

(別紙 1)

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 8 号

研究課題名=津波堆積土砂からのがれき分別と土砂の分級による良質な建設材料の有効利用

研究期間=平成 23 年-平成 24 年

代表者=御手洗義夫 (東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター 地盤・防災技術グループ・グループリーダー)

研究代表者=御手洗義夫 (東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター 地盤・防災技術グループ・グループリーダー)

共同研究者=太田正規 (株式会社ドラムエンジニアリング取締役営業部長), 泉信也 (東亜建設工業株式会社 土木事業本部機電部 機械グループ・グループリーダー), 居場博之 (東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター 地盤・防災技術グループ・研究員), 熊谷崇信 (東亜建設工業株式会社 土木事業本部機電部 機械グループ・技術員), 西田浩太 (東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター 研究開発企画グループ・研究員), 湯浅大樹 (東亜建設工業株式会社 土木事業本部機電部 機械グループ・技術員)

補助金交付総額 (円) =18,530,000

研究・技術開発の目的=本研究の目的は津波堆積土砂から効率的にがれき類を分別し、小礫、砂、シルトを分級して取り出し、良質な人工地盤材料 (小礫、砂、シルト、脱水・固化処理した粘性土) として有効利用できる連続処理システムを確立することおよびその事業化である。またそれによって、津波堆積土砂の減容化と地盤の嵩上げや各種インフラ整備の促進に寄与する技術の確立を目指すことである。

研究・技術開発の内容と成果=津波堆積土砂からのがれき類の分別と土砂の分級は浚渫土砂の分級工法である「ソイルセパレータ・マルチ工法」を応用した。実験は宮城県気仙沼市 (JX 日鉱日石エネルギー株式会社気仙沼油槽所内) にて実施した。津波堆積土砂は、実験場所の隣接区画にて宮城県気仙沼土木事務所が集積・仮置きしているものを 350m<sup>3</sup> 借用した。津波堆積物と使用する海水に関しては、揮発性有機化合物や重金属、ダイオキシン類および放射性物質などの溶出量や含有量など基準値以内であることを事前に確認した。がれき分別・分級は主に振動ふるい、遠心分離により行い、分級される粒径 (がれき、礫、砂、シルト) や工程 (ごみ除去、フロック凝集・脱水) によって 1 次～7 次処理まで分けられる。各工程の処理内容、分級あるいは除去される土砂やごみの種類は以下のとおりである。【1 次処理】: スケルトンバックホウにより 100mm 以上の礫や、がれき・ごみ類 (木片、コンクリート片、網、ビニール、プラスチック類など) を除去した。【2 次処理】: 礫分除去装置 (自走式スクリーン) により、20mm 以上の細かいガレキや粗礫、木片、プラスチック類等を除去した。【3 次処理】: 土砂を攪拌槽 (10m<sup>3</sup>) に投入し、土砂量に対して 3 倍程度の体積の海水を加え、比重 1.2～1.3 程度の泥水とする。これを攪拌、循環することにより、木端、ビニール、紙片などの比重の軽いごみを浮遊、水槽内の樋に越流させ、別途設けたメッシュにて除去した。この 3 次処理が従来のソイルセパレータ・マルチ工法を津波堆積物に適用を拡大した際のポイントのひとつであり、土砂部分に混入した細かいごみやがれきを分別・除去できる部

分である。【4次処理】：振動ふるいと遠心分離装置により、5~20mmの小礫・粗砂、75 $\mu$ m~5mmの砂を分級した。【5次処理】：振動ふるいと遠心分離装置により、30~75 $\mu$ mの細砂とシルトを分級した。30 $\mu$ m以下の粒子は泥水として6次処理装置に送泥した。【6次処理】：30 $\mu$ m以下の細粒分を凝集装置により凝集・フロック化した。【7次処理】：フロック脱水は2通りの方法で実施した。1つはボックス型のフロック脱水装置によりフロックを脱水した後、水切りフレコンに入れ、自重脱水する方法である。もう一方は、連続式のフロック脱水装置（スクリー型、スリット型）により脱水する方法である。脱水後の余水は加水用として循環再利用した。

今回の実証実験では民間用地を借用した都合上、外部から搬入した津波堆積物を直接土地に触れさせたり、残留させないことが要件であった。そのため、加水用のピットを作成するための掘削や盛土が認められなかった。したがって、本来なら1次処理段階から加水を行うところを、今回は1次処理から2次処理までを乾式処理で実施せざるを得なかった。そのため、がれき・ごみ類に土砂が多く付着する結果となった。本来は用地内にピットを掘るなどして、1次処理段階から土砂を水通し・洗浄し（湿式処理）、がれき・ごみ類と土砂との分離や、木片やプラスチック類などの比重分別を行うことになる。

