

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書概要版

課題番号=第9号

研究課題名=がれき残渣の有効活用によるアップサイクルブロックの開発

研究期間=平成23年度-平成24年度

代表者名=加納敏行（財団法人先端建設技術センター）

研究代表者名=加納敏行（財団法人先端建設技術センター）

共同研究者名=須藤泰幸（財団法人先端建設技術センター）、東出成記（財団法人先端建設技術センター）、真田道夫（財団法人先端建設技術センター）、新妻弘章（財団法人先端建設技術センター）、富岡美樹（財団法人先端建設技術センター）、浜井邦彦（株式会社大林組）、森田晃司（株式会社大林組）、竹田宣典（株式会社大林組）、川西貴士（株式会社大林組）、千野裕之（株式会社大林組）、田島孝敏（株式会社大林組）、山本彰（株式会社大林組）、山田祐樹（株式会社大林組）、田中淳一（株式会社熊谷組）、五十嵐寛昌（鹿島建設株式会社）、井尻裕二（大成建設株式会社）、長峰春夫（大成建設株式会社）、芳岡良一（清水建設株式会社）

補助金交付総額（円）=16,530,000

研究・技術開発の目的=地震や津波等で大量に発生したがれきのうち、選別・分級してもリサイクルできない残渣を有効活用し、かつ重金属類などの有害物質が溶出しない建設資材“アップサイクルブロック”（二次製品ブロック、盛土用ブロック）を製造する技術を開発する。

従来、このような残渣は焼却不適物を除去した上で焼却し、焼却後の残渣を最終処分場に埋立て処分していた。当技術開発により、復興事業の建設資材を製造するとともに、最終処分場の容量不足を解消し、がれき残渣の処理コスト縮減も達成させる。

アップサイクルブロックの用途は、盛土材（道路盛土、避難高台、防潮堤、河川堤防など）、コンクリート二次製品（無筋）である。

当開発では、仙台市若林区荒浜搬入場にて採取したがれき残渣を使用した。重金属をはじめとする有害物質が含まれておらず、コンクリートガラ、木材、ゴム、金属類、プラスチック、土石、瓦等が混入したものであり、粒径は150mm以下である。

研究・技術開発の内容と成果=アップサイクルブロックの開発目標は二点ある。

一点目は、アップサイクルブロックの配合、製造方法を確立するとともに、開発技術の信頼性を実証することである。

二点目は、重金属類など有害物質の不溶化技術を確立するとともに、開発技術の信頼性を実証することである。

また、アップサイクルブロックの目標性能は、外圧に抵抗できる強度を有すること、大量のがれき残渣を活用すること、重金属類などの有害物質の溶出を防止できることである。

まず、二次製品ブロックの配合、製造方法に関する開発内容と成果を整理する。

二次製品ブロックには、採取したがれき残渣を粒形40mm以下に粉砕したものを使用した。

製造方法は、がれき残渣とモルタルを混練して型枠に投入し、振動と加圧によって締め付けた後、即時脱型するものである。

配合は、水セメント比と細骨材セメント比をパラメータとして設定し、ケーススタディを行って決定した。がれき残渣の混入率は、重量比で約 40%となった。

開発技術の信頼性を実証するために、JIS A5371 に規定されている地先境界ブロック A(以下、地先 A と呼称) と片面歩車道境界ブロック C (以下、片歩 C と呼称) の二種類を各 30 個の計 60 個を製造し、全数の出来形寸法と曲げ強度荷重を測定した。

寸法は、全ブロックにおいて JIS 規定を満足した。

曲げ強度荷重については、地先 A は 30 個のうち 3 個だけ基準値をわずかに下回り、片歩 C は全 30 個で基準値を上回った。また、単位容積質量が大きいほど曲げ強度荷重が大きい傾向が確認されたので、がれき残渣の混入率を減少させる、または、密度の小さいがれき残渣を選別して除去することによって曲げ強度荷重の増大を図ることができると考えられる。

