

微粒フェロニッケルスラグの土工材料としての有効利用に関する研究 (その3) 現地造成地盤の諸物性に関する検討

前田建設工業(株) フェロ会員 ○石黒 健 日本冶金工業(株) 非会員 館農 昇
 日本冶金工業(株) 正会員 安田 智弘 立命館大学 フェロ会員 建山 和由
 立命館大学 正会員 横山 隆明 立命館大学 学生会員 蜂谷 興起

1. はじめに

(その1), (その2) では, 微粒フェロニッケルスラグ (BFNS) の室内非水浸 CBR 特性と汎用土工機械を用いた現場転圧試験の結果を報告した. 本編では, これらに加え, BFNS を土工材料に用いた幾つかの現地造成地盤の諸物性を調査し, 前編を含めた総合的な物性評価を試みた結果を報告する.

2. 現場計測を実施した BFNS 造成地盤の特性と計測項目

表1に, 今回検討対象とした4つのBFNS 現地造成地盤の特性と計測項目を示す. サイトAは製造所で発生したBFNS を沈殿池に水搬した後, 重力排水によって含水比低下を行った地盤であり, 水中落下状態での非常に緩い堆積地盤である. サイトBは十分な含水比低下を図った後, BFNS の場外搬出までの間仮置きするための陸上堆積場である. 入念な転圧は行っていないが, 厚層撒き出しの後, 地表面を重機が走行した履歴を持つ. サイトCは(その2)で報告した薄層撒き出し, 油圧ショベル (BH) 転圧の現場転圧地盤である. サイトDは24年前前にBFNS を用いて造成された地盤であり, 当時は社屋の基礎地盤として, 現在は加悦 SL 広場の敷地として有効利用されている. サイトA, Bでは3成分RI コーン, C, Dでは表面型RI, 現場CBR, 小型FWD, キャスポル等の計測を実施した. サイトDでは, 24年前とほぼ同一箇所でも標準貫入試験を実施した. 写真1に実施状況を示す.

表1 現場計測を実施したBFNS 造成地盤の特性と計測項目

計測サイト	BFNS造成地盤の特性	転圧重機	撒き出し厚	計測深度	経過年数	計測項目
サイトA	非常に緩い状態の水中堆積地盤 (沈殿池へ水搬後に重力排水により含水比低下)	無し (水中落下状態で堆積)	定義不可 (水搬)	4.5m~5.0m	5か月~1年	3成分RIコーン (先端抵抗・周面摩擦・間隙水圧・密度・含水比), 表面型およびコーン指数 (サイトA表層にて実施)
サイトB	緩い状態の陸上堆積地盤 (含水比低下後に厚層撒き出し状態で表層を重機が走行)	KOMATSU D65 (19.3t中型フル) KOMATSU WA480 (25tホイローダ)	70cm程度	4.3m~4.8m	2.7年~5.7年	表面型RI (密度・含水比), コーン指数, 現場CBR, 小型FWD (K ₃₀), キャスポル
サイトC	現場転圧試験造成ヤード (薄層撒き出し状態で油圧ショベルにより転圧)	KOBELCO SK80SR(8.4) KOMATSU PC200(19.5)	30cm	30cm	0か月 (転圧直後に計測)	表面型RI (密度・含水比), コーン指数, 現場CBR, 小型FWD (K ₃₀), キャスポル
サイトD	社屋基礎としての造成地盤 (薄層撒き出し状態でフル転圧). 現在は加悦SL広場敷地	KOMATSU D39PX(9.7), CAT D3C(7.4)	30cm~50cm	4.45m	24年	標準貫入試験, スウェーデン式サウンディング, 表面型RI (密度・含水比), コーン指数, 現場CBR, 小型FWD (K ₃₀), キャスポル



写真1 3成分RIコーン及び現地計測状況

* 現場転圧試験時 (サイトC)に, 併せてサイトA,B内の10tダンプ走行路で表面型RIとキャスポル計測を実施 (「構内走行路」と称する)

3. 現地BFNS 造成地盤の諸物性とその考察

図1, 図2にサイトA, Bの地盤物性調査結果を示す. 水中堆積地盤と陸上堆積地盤は含水比や飽和度が異なるものの, 後述するように平均的な乾燥密度は (Aの深部飽和層を除けば) 大差なく, D値で80~90%の値を示す.

