

六価クロム還元土を安定処理した改良土の基本的性質

戸田建設(株)土木工事技術部 正会員 ○落合正水 正会員 赤塚光洋
戸田建設(株)品質環境管理部 正会員 菅家和明 添田基弘
戸田建設(株)東京支店 正会員 後藤芳隆 正会員 樋口 忠

1. はじめに

六価クロムにより汚染された掘削土砂を硫酸第一鉄により還元処理して盛土材に使用する。土壌汚染対策法が施行されたこともあり封じ込め等使用上の制約は受けるが、本報告では還元処理土の基本的性質と、盛土材として必要な強度を確保するために行った安定処理の室内試験結果について述べる。

2. 還元土の基本的性質

還元土は六価クロムで二次汚染された掘削土と還元材である硫酸第一鉄(混合量 100 kg/m³)をバッチャープラントで混合したもので、集積後に別ヤードに運搬仮置き(長さ 130m, 幅 13m, 高さ 2 m)してある。仮置きヤードからサンプリングした還元土の基本的性質を表-1に示す。レキ・砂分を 65%含有する低塑性のシルト質砂で、自然含水比は仮置き土全体の調査では 26~31%の範囲でばらついている。

3. 試験項目と試験方法

試験項目を表-2に示す。還元土およびこれを固化により安定処理した改良土の締固めた土のコーン指数試験(JIS A 1288)が主目的であり、改良土については表-3の試験条件によった(高炉セメント(30%)+石炭灰(70%)を以後は石炭灰と略記)。還元土からレキ分を除去したものを試料土とし、改良土の場合は固化材を混合後1日養生して試料を解きほぐし、所定日数養生してから締固めてコーン貫入試験等を行った。

4. 試験結果

(1) 還元土の性質 還元土の含水比は図-1に示すように 26~31%でばらついており、最適含水比 19.8%より大きい。含水比のばらつきにより締固めた還元土のコーン指数は図-2に示すように 150~570kN/m²を呈し、含水比 28%以上の還元土は盛土材として安定処理や施工上の工夫等の付帯条件なしで利用が可能な第3種建設発生土¹⁾の条件 400kN/m²を満たさない。図-3は乾燥密度とコーン指数の関係を示したものであり、これらより還元土を盛土材に使用する場合、盛土の品質確保のため安定処理が必要と判断した。

表-1 還元土の基本的性質

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)		2.757
自然含水比 w_n (%)		27.4
液性限界 w_L (%)		38.5
塑性限界 w_P (%)		26.5
土のpH		5.5
六価クロム溶出量(mg/100g)		0.009
粒 度 (%)	礫分(2mm以上)	12
	砂分(0.075~2mm)	53
	粘土・シルト分(0.075mm未満)	35
土の分類		礫混じりシルト質砂(SML-G)

表-2 試験項目

対 象 土		試 験 内 容
仮置き 還元土	自然土	含水比分布調査
	締固土	①締固め特性 ②締固めた土の密度, コーン指数
改良土	締固土	①締固めた土の密度, コーン指数 ②pH試験, 六価クロム溶出試験

表-3 固化材と添加量

固 化 材	添 加 量 (kg/m ³)	試験材令 (日)
高 炉 セ メ ン ト	20, 30, 40	1, 7, 14
高炉セメント(30%) +石炭灰(70%)	30, 50, 70	
中 性 固 化 材	40, 60, 80	

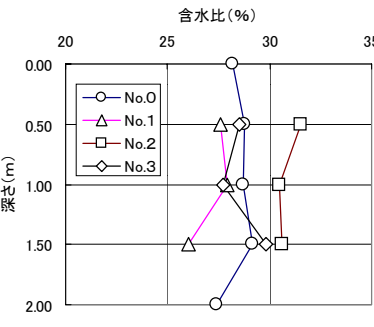


図-1 含水比～深さ

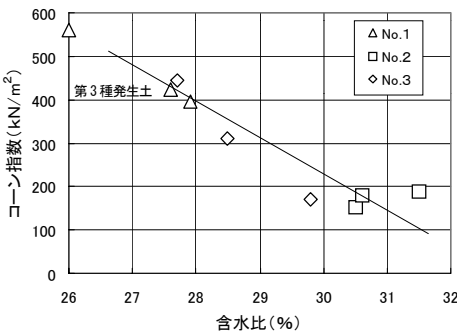


図-2 含水比～コーン指数

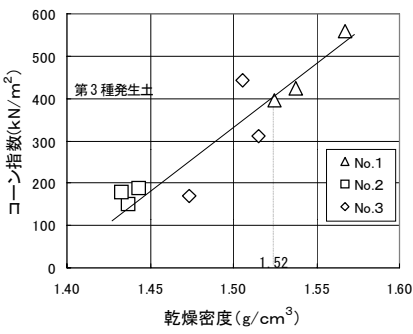


図-3 乾燥密度～コーン指数

キーワード：六価クロム還元土，締固め土，第3種改良土，コーン指数
連絡先：〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設(株)土木工事技術部 TEL03-3535-6305

