

アップサイクルブロック～がれき残渣の有効活用～

株式会社大林組 森田晃司

生産技術本部技術第二部（連絡先：03-5769-1302, morita.kouji@obayashi.co.jp）

1. 技術概要

1.1 概要

アップサイクルブロックとは、がれき残渣をセメントペースト等によってブロック状に固め、がれき残渣の付加価値を高めた建設資材である。アップサイクルブロックを盛土材料として利用することで、がれき残渣の最終処分量を減少させるとともに、被災地の早期復興を図る。

本技術のコンセプトは、以下の2点である。

- ・がれき残渣を有効活用する
- ・重金属等の有害物質の溶出抑制効果を備える

アップサイクルブロックの主な用途は、避難高台、道路盛土、防潮堤などの盛土の中詰め材である。（図1）。

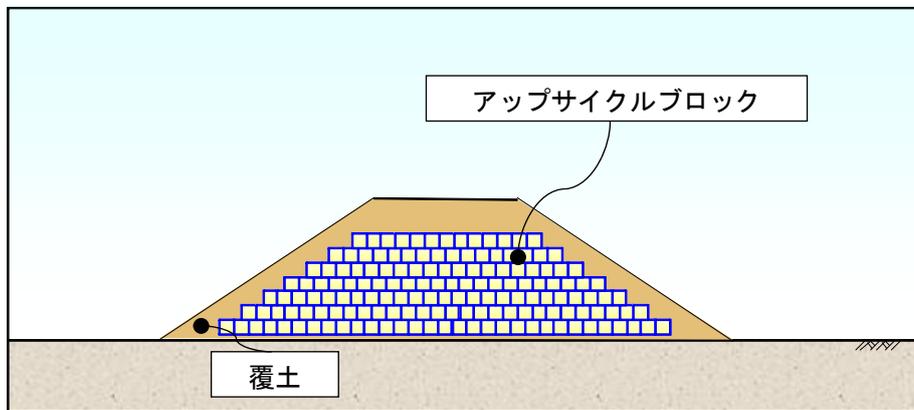


図1 アップサイクルブロック適用イメージ

1.2 対象とするがれき残渣

がれき残渣には、コンクリートがら、金属、プラスチック、土石、瓦、木材、ゴムなど様々なものが混入している（写真1）。

なお、本技術では、重金属等の有害物質、放射性物質を含んだがれき残渣は対象にしないことを原則としている。



（仙台市若林区荒浜搬入場にて採取）



（巨理名取ブロック「巨理処理区」にて採取）

写真1 がれき残渣の一例

1.3 開発体制

本技術は、(財)先端建設技術センター、(株)大林組、鹿島建設(株)、(株)熊谷組、清水建設(株)、大成建設(株)の6者で開発を進めている。

開発の一部は、平成23年度補正予算建設技術研究開発制度(震災対応型技術開発公募)による補助金を受けた者と共同で実施した。

2. 技術的課題への挑戦

2.1 課題と解決方針

震災などで発生するがれき残渣には、木材、ゴム、プラスチックなど密度が小さく、圧縮性の高いものが混入しており、かつその混入率が一定でないため、これらを固化材と混練しただけでは、品質が大きくばらつくと想定される。そこで、がれき残渣と固化材が密実となるよう、混練後に締固め処理を施して、品質のばらつきを抑制する方法を考案した。

また、対象外とはしているものの、がれき残渣に重金属等の有害物質が含有している可能性は否定できない。そこで、がれき残渣をセメントで固化することで有害物質の溶出を抑制する方法を考案した。

2.2 アップサイクルブロックの試作

アップサイクルブロック(写真2)は、当試作用に新たに用意した装置を使って、10個製造した。この装置は、試験室内の載荷装置に鋼製型枠および型枠バイブレータを装着したものである(写真3,4)。



写真2 アップサイクルブロック
(B750×W750×H850mm)



写真3 アップサイクルブロック
製造装置



写真4 型枠バイブレータ

使用材料は、高炉セメントB種、水、がれき残渣である。がれき残渣は、仙台市若林区荒浜搬入場に仮置されていた、粒径150mm以下のものを試料として提供して頂いた。

配合は、ブロック1m³あたりセメントペースト345L(水セメント比60%)を添加した。

製造手順は、最初に傾胴ミキサでがれき残渣とセメントペーストを練り混ぜ、次に鋼製型枠の内面に大型土のう袋を装着し、その中へ型枠バイブレータを作動させながら混練物を所定の高さまで投入する。最後に上方より載荷板にて加圧してブロック天端面を均す。

材齢7日に全アップサイクルブロックから各3個のコア(φ100×200mm)を採取して、合計30個の供試体を用意し、一軸圧縮試験を実施した。試験から得られた結果を以下に示す(図2)。一軸圧縮強度は1.95～5.67N/mm²で、目標強度の1N/mm²を上回った。

