

大阪市立大学工学部 正 員 山田 優 大阪市立大学工学部 正 員 貫上 佳則
 大阪市立大学工学部 学生員○山内 裕滋 ケイコン機技術部 堀 誠治

1.はじめに 家庭ごみ高温熔融スラグにして建設材料として利用しようとする考えがある。しかし、熔融スラグにしても重金属の溶出などに関して 100%の安全性が保証されるわけではない。そこで、そのような安全性に不安を残す再生処理物を半永久的に歩道舗装用コンクリートブロック内に物理的に封じ込めておく、すなわち使用済みのブロックを骨材として再生し、再びブロック用材料として何度も繰り返して利用することが考えられる。そのような管理型建設資源リサイクルの可能性を、ブロックを繰り返し再利用する過程でブロックの強度およびブロックからの重金属などの溶出性がどのように変化するかを実験することにより検討した。

2.実験概要 スラグは都市ごみ焼却灰を電気抵抗式灰熔融炉で熔融したもので、空冷スラグと水砕スラグを入手した。そのスラグと供試体作製に用いたその他の材料の物理的性質を表-1 に示す。また、供試体に用いたブロックは現在歩道舗装に利用されているセメントコンクリートのインターロッキングブロック（寸法：110mm×222mm×厚さ約 80mm、図-2）である。

表-1 材料の物理的性質

材料名	表乾比重	吸水率(%)	粗粒率(%)	実積率(%)
空冷スラグ	2.68	0.33	3.37	64.1
水砕スラグ	2.68	0.26	3.07	79.2
山砂	2.55	1.70	2.99	67.9
7号碎石	2.64	0.70	4.77	58.7

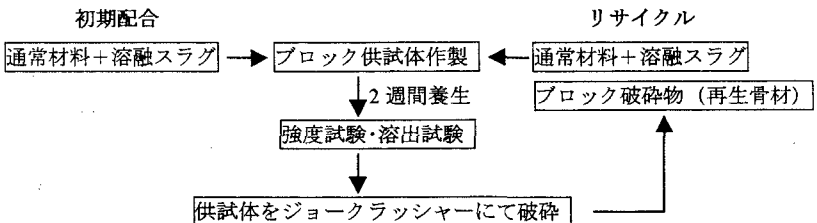


図-1 実験の流れ

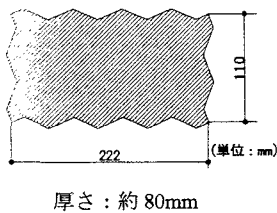


図-2 供試体形状図

本研究の流れは図-1 に示すとおりであり、また以下に研究を進行上での条件を示す。

- 1)ブロックの曲げ強度の管理基準を通常製造されているブロックの強度、5.9～6.3N/mm²とした。
- 2)ブロックの締固め成形は、ブロックメーカー所有の実験装置で行った。
- 3)スラグおよび再生骨材を通常使用している骨材（表-2）の一部と置換した。その量は予備実験の結果から、スラグ混入率は 0%・10%・20%、再生骨材使用割合は 50%とした。また、再生骨材はスラグを 100%再利用するため、破砕したそのすべての粒径を使用し、また実用性を考慮し粒度調整は行わないものとした。
- 4)セメント量および水量は常に一定とし、それぞれ 450kg/m³および締固め最適含水量とした。
- 5)曲げ強度試験は、スパンを 160mm とし、その中央に載荷した。また圧縮試験の供試体は、直径 50mm のコアをブロックから切り取り、両端面を研磨して平面に仕上げたものを使用した。
- 6)重金属の溶出試験に関しては、環境庁告示第 46 号法によって試験を行った。

表-2 標準配合表(単位: kg/m³)

W	C	山砂	7号碎石
138	450	968	788

3.実験の結果と考察

3-1 曲げ強度試験・圧縮強度試験の結果と考察

図-3、4、5 は、それぞれ曲げ強度、圧縮強度、再生骨材中の空隙量の試験値の変化を示す。図-3、4 より曲げ・圧縮強度が殆どの場合で低下しているが、その要因として次のことが考えられる。