先端コーン抵抗は3000~4000KN/m², 換算N値で2~5程度の強度を有する. 図3にサイトDの調査結果を示す. 2m以深のN値は24年経過後もほぼ同じで, 10~20とサイトA, Bよりも大きな値を示しており, 薄層転圧を行えばこの程度のN値が確保され, 経年的にも保持されている. 表層には非常に硬い層が24年間で形成されているが, 別途行った実験によれば自硬性に起因するものではない (現地採取土は水浸後しばらくして崩壊した).

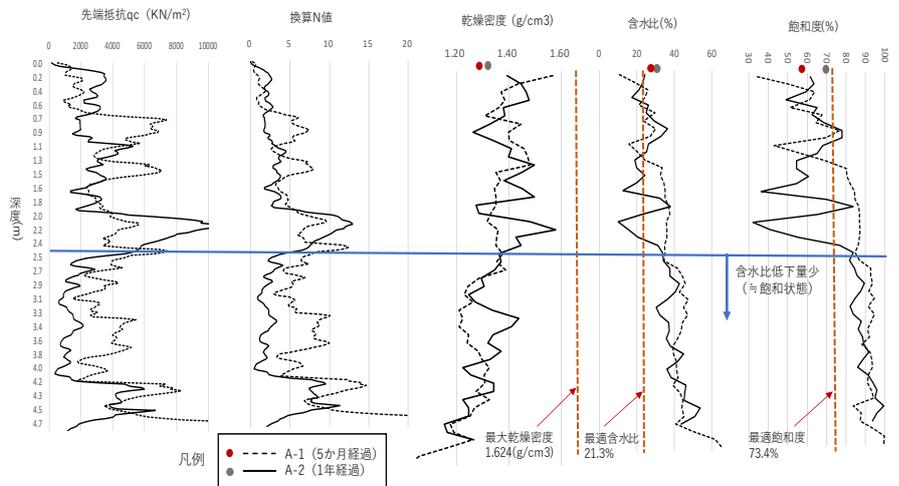


図1 サイトA (水中堆積・含水比低下ヤード) の地盤物性

キーワード 微粒フェロニッケルスラグ, 現地造成地盤, 3成分RI コーン, 現場CBR, FWD, キャスポル
 連絡先 〒302-0021 茨城県取手市寺田 5270 Tel.0297-85-6171