採取したコアは、がれき残渣の間に密実にセメントペーストが充填されていた(写真5)。

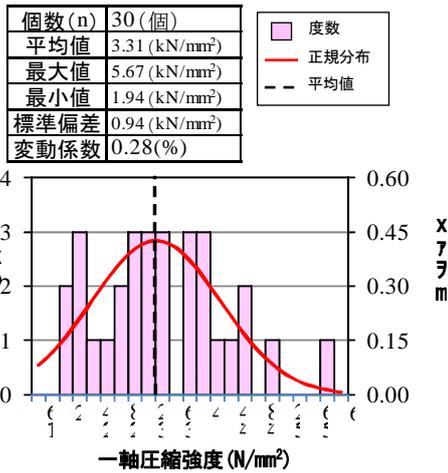


図2 一軸圧縮強度のヒストグラム



写真5 一軸圧縮試験供試体
(アップサイクルブロック)
(φ100×H200mm)

2.3 模擬汚染がれきを使った溶出抑制効果の確認

本技術で扱うがれき残渣は、重金属等の有害物質を含有していないことを原則としている。しかし、がれき残渣全数を対象としてチェックすることは不可能であるので、万一、有害物質が含有していても、製品から溶出しないことを確認する必要がある、と考えた。そこで、セメントで固化したがれき残渣（以下、がれき固化体と呼称）を供試体として環境庁告示 46 号に示されている溶出量試験（以下、溶出試験）を行い、アップサイクルブロックの溶出抑制効果を確認した。

2.2.1 試験方法

溶出試験の対象物質は、土壤汚染対策法で規定される第二種特定有害物質のうち、重金属等の全 9 項目である。

溶出試験は、粒径 2mm 未満に粉砕した試料 100g と溶媒を重量体積比で 10% の割合で混合し、それを 6 時間振とうさせた後、分析に供した。溶媒は、純水に塩酸を加えて pH が 5.8 以上 6.3 以下となるように調整した。ただし、鉛については敢えて溶出しやすい環境下で試験を行うために、溶媒に消石灰を添加して pH12.5(がれき固化体と同等環境)に調整した。

2.2.2 がれき残渣の溶出試験

仙台市から提供して頂いたがれき残渣を供試体として溶出試験を実施した。その結果、全項目で土壤環境基準を下回った。したがって、がれき固化体、すなわちアップサイクルブロックの重金属等の溶出量は、土壤環境基準を上回る可能性が低いと想定された。

2.2.3 模擬汚染がれきの溶出試験

アップサイクルブロックのがれき残渣に含まれる有害物質の溶出状況を確認するために、土壤環境基準の溶出量基準の概ね 10 倍もしくは含有量基準の 1.3 倍に相当する重金属等を人為的に含有させたがれき残渣（以下、模擬汚染がれきと呼称）を作製した。

模擬汚染がれきを供試体として溶出試験を実施した。その結果、ほとんどの重金属等が溶出量基準の概ね 10 倍であった。しかし、カドミウム、水銀、シアンは添加量を含有量基準の 1.3 倍まで増加させてもほとんど溶出が認められなかった。これは、難溶性の水酸化物を生成していることが原因と考えられる。

2.2.4 模擬汚染がれきのがれき固化体の溶出試験

模擬汚染がれきを使用したのがれき固化体の材齢 7 日における溶出量は、全項目で土壤環境基準を下回った。よって、有害物質が含有しているがれき残渣を、セメントで固化することによって溶出を抑制できることが確認できた（図 3）。

さらに、模擬汚染がれきのサンプルを変えて同様の試験を実施したところ、鉛だけが土壤環境基準をわずかに上回るケースがあった。しかし、キレート剤を添加することで、鉛の溶出は抑制できた。

以上のことから、アップサイクルブロックは、重金属等の有害物質の溶出を抑制できる効果があることが分かった。



図3 セメント固化体の溶出試験結果

3. 今後の課題と予定

実用化に向けて、技術的な課題と品質・安全管理に関する課題が残されている。

技術的な課題は、各サイトで異なるがれき残渣の特性への対応である。がれき残渣の特性に応じた配合を設定の上、各サイトで求められる製造能力（製造個数、製造期間 等）に対応した製造設備の設計をすることが要求される。

品質と安全管理に関する課題は、以下の2点である。

- ・製品の性能を証明するための自主基準値の設定と管理方法の確立
- ・製品のトレーサビリティを確保できるシステムの構築とその運用機関の特定

以上の課題を解決し、アップサイクルブロックの信頼性を確保するために、第三者機関に建設技術審査証明を依頼して、品質証明に関して万全の体制を敷いていく予定である。

4. 実証実験

2012年11月に実証実験として、宮城県亶理町（亶理名取ブロック「亶理処理区」）で収集したがれき残渣でアップサイクルブロックを製造するとともに、これらの中詰め材とした実物大の盛土を築造した（写真5）。

アップサイクルブロックを236個作製して4段に積上げ、周囲に覆土して高さ4mの盛土を築造した。

また、同月、見学会を開催し、アップサイクルブロックの製造状況、積上げ状況を150人余りの方々に視察して頂いた。



写真5 盛土完成写真

キーワード コンクリートがれき，残渣（ふるい下）

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL:03-5769-1302