今後の課題としては、凍結融解に対する抵抗性の把握、乾湿繰り返しに対する抵抗性の把握、長期材令強度の把握が挙げられる。また、がれき残渣の性状は採取場所や分級・分別方法、養生方法等によって大きく異なるので、がれき残渣の性状に応じた配合の検討が必要である。

次に、盛土用ブロックの配合、製造方法に関する開発内容と成果を整理する。

盛土用ブロックには、仙台市で採取したがれき残渣（粒径 150mm 以下）に手を加えずに使用した。

配合は、水セメント比とがれき残渣 1t あたりのセメントペースト添加量をパラメータとして設定し、ケーススタディを行って決定した。最適配合を決定するために、二段階の選定実験を行った。

一次選定では、11 ケースのケーススタディを行い、がれき残渣とセメントミルクの練混ぜやすさ、練混ぜ後の状態、圧縮強度を評価指標として配合を 3 ケースに絞り込んだ。

二次選定では、ミキサーによる練混ぜのし易さや作業性、ブロックの出来栄を評価指標として最適配合を決定した。がれき残渣の混入率は、重量比で約 70%となった。

開発技術の信頼性を実証するために、鋼製土槽を使用して盛土用ブロック（幅 75cm×奥行 75cm×高 85cm）を 10 個製造し、全数の出来形寸法とコアの一軸圧縮強度を測定した。寸法は、高さ幅ともに標準偏差 σ が 3mm と非常に小さな値であった。このため、ブロックを並べたり、積上げてもブロック間の隙間が非常に小さく、ブロック間の不陸調整材（砂など）は不要と判断された。コアの一軸圧縮強度は、全データにおいて目標強度の 1N/mm² を上回った。また、湿潤密度が大きいほど一軸圧縮強度が大きい傾向が確認された。

今後の課題は、がれき残渣の性状に応じた配合を検討すること、早く脱型できる製造方法を検討することである。

最後に、有害物質の不溶化技術に関する開発内容と成果を整理する。

溶出基準は、土壤汚染対策法において第二種特定物質（重金属等）に分類される 9 項目（六価クロム、シアン、セレン、ふっ素、ほう素、鉛、カドミウム、水銀）の法令基準値に準拠した。溶出量は、環境庁告示 46 号溶出試験（以下、環告 46 号試験と呼称）によって測定した。実験は 2 段階で行った。

まず、入手したがれき残渣を無作為にサンプリングして環告 46 号試験を行った。その結果、9 項目の重金属全項目において土壤環境基準を満足した。この結果から、このがれき残渣とセメントを混練したブロックは、当然土壤環境基準を満足すると予想された。

そこで、次の段階として、がれき残渣に重金属の 9 種類を敢えて人為的に添加した模擬汚染がれき残渣を作製し、これと混練したセメント固化体（二次製品ブロック、盛土用ブロ

ック)の環告46号試験を行った。これは、万一、がれき残渣に重金属などの有害物質が混入していても、ブロックは土壤環境基準を満足することを実証するための試験である。結果は、9種類の重金属のうち、8種類が土壤環境基準を満足し、鉛のみがわずかに満足しなかった。

今後の課題として、鉛のさらなる不溶化が挙げられる。ブロック製作時に鉛不溶化剤(酸化マグネシウム系の不溶化剤やキレート剤)を添加する効果を検証する予定である。

研究成果の刊行に関する一覧表=土木施工平成24年3月号、平成24年2月22日、株式会社オフィススペース、加納敏行、森田晃司、五十嵐寛昌、田辺敏、坂本俊一、井尻裕二、NETISプラス第4号、平成24年7月、財団法人先端建設技術センター、がれき残渣の有効活用によるアップサイクルブロックの開発に関する勉強会

研究成果による知的財産権の出願・取得状況=該当なし

成果の実用化の見通し=アップサイクルブロックの適用先を探索中

その他=なし