67(W・h/kg) の範囲にあり、この値の小さいものから示すと、三角柱(T)が最も少なく、四角柱(S)・六角柱(H)・円柱(C)がほぼ同等で、楕円環(E)が最も大きくなった。

以上の各チェーン形状に対する評価の一覧を表-2 に示す。同表には、性能的に最も良いものを◎、平均的なものを○、最も悪いものを△で示した。なお、チェーンの耐摩耗性については、原形を保持することの難易性から推定したものであるが、実用上はこの優劣は製造コストに大いに影響を及ぼすものである。同表から、2～4 位の判定には若干の問題も考えられるが、1 位と 5 位の判定には本実験の結果からは異論のないところであると考えられる。

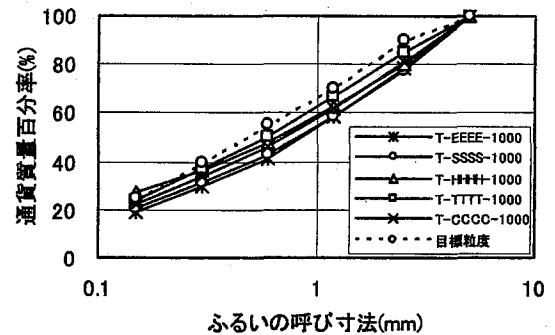


図-5 各種チェーンによる細粒分の粒度分布

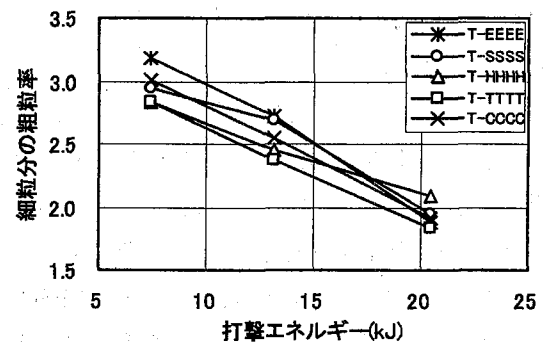


図-6 打撃エネルギーと細粒分の粗粒率との関係

表-1 最適回転数で製造した場合の細粒分の特性値

チェーンの形状	最適回転数 (rpm)	5mm未満の 歩留まり(%)	5mm未満の 粗粒率	単位消費電力量 (W・h/kg)
楕円環(E)	1150	94.5	2.22	1.67
四角柱(S)	1175	95.5	2.17	1.58
六角柱(H)	1190	96.2	2.17	1.56
三角柱(T)	1075	96.9	2.21	1.42
円柱(C)	1135	95.5	2.21	1.57

※推定値

表-2 チェーン形状に対する総合評価

チェーン形状	細粒化	実積率	歩留まり	消費電力	チェーンの 耐摩耗性	総合評価順位
楕円環(E)	○	○	○	△	△	5
四角柱(S)	○	○	○	○	○	3
六角柱(H)	△	○	○	○	○	4
三角柱(T)	◎	○	○	◎	△	2
円柱(C)	○	◎	○	○	◎	1

◎：最も良い ○：平均的 △：最も悪い

4. まとめ

本研究の結果、実験で使用した破碎処理機および各種チェーンの範囲内において、以下の結論が得られた。

- (1) 破碎瓦の品質や製造コストから、最も優れたチェーン形状は円柱である。
- (2) 破碎効率は三角柱が最も良好である。
- (3) 歩留まりはいずれの形状も大差がない。
- (4) 粒形は円柱で破碎した場合が最も良い。
- (5) 製造時の消費電力量は三角柱が最も少ない。
- (6) 耐摩耗性は円柱が最も優れている。