

# カルスピ®ン®工法 (津波堆積物等のがれき混じり泥土の再生処理技術)

新日鐵住金(株) 平嶋 裕

## 1. 工法の概要

カルスピン工法は、東日本大震災により大量に発生した津波堆積物の有効利用を図るために開発した工法であり、平成25年8月に建設技術審査証明(建技審証 第1305号)を取得している。

図1-1に工法概要図、図1-2に分別・改質結果の一例を示す。本工法は、回転式破碎混合機によりがれきが混入した泥土(以下、原土)とカルシア改質材(以下、改質材)を混合し、振動篩にてがれき(以下、分別がれき)とカルシア改質土(以下、改質土)に分別する工法である。



図1-1 カルスピン工法の概要図



図1-2 がれき混入泥土の分別・改質例

改質材は、鉄鋼の生産工程で副生する製鋼スラグを主原料とし、粒度調整、成分管理した材料であり、従来より海上浚渫土や陸上建設泥土の改良に大量に使用されている。

回転式破碎混合機は、日本国土開発(株)により開発(特許第3643587, 登録商標:ツイスター)された機械であり、高速回転するチェーンの打撃力で建設発生土の破碎・解砕をするとともに、添加材・薬剤等を均一に分散混合でき、多くの適用実績がある。

## 2. 性能

### 2.1 カルスピン工法の分別性能

分別性能確認試験等の結果により、カルスピン工法は、「原土からのがれきの分別」、「がれき付着泥土の引剥がし」および「原土とカルシア改質材の混合」を精度よくできることが確認された。

表2-1に分別性能確認試験結果の一例を示す。

原土Aは農地に堆積した津波堆積物であり、その特徴としては、細粒分含有率と含水比が高くダンゴ状であり、改質材を混合しないケースではダンゴ状の土塊が残り、がれきとの分別が困難であった。

改質材を混合したケースでは、改質材による吸水効果(原土の平均含水比40%が、改質土では20%に半減)とサンドブラスト効果により、ダンゴ状の土塊もなくなり、また、がれきに付着した泥土も引き剥がされており、精度よく分別と改質ができることを確認した。

比較のためにセメントを混合したケースも実施したが、多くの土塊が篩上に残る結果であった。

キーワード: 津波堆積物, 一次処理ふるい下, 分別, 改質, 有効利用, カルシア

連絡先: スラグ・セメント事業推進部 TEL: 080-6867-3586, E-mail: hirashima.d9p.yutaka@jp.nssmc.com

表 2-1 分別性能確認試験結果の一例

<p>・原土 A</p> <p>含水比：37～43%（平均 40%）</p> <p>細粒分含有率：54%</p> <p>砂分含有率：46%</p> <p>礫分含有率：0%</p>			
改質材 30% 混合	20mm 篩通過分のカルシア改質土	20mm 篩上の分別がれき	
	 <p>握るとダンゴ状となるが容易に砕ける (含水比は原土平均 40%⇒20%に半減)</p>	 <p>がれき付着泥土が引き剥がされている</p>	
原土 のみ	20mm 篩通過分の分別土（泥土）	20mm 篩上の分別がれき	
	 <p>握るとダンゴ状になる</p>	 <p>ダンゴ状の土塊が多量に残る</p>	
(参考) 高炉 セメント 5% 混合	20mm 篩通過分のセメント改良土	20mm 篩上の分別がれき	
	 <p>握るとダンゴ状になる</p>	 <p>ダンゴ状の土塊が残る</p>	

## 2.2 カルシア改質土の性能

粒度試験，締固め試験の結果により，改質土は，粒度改善と含水比低下によって良好な締固め性能を有し，また，コーン指数試験，CBR 試験，三軸圧縮試験の結果により，コーン指数 800kN/m<sup>2</sup> 以上，CBR 3% 以上，せん断抵抗角 35° 以上で，土工材料として利用できる強度を有していることが確認された。

図 2.1 にコーン指数試験結果，図 2-2 に CBR 試験結果を示す。原土 B は仮置場に集積されたがれきを多く含む津波堆積物である。

コーン指数は，原土 A, B ともに混合率が上がるとコーン指数が上昇しており，コーン指数が 200 kN/m<sup>2</sup> 以下の原土についても，カルシア改質材を 20%～30%混合することでコーン指数が 800 kN/m<sup>2</sup> 以上（第 2 種建設発生土以上）に改質できることを確認した。

