

Ⅲ-B246

石炭灰利用による高含水土砂改良について

北海道電力(株) 正会員 ○田中 則和
 (財)石炭利用総合センター 小笹 和夫
 東洋建設(株) 正会員 川原 眞

1. はじめに

石炭灰を有効利用する方法の一つに高含水土砂の改良がある。これは、浚渫土等の高含水土砂に石炭灰を添加し、石炭灰の吸水性と硬化特性を利用して土砂を最適状態に調整し、必要に応じて固化材(セメント等)を混合して、高含水土砂を改良する工法である。

表-1 浚渫土と石炭灰の物理・化学試験結果

		浚渫土	A灰種	B灰種	C灰種
土粒子の密度 (g/cm^3)		2.835	2.184	2.501	2.186
粒度試験	繰分 2~75mm (%)	28	0	0	0
	砂分 75 μm ~2 mm (%)	46	19	7	3
	シルト分 5~75 μm (%)	17	79	76	91
	粘土分 ~5 μm (%)	9	2	17	6
締固め特性	最適含水比 (%)	12.4	37.5	17.0	26.5
	最大乾燥密度 (g/cm^3)	1.881	1.022	1.592	1.225
強熱試験 (%)		2.3	14.3	2.3	2.2
一軸圧縮強さ(材令7日) (kN/m^2)		—	163	462	81
一軸圧縮強度試験はW opt、 ρ_{dmax} で供試体を作製した					

本報告は、本工法の技術的確立を目的として、室内配合試験により、改良土の物性と強度の確認を行い、決定した配合により現場実証試験を実施したことについて述べたものである。

2. 室内配合試験

浚渫土および石炭灰の物性値を表-1に示す。

浚渫土の自然含水比は40%程度であるため、現場実証試験時における含水比のバラツキを考慮して浚渫土を30, 40, 50%の含水比を調整して、3種類の石炭灰を混合して試験を実施した。

浚渫土の含水比が40%のケースにおいて、3種類石炭灰を混合したときの石炭灰混合率と混合直後のコーン指数の関係を図-1に示す。ここで石炭灰混合率は浚渫土の湿潤重量に対する石炭灰の割合である。

石炭灰混合率を大きくするのに伴いコーン指数は大きくなる。また、石炭灰の種類によって強度発現傾向が異なる。

普通ブルドーザーで走行可能なコーン指数 $q_c = 500 \text{ kN}/\text{m}^2$ となるまで石炭灰を混合して改良するときの土砂含水比と必要な石炭灰混合率を示したものを図-2に示す。

表-1と図-2から土砂含水比が高くなるほど改良に必要な石炭灰混合率が大きくなり、石炭灰の最適含水比が高い灰ほど改良するのに必要な石炭灰混合率が小さいことが分かり、回帰分析を行った結果(1)式を得た。

$$Z = 1.97 X - 1.88 Y + 26.6 \cdots \cdots (1)$$

Z: コーン指数 $500 \text{ kN}/\text{m}^2$ に改良するために必要な石炭灰混合率 (%)

X: 土砂含水比 (%), Y: 石炭灰の最適含水比 (%)

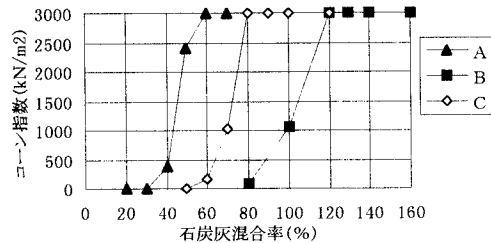


図-1 石炭灰混合率～混合直後のコーン指数

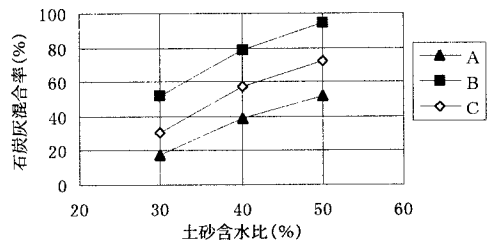


図-2 土砂含水比～コーン指数500kN/m²となる石炭灰混合率

キーワード: 石炭灰、高含水土砂、最適含水比

連絡先: 北海道電力 総合研究所 〒067-0033 江別市対雁2-1 TEL011-385-6553 FAX011-385-7553

図-3に計算値と測定値の比較を示す。計算値と測定値が良く合致しており、浚渫土の含水比と石炭灰の最適含水比より改良に必要な石炭灰混合率を設定することが可能である。

図-4に一軸圧縮試験の結果を示す。表-1と図より、灰種によって大きく改良土の強度が異なり、石炭灰自体の一軸圧縮強さが大きいものほど、改良土の強度は大きくなることから分かる。