（２）安定処理した還元土の性質

１）コーン指数

図－４に改良土の材令とコーン指数の関係を示す。材令による強度の伸びはいずれの固化材も７日迄であり，添加量が 20 kg/m^3 以上の全ケースで第３種改良土の強度に達している。添加量によるコーン指数の増分の程度により，改良効果は高炉セメント＞中性固化材＞石炭灰の順である。

２）六価クロム溶出量

環境庁告示 46 号による六価クロムの溶出量は，固化材を問わず土壤の環境基準 0.05 mg/l 以下である。なお，溶出試験の試料土の固化材添加量は，固化材別に表－３の中位の添加量の２倍で行った。これは（現場/室内）の強度比を 0.5 に想定したことによる。

３）含水比とコーン指数

図－５に還元土および改良土の含水比とコーン指数の試験値をまた，図－６に固化材を添加したときの強度増加の概念図を示す。

図－５より同一の含水比のもとで改良土のコーン指数は実線で示した還元土のコーン指数よりも当然ながら大きい。図－６に示すようにコーン指数の差分 ($\Delta 2$) が固結による改良効果と見なすと，効果の大きさは高炉セメント＞中性固化材＞石炭灰の傾向が窺える。楕円の右下がりりは添加量の違いによる影響が大きい。

次に，固化材の添加による含水比低下も強度増加に寄与する。高炉セメントに石炭灰を添加したのはこの効果を期待したものである。還元土にこの試料の添加量 $30 \sim 70 \text{ kg/m}^3$ を混合した場合図－６の $\Delta \omega$ の計算値は $0.6 \sim 1.3\%$ となり，これによる強度増加は図－５に示した還元土の直線より $50 \sim 100 \text{ kN/m}^2$ と読み取れる。還元土の含水比が 28.9% ，この時のコーン指数は約 300 kN/m^2 であることから，石炭灰の吸水により約 $20 \sim 30\%$ の強度増加があったものと推察される。

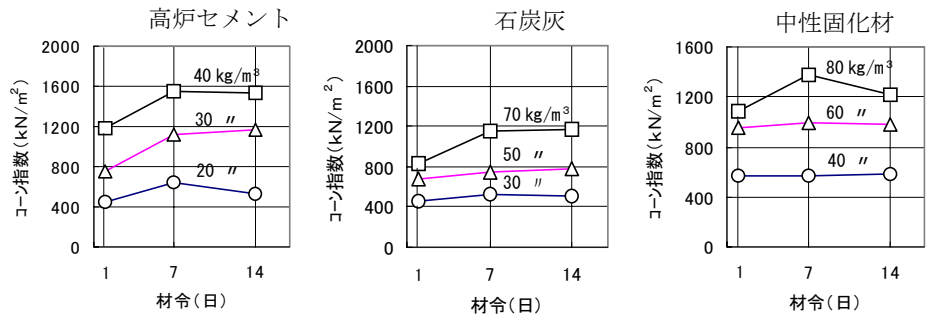
４）現場添加量

設計強度 (q_c) 400 kN/m^2 ，（現場/室内）強度比 0.5，養生 1 日の条件で図－７に示す現場添加量が求まる。さらに現場で均一な混合を確保する最小添加量を考慮して，それぞれ 50, 55 および 70 kg/m^3 が現場添加量の目安になる。

５．まとめ

対象土は砂分が多いため，還元土，改良土ともに締固めた土のコーン指数は含水比の僅かな変化に影響を受ける。改良に要求される強度増加が余り大きくない場合，このような土には石炭灰の複合添加が有効で経済的でもある。本報告で扱った改良土は中性固化材を除いて弱アルカリであるが，アルカリ雰囲気の中で六価クロムの再溶出は認められなかった。

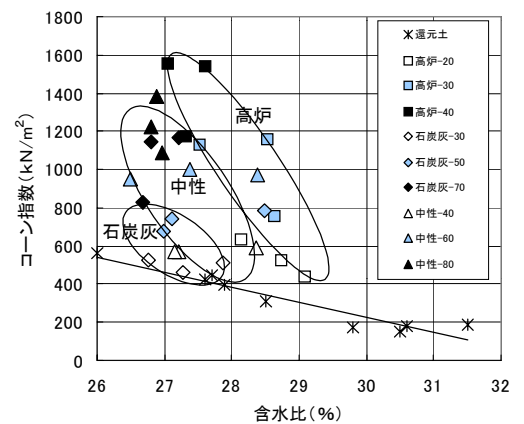
参考文献 1) 建設大臣官房技術調査室監修：建設発生土利用技術マニュアル（第 2 版），（財）土木研究センター，2001。



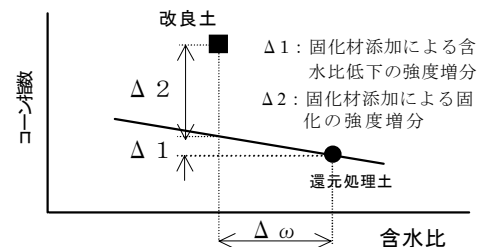
図－４ 材令～コーン指数

表－４ 六価クロム溶出量と pH

改良材の種類	添加量 (kg/m^3)	六価クロム溶出量 (mg/l)	pH
高炉セメント	60	< 0.005	10.6
石炭灰	100	< 0.005	9.2
中性固化材	120	0.01	8.3



図－５ 含水比～コーン指数



図－６ 強度増加の概念図

