

鬼怒川激特事業現場における 回転式破碎混合工法の活用事例

茅賀 都¹ 大坪 研二¹ 中島 典昭¹

¹日本国土開発(株) 土木事業本部 土木部

近年、日本では自然災害により甚大な被害が多発している。その内、豪雨による水害では平成27年9月に発生した関東・東北豪雨により、茨城県常総市においては鬼怒川の堤防が決壊するなどして甚大な浸水被害をもたらした。現在も鬼怒川流域では緊急復旧工事を含めた築堤工事が行われている。今回、その鬼怒川においてNETIS登録技術の回転式破碎混合工法が採用され、激特事業現場で様々な建設発生土を有効利用する土砂混合工法として活用されている。

本報は、鬼怒川の事例を含め、様々な要求品質が求められる築堤工事で活用される回転式破碎混合工法について紹介する。

キーワード：建設発生土, リサイクル, 激特事業, 河川堤防

1. 回転式破碎混合工法の概要

図-1に回転式破碎混合工法の概要を示す。(以下、「本工法」と称する。)

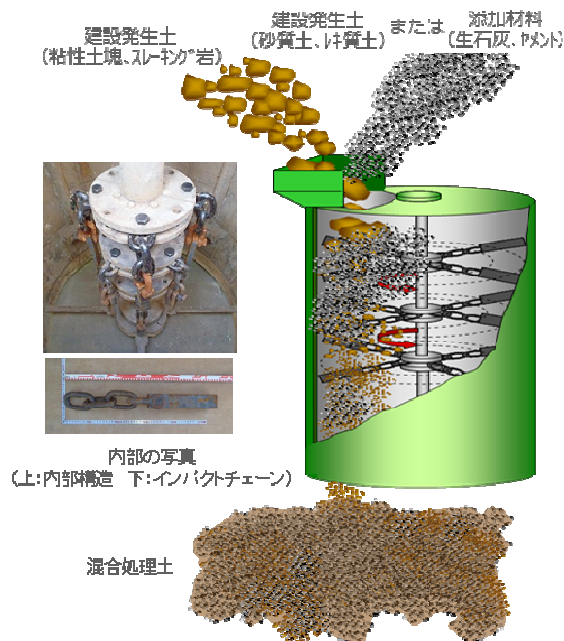


図-1 回転式破碎混合工法の概要

本工法は、鋼製の円筒内で高速回転する複数本のフレキシブルなチェーンの打撃力で、地盤材料の解きほぐしと添加材料との均質な混合を同時に行うことのできる地盤改良技術である。機械タイプは、利用用途、改良土量などの条件によって車載型、自走式、プラント式に区分され、更にプラント式においては改良土量に応じて少量

から大量施工まで対応できるラインナップを取り揃えている。また、いずれのタイプともにコンピューター制御により一元管理されたシステムで構築されており、連続大量施工においても一定の品質が確保される。

2. 回転式破碎混合工法の特長

本工法は、以下の特長がある。

① 適用範囲が広い

図-2に本工法の適用範囲を示す。従来工法と比べて適用範囲が広いと、様々な建設発生土を活用した改良が可能である。

② 粘土塊の解きほぐし、③ 添加材料との均一混合

塊状の発生粘性土を解きほぐすことで、添加材料との混合性が向上し、高品質で安定した改良が行える。図-3に示すように従来工法では砂を混合した場合、塊状の粘土のまま混合され、不均質な改良であった。一方、本工法の場合は塊状の粘土を細粒化すると共に砂質土を混合するため、改良品質は高く、安定した品質が期待できる。

④ 細粒化と混合

建設副産物のコンクリートがらなどを利活用可能な場合、粒度調整や強度改善などが図れ、リサイクル率の向上にも寄与できる。図-4に示す軟岩を破碎する場合、チェーンの回転数を変えることで、要求品質に合致する粒度範囲に調整する事が可能である。

また、河道掘削で発生する土砂においては、木片や一般ごみなどが混在している場合、そのままでは利用ができないため、土砂と廃棄物とに分別する必要がある。

る。しかし、分別機械のみでは土砂と廃棄物とを分別するのは容易ではない。一方、本工法においてはチェーンの打撃力を利用して廃棄物と土とに分離し、分別機械（振動ふるい機、トロンメルなど）の効率を向上させる効果が確認されている。東日本大震災においては、震災廃棄物の分別処理業務にも採用された実績もある。