また，原土 A のコーン指数の上昇（図中の傾き）が低いことから，原土に細粒分が多いとコーン指数が小さくなることを確認した。

CBR は，改質材の混合率にほぼ比例して増加し，混合率 20%以上で CBR が路床材料として必要とされる 3%以上に改質できることを確認した。

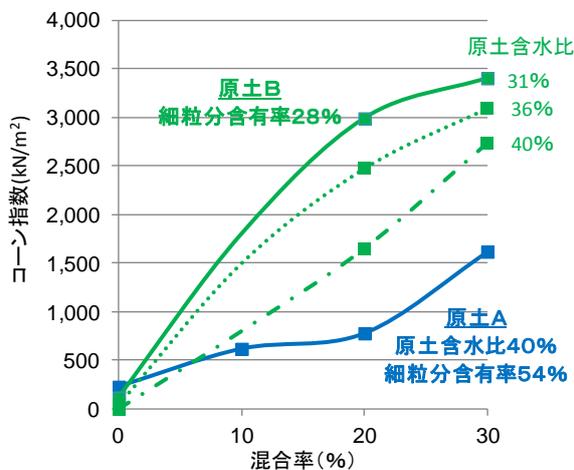


図 2.1 コーン指数試験結果

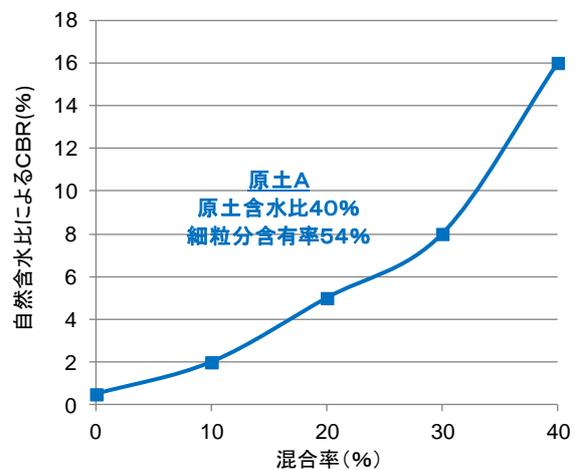


図 2-2 CBR 試験結果

表 2-2 三軸圧縮試験結果（圧密排水）

	単位	原土 A 改質土	原土 B 改質土
せん断抵抗角 $\phi_d$	°	34.8	39.6
粘着力 $c_d$	kN/m <sup>2</sup>	25.0	62.2
混合率	%	30	20
締固め度	%	95	

表 2.2 に三軸圧縮試験結果を示す。

改質土は，改質材の混合により締め固まりやすくなるため，混合率 20%～30%混合でせん断抵抗角が砂（=30°～35°）と比して同等以上に改質できることを確認した。

## 3. 適用事例

カルスピ工法は，表 3.1 に示す 2 箇所の実証試験を経て，平成 25 年 3 月に釜石市災害廃棄物処理事業に本採用された。

表 3.1 カルスピ工法の適用事例

	発注者	件名	場所	数量※	実施年月
実証試験	自主施工		仙台市宮城野区	約 200t	H23 年 9～11 月
			釜石市平田	約 100t	H23 年 11 月
本採用	釜石市	釜石市災害廃棄物 処理事業	釜石市片岸町	約 20 万 t	H25 年 3 月～ H26 年 1 月

※数量：原土数量

写真 3.1 に釜石市災害廃棄物処理事業（釜石市発注）のカルスピ工法全景を示す。  
 本事業では、実質約 9 カ月間の作業で約 20 万 t の津波堆積物の分別・改質を実施した。



写真 3.1 カルスピ工法全景（釜石市災害廃棄物処理事業）

カルスピ工法にて再生処理された改質土は、表 3.2 に示す 2 箇所の実証試験（試験盛土，試験路床）を経て，2 箇所の実構造物（堤防拡幅，岸壁路床）に試験適用された。

写真 3.2 に仙台塩釜港岸壁嵩上げ工事（東北地方整備局 塩釜港湾空港事務所発注）の施工状況を示す。本工事にて，改質土が特殊な建設重機を用いることなく，一般重機にて施工できることを確認した。

また，釜石市災害廃棄物処理事業にて再生処理された改質土は，（仮称）鶴住居地区スポーツレクリエーション拠点整備工事の嵩上げ材と，釜石市東部地区の（仮称）グリーンベルト整備工事の盛土材に使用される予定である。

表 3.2 カルシア改質土の適用先（予定含む）

	実施年月	場所	実施者	用途	数量
実証試験	H23 年 9 月	仙台市宮城野区	自主施工	試験盛土	50m <sup>3</sup> × 2 箇所
	H23 年 11 月			試験路床	3m <sup>3</sup> × 2 箇所
試験適用	H23 年 11 月	釜石市鶴住居地区	釜石市	堤防拡幅	40m <sup>3</sup>
	H24 年 1 月	仙台塩釜港	国土交通省	岸壁路床※	80m <sup>3</sup>
今後予定	検討中	釜石市	釜石市	嵩上げ盛土	約 20 万 t

※岸壁路床：平成 24 年度 地盤工学会賞（地盤環境賞）受賞



写真 3.2 仙台塩釜港岸壁嵩上げ工事の施工状況（東北地方整備局 塩釜港湾空港事務所発注）

#### 4. さいごに

カルシア改質材は，津波堆積物のみでなく浚渫土（海域），建設残土や軟弱地盤（陸域）の改質にも有効であり，適用範囲が広がることで震災復興事業での天然土砂不足と建設コスト縮減にも貢献できる材料である。なお，がれきの混入がなく分別する必要がない場合は，回転式破碎混合機以外の一般の混合機（一軸式ミキサーやバックホー等）も適用することができる。