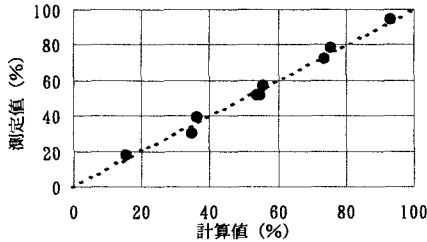


図-3 (1)式で求めた計算値と測定値

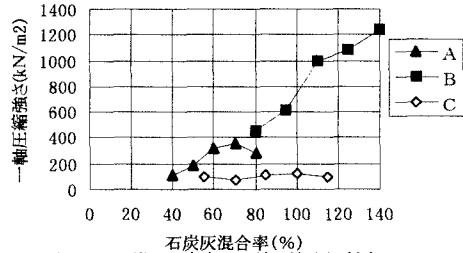


図-4 石炭灰混合率～一軸圧縮強さ:材令7日

3. 現場実証試験

現場実証試験は、2種類の石炭灰を使用し、石炭灰の特性を勘案してA灰種は粉体状、B灰種はスラリー状になるように石炭灰混合率を設定し、目標強度に応じてセメント量を決定した。

目標強度は、一般的な盛土材への利用を考慮し、7日材令の現場強さが一軸圧縮強さ(q_u)=200kN/m²とし、(現場/室内)強度比を0.5と0.25の2ケースを設定し、室内強度が400kN/m²、800kN/m²を現場配合とした。

セメント添加率は(浚渫土+石炭灰)の乾燥重量に対する割合で、普通ポルトランドセメントを使用した。

表-2 現場実証試験ケースおよび(現場/室内)強度比実績

ケース名	石炭灰種	浚渫土含水比(%)	石炭灰混合率(%)	セメント添加率(%)	(現場/室内)強度比設定	混合直後の状態	(現場/室内)強度比実績
1	A灰種	42.7	40	2	0.50	粉体	0.34
2	A灰種	41.6	40	3	0.25	粉体	0.27
3	B灰種	39.4	40	2	0.50	スラリー	1.15
4	B灰種	38.1	40	3	0.25	スラリー	0.68

高含水土砂と石炭灰、セメントを連続して混合可能な混合プラント(DEL-KONシステム:125m³/h)を使用し、粉体はブルドーザー(15t)による5回転圧、スラリーは無転圧で試験盛土を造成した。

7日材令における一軸圧縮試験の結果を図-5に示す。ここで、現場は試験盛土からサンプリングした供試体であり、室内は現場と同じ配合で混合し、粉体はIEcで突き固め、スラリーは突き固めない作製方法で気中養生した供試体である。

どのケースも現場目標強度の200kN/m²をほぼ達成できた。(現場/室内)強度比は粉体で平均0.3、スラリーで平均0.9となり、大きく異なる結果が得られた。これはスラリーの方が混合精度が良く、粉体は室内と現場で締固めエネルギーの差があるため、粉体の(現場/室内)強度比が小さくなったと考えられる。

4. まとめ

- ・高含水土砂の改良を行う際は、土砂の含水比と石炭灰の最適含水比から改良するために必要な石炭灰量を設定することを提案した。
- ・現場実証試験において、スラリーと粉体では(現場/室内)強度比に大きな違いが見られ、今後、同様な施工する際に、この点を考慮して設計する必要がある。

なお、本研究は通産省石炭生産利用技術振興補助事業の一環として行われたものである。

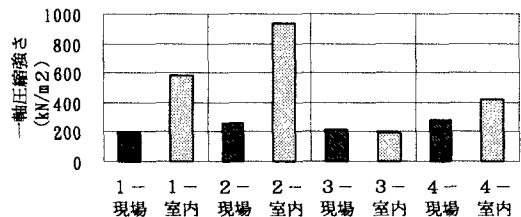


図-5 一軸圧縮試験結果