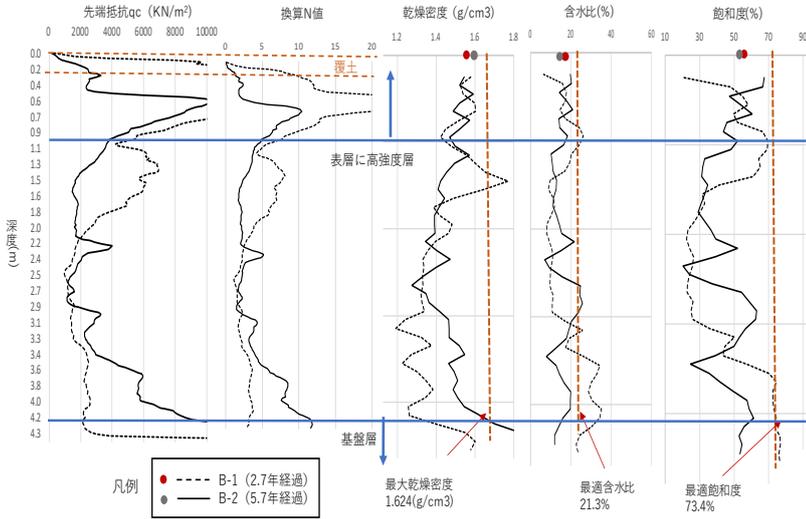


図2 サイトB (陸上堆積・厚層撤出しヤード) の地盤物性

表層付近のこの現象はサイトBでも確認でき、今後の検討課題である。図4は各サイトの密度・含水比状態を比較した結果である。サイトCの薄層BH転圧地盤はA,Bの深部平均値(表層や飽和層は除外)と同程度にあるが、図中に併記したように表層部や構内ダンプ走行路の密度は室内1Ecと同様かこれ以上の値を示しており、BHではない本格的な転圧機械を使えば、より高い締固め度を確保可能と思われる。サイトDの表層密度は1Ec付近にあるが、含水比が高く、24年間の降雨浸透の影響を示唆している。図5~図7に、各サイトで得られたコーン貫入抵抗、CBR値、 K_{30} 値と乾燥密度の関係を示す。これらは含水比の影響を受けることから、BFNSを土工材料として搬出することを念頭に置き、含水比20%前後のデータのみを用いた(図4と同様、表層や飽和層は除外)。コーン貫入抵抗はヤードや試験法の違いに関わらず乾燥密度と良好な関係を示したが、CBRは室内と現場で異なる関係式となり、試験法の違いや現場の密度勾配の影響等が考えられる(近似式の選択も今後の課題)。またサイトB,Dの表層部の値は、室内試験や現場転圧試験のプロットから上方に大きく離れ、経過年数が大きいほどその違いは顕著であり、この傾向は図7の小型FWDによる K_{30} も同様であった。BFNSは粒度が一定で出荷時の含水比もある範囲に調整可能なことから、図5~図7の関係を用いてBFNS造成地盤の物性値を定めることが可能と思われる。経年的な強度増加現象についてはBFNSに特徴的な挙動と考えられ、今後、(その1)で報告した室内試験と併せて、その強度発現メカニズム解明の解明に努めたい。

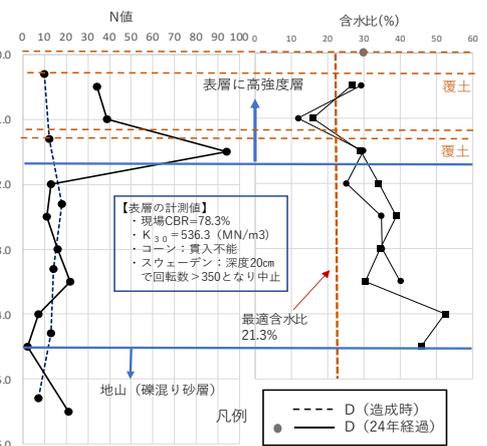


図3 サイトD (加悦SL広場) の経年地盤調査結果

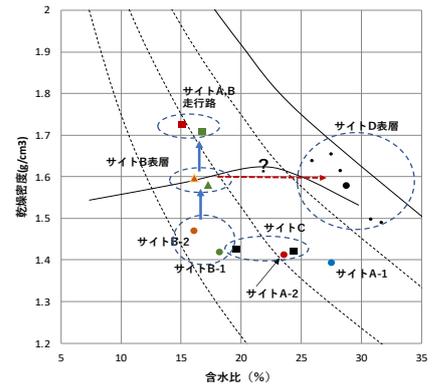


図4 各計測サイトの密度・含水比状態

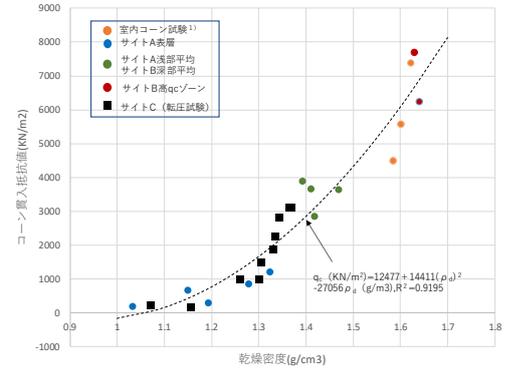


図5 乾燥密度とコーン貫入抵抗(先端抵抗)値の関係

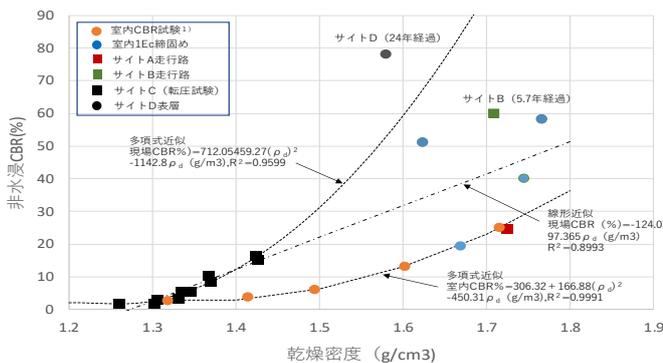


図6 