このように、本工法は含水比や粒度の適用範囲が広く均質に混合が可能で、幅広い建設発生土を有効利用でき、様々な要求品質に対応可能な工法である。

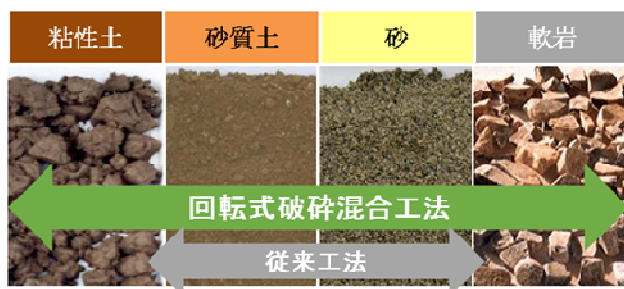


図-2 回転式破碎混合工法の適用範囲

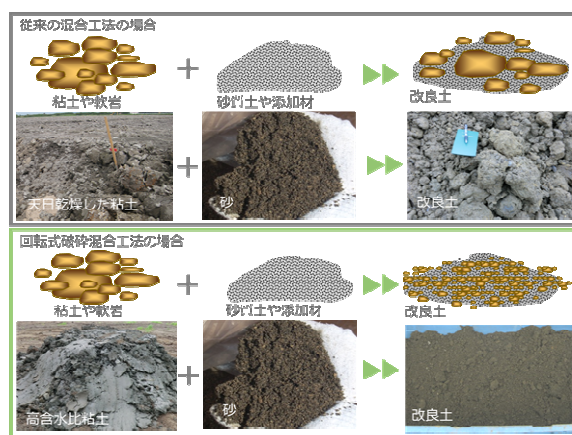


図-3 回転式破碎混合工法の粘性土改良イメージ

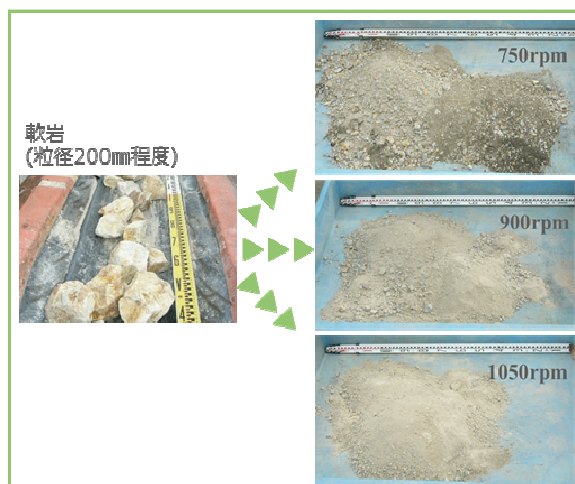


図-4 回転式破碎混合工法による軟岩破碎状況

3. 施工事例 1 高含水比粘性土改良事例

工事名：北島地区遊水地周囲堤外工事

要求品質：細粒分含有率 $15\% \leq F_c \leq 50\%$

コーン指数 400kN/m^2 以上

使用材料：高含水比粘性土－砂礫

泥炭混じり粘土－セメント系固化材

製造土量：約 $62,800\text{m}^3$

本工事は、平成25年7月から北海道開発局 千歳川河川事務所管内の北島地区遊水地において、掘削直後の高含水比粘性土と漁川ダムを浚渫して発生した砂れきを混合して改良した事例である。従来では1年間天日乾燥しなければ混合出来なかった高含水比粘土を本工事では、掘削直後に砂との均質混合による曝気乾燥促進効果によって仮置期間の短縮に試みた。さらに大規模施工による工期短縮を図る目的で実施した施工事例である。工事の結果から、本工法を用いることにより、掘削直後の高含水比粘性土に砂を均一に混合することで、曝気乾燥効果が向上し、含水比低下の期間を短縮可能となり、工期短縮に期待できると評価された。



図-5 現場全景（高含水比粘性土改良事例）



図-6 原土(高含水比粘性土と砂質土)



図-7 改良土

4. 施工事例2 軟岩破碎混合による改良事例

工事名：川内川（山崎大橋下流右岸・樋渡地区）

築堤土砂製造工

要求品質：細粒分含有率 $27\% \leq F_c \leq 55\%$

コーン指数 $1,200\text{kN/m}^2$ 以上

使用材料：粒径 600mm から 200mm 以下に一次破碎した

軟岩とシラスの2種混合

製造土量：約 $81,700\text{m}^3$



図-8 現場全景（軟岩破碎混合改良事例）



図-9 原土（軟岩とシラス）



図-10 改良土

九州地方整備局 川内川河川事務所管内の川内川（山崎大橋下流右岸・樋渡地区）築堤土砂製造工において、従来、築堤土砂として品質を満足しないため、場外処分していた軟岩礫まじりシラスを対象に、少量の添加材料を混合して良質な築堤材料として利活用する工事である。本工事では、軟岩混じりシラス土砂を要求品質に合致した粒度に破碎し、少量の土壌改良材 12kg/m^3 を添加すると同時にシラスと混合して築堤土砂の品質に適した土砂に