分級処理結果（分級前後の土砂の数量）は1次処理~2次処理までに分別・分級されたものは約80m<sup>3</sup>で津波堆積物（処理前）の約23%であった。これらは、ごみやがれきを含んでおり廃棄物扱いとなる。一方、4次処理以降のものには、ごみやがれきはほとんど含まれておらず、良質な建設用土質材料として扱うことが可能なものである。数量としては約350m<sup>3</sup>（小礫・砂（75 $\mu$ m~5mm）：200m<sup>3</sup>、細砂・シルト（30~75 $\mu$ m）：50m<sup>3</sup>、脱水フロック（30 $\mu$ m以下の粒子を凝集）：100m<sup>3</sup>。で処理前の津波堆積土砂とほぼ同じ数量のものが、良質な復興資材として得られる結果となった。脱水フロックの含水比は水切りフレコンで半日自重脱水させた状態で平均140%程度であった。分級前後の土量収支は、津波堆積土砂に含まれるがれきやごみの量、土砂部分に含まれる細粒分（主に粘土分）の含有量に影響されるものではある。今回、分級前後でほぼ同量の収支となったのは、6次処理で発生した凝集フロックの脱水を“簡易脱水”として、セメントなどで改質して有効利用する方法を採用した効果といえる。一般的に土砂の減容化を目的とする場合には、凝集フロックに対してより高レベルの脱水を行うことで高い減容化の効果を得ることを行う。しかし、脱水・減容化のレベルが高くなるほど逆に高コストになる傾向があり、その数量とコストのバランスが実施の際の一つのポイントとなる。本研究開発は、震災対応で津波堆積物から良質な復興資材を得ることを目的としているため、低コストでより多くの復興資材を獲得することを目標としている。したがって、今回は6次処理の凝集フロックの脱水時間を最低限の“簡易脱水”とすることで減容化を抑制し、一方で比較的高含水比なフロックはセメントなどで固化・改質して土木用資材とする方式を採用した。すなわち低コストの脱水処理と、できるだけ多くの復興資材（建設用土砂）を確保することの両方を達成できるものとなっている。

分級された土砂の品質（粒度、含水比）に関しては、以下のような結果が得られた。(1)分級後の礫、砂は、細粒分（シルト・粘土分）含有率がいずれも3%であった。(2)分級後のシルト主体土は、粘土分含有率が3%であった。(3)凝集前泥水の粒度は、粒径30 $\mu$ m以上が10%以下であり、シルト分級装置サイクロンの分級点30 $\mu$ mの設定通りの分級が行われていた。(4)分級直後の土砂の含水比をみると、礫は6%、砂は18%、細砂・シルトは32%であり、分級後すぐに運搬できる状態まで脱水されていることが確認された。

事業化に向けた検討として、被災地において津波堆積土砂の分別処理で最も良く使用されているトロンメルによる乾式分級（以下、TRMと略記）と、今回用いた工法（ソイルセパレータ・マルチ：以下、SMと略記）の両者のコスト比較を行った。今回のコスト比較にあたってはSMは1次処理段階から土砂を水通し・洗浄し（湿式処理）、がれき・ごみ類と土砂との分離を行う方法とした。処理する土砂の粒度分布によって結果は若干異なるが、経費込（直接工事費の40%）の単価の場合両社はほぼ同等であった。また経費込み単価から分別・分級後の土砂を有価として差引いた場合、SMでは良質な礫、砂分が得られるためSMの方

が単価が安くなる傾向にある。TRMによる方法は“乾式分級”と呼ばれ、加水・洗浄を行わないため、分別後のがれきやごみに土砂が付着したままであること、50mmフルイでの処理であるために分級後の土砂にはがれきやごみが混入しており、また細粒分も多い“低品質”なものである。それに対して本技術（SM）では、がれきやごみから土砂は洗浄・除去されて、その後の分別や処理が容易になること、さらに分級された土砂（礫、砂、シルト）には粘土分がほとんど含まれていない“高品質”なものであることから、本技術が津波堆積物の処理・有効利用技術として、品質およびコスト両面で優れた技術であることが確認できたといえる。したがって、事業化にむけて本技術は十分な品質と競争力のあるコストを有していると評価できる。

研究成果の刊行に関する一覧表=建設リサイクル,2012.秋号 Vol.61,津波堆積物からのがれき分別と土砂の分級による良質な建設材料の有効利用,平成24年10月31日,(株)大成出版社、御手洗義夫

研究成果による知的財産権の出願・取得状況=なし

成果の実用化の見通し=環境省の最新の発表によると、被災3県（岩手、宮城、福島）における処理を要する全津波堆積物は約960トンとされ、現時点におけるそれらの処理・処分済み割合は約15%にとどまっている。現在、津波堆積物の殆どは、トロンメルにて処理されているが、この場合処理後の土砂（ふるい下残渣）にはがれきやごみが混合された低品質なものであり、再利用方法に制限がかかる懸念がある。またこのようなごみやがれきが混入した土砂の最利用方法の具体的な判断・評価基準は現在のところ明確になっていないのが現状であり、処理方針が決まらない原因ともなっている。それに対して、本技術で処理された砂礫やシルト、改質土（凝集ブロックのセメント処理土）は、ごみやがれきがほぼ完全に分別・除去された状態の高品質な材料であり、様々な用途が期待できるものである。処理コストも従来のトロンメルによる方法とほぼ同レベルであること、また同じ体積の津波堆積物から得られる土砂量が多いことを考慮すると、品質、コスト面のみならず、本技術が津波堆積土砂の処理技術として優れているものと評価できる。したがって、被災地における建設用土質材料の不足、処分場建設費用、処理完了までの時間などの問題に対する現状からの転換が、本技術の実用化に向けた第一歩となる可能性も考えられる。

その他=なし