- 1)骨材周囲（骨材と水和生成物の間）の空隙による付着強度の低下がもたらす強度の低下

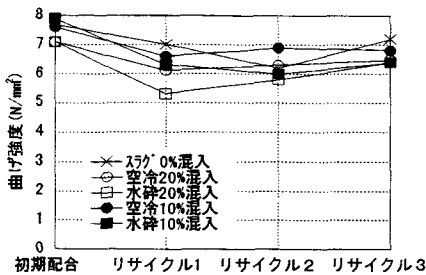


図-3 曲げ強度の試験結果

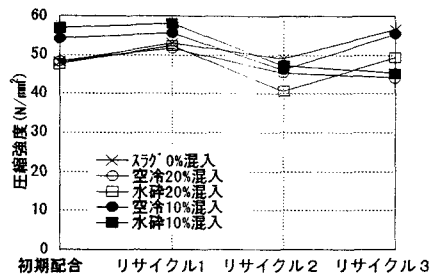


図-4 圧縮強度の試験結果

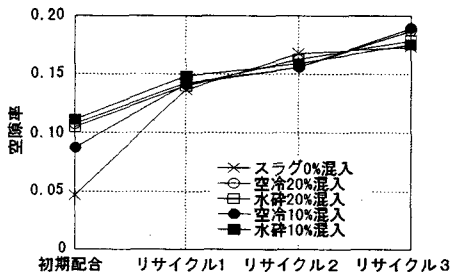


図-5 再生骨材の空隙率の試験結果

2)空隙率の増加、水和生成物の付着による再生骨材の強度低下がもたらす強度の低下

3)骨材の細粒分の増加がもたらす強度の低下

要因 3)についてはその粒度が変化するのは初期配合からリサイクル 1 回目に関してのみ言えることである。また、要因 2)については、図-5 で、空隙率が増加していることからそう言える。要因 1)は粒形の悪さから生じるが、またこれはその付着面積の増加により強度の増加をもたらすとも考えられ、全体としてはどの要因が大きく関わっているか断定し難く、要

因 1)のように強度の増加の要因にあるものが強く現れると、強度が増加することも考えられる。しかし、空隙と水和生成物が増加していることから考えると強度はリサイクルを重ねることで減少していくが、そのうちに空隙率も安定し、最終的には再生骨材がほぼ水和生成物のみとなった場合の強度に近づいていくと考えられる。

3-2 重金属溶出試験の結果と考察

本研究では、原材料と初期配合・リサイクルの各条件でのブロック破砕物について重金属の中で Cr・Mn・Fe・Ni・Cu・Zn・As・Cd・Hg・Pb の 10 項目について分析を行った。その中で溶出が確認されたのは両スラグのみでその結果を表-3 に示す。そのうち環境庁告示第 46 号法に規定されているものは Cu のみであり、それも基準値以下であった。再生骨材中からは、10 項目に関してまったく溶出は確認されなかった。

スラグにだけでは溶出する重金属が、再生骨材からは溶出されなかった最大の原因は、再生骨材はセメントの水和生成物を含んでいるために検液中の pH が 12~13 と高い状態になり、重金属が溶出しにくくなったためと考えられる。したがって常にセメントで固化した状態では安全であり、このようなブロックによる管理型建設資源リサイクルは有効であるといえる。

4. まとめ

- 1)空冷スラグ・水砕スラグは強度の面からいって、使用条件に制限はあるが通常使用される材料の一部としての利用は可能である。
- 2)リサイクルするにつれ、曲げ強度・圧縮強度は低下していくが、最終的に低下は落ち着くと推測される。その落ち着く値はスラグの混入量により変化する。
- 3)空冷スラグ・水砕スラグはそれ自身、環境庁告示第 46 号法における基準値を下回る値であるが重金属が溶出する。しかし、コンクリートブロックに封じ込めることによって、その溶出を抑えることができる。
- 4)リサイクルを繰り返すことによる重金属の溶出性は変化しない。

表-3 分光分析の結果(単位:ppm)

試料名	Fe	Cu	Zn
空冷スラグ	0.149	0.252	0.980
水砕スラグ	0.944	0.237	0.102

注)表にない他の試料および他の重金属 6 項目についてはすべて定量限界(0.01ppm)以下であった。