改良した。その結果、残土処分費と購入土砂費を削減が可能となり、環境負荷の低減と事業費の削減に寄与することができた。

5. 施工事例3 草根ゴミ分別を含めた改良事例

工事名：筑後川木塚地区築堤工事のうち
土砂改良工事

要求品質：細粒分含有率 $15\% \leq F_c \leq 50\%$

コーン指数 $1,200\text{kN/m}^2$ 以上

使用材料：建設発生土（ゴミ地下茎混入土、粘性土）

－石灰（平均 15kg/m^3 ）

製造土量：約 $13,300\text{m}^3$



図-11 現場全景（草根ゴミ分別改良事例）

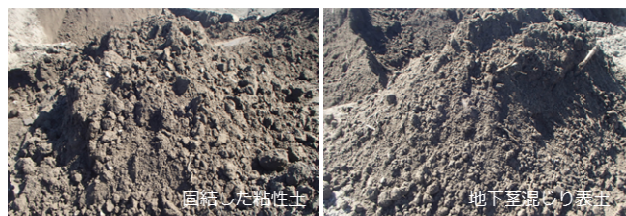


図-12 原土（粘性土と草根ゴミ混り表土）



図-13 改良土とふるい分けした草根ゴミとレキ材

九州地方整備局 筑後川河川事務所管内の河道掘削工事において発生するそのままでは利用できない地下茎混り表土（礫混り砂質土）と、固結した粘性土の2種類の

材料と石灰を混合し、地下茎を分別すると共に、築堤土の要求品質に合った改良土を製造することを目的とした工事である。

本工事では、①粒度調整、②強度改善、③地下茎及びゴミの分別除去の3つの改良を本工法と分別機械を併設したプラントで行った。

工事の結果、発生土の性状や土量を考慮して最適な組み合わせとなるように事前検討、室内試験を実施することにより、①粒度調整や②強度改善が得られる配合を導き出し、品質の確保とリサイクル率の向上を図ることが可能となった。また、③地下茎及びゴミの分別除去については、一般に土が付着したゴミ等は塊状の呈を示し、ふるい分けが困難であったが、本工法を採用することで土は解きほぐされ土とゴミ等が分離して分別効率が良くなり、改良土は不純物のない堤防材料として再利用し、リサイクル率の向上が図れた。

6. 施行事例 4 鬼怒川激特事業における施行事例

工事名 : H27激特・若宮戸築堤(その1)工事の内、土砂改良工

要求品質 : 細粒分含有率 $15\% \leq F_c \leq 50\%$

コーン指数 400kN/m^2 以上

粒度分布適正範囲内 (図-15)

使用材料 : 建設発生土 (砂質土、粘性土)

再生砕石

製造土量 : 約 $50,000\text{m}^3$

H27年9月関東・東北豪雨により鬼怒川の水位が上昇し、堤防決壊(1ヶ所)、溢水や護岸崩壊などの被害が発生した。今回施工箇所の若宮戸地区は、ソーラーパネル設置により既存堤防が低くなった等と報道された地区で、災害発生から1年以内に新規堤防を作る事となった。築堤材料は、河道掘削等で生じた砂質土と粘性土の2材混合であったが、要求品質の粒度分布適正範囲を満たせなかったため、粒度調整と締固め性能向上を図る目的で再生砕石を配合し、3材混合により築堤盛土材を製造した。なお、粒度分布の適正範囲とは、河川土工マニュアル記載の図-16を参考に半透水性材料となる粒度分布の範囲である。この粒度範囲を満たす3材混合の配合比(砂質土 : 粘性土 : 再生砕石 = 5 : 2 : 3)を室内配合試験で導き出し、現場配合として改良を行った。

工事の結果、本工法で改良した材料は、締固めが良好で安定した築堤の施工が行えたと評価を得た。



図-14 現場全景 (鬼怒川激特事業における施行事例)

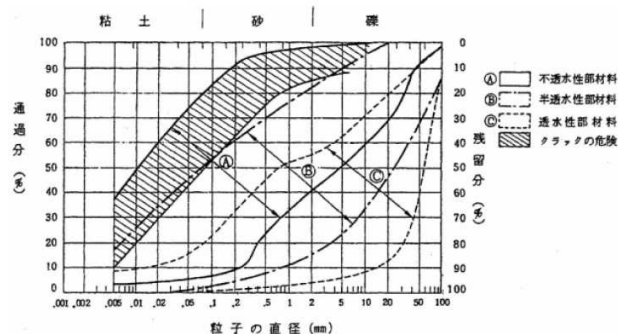


図 3.1.2 堤体材料の適性範囲参考例 (アメリカ開拓局 1974)

図-15 堤体材料の適正範囲参考例¹⁾



図-16

謝辞 : 本論文の作成にあたり、写真などのデータの提供及び、論文へのご指導をいただきました。ご協力いただいた方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 河川土工マニュアル平成21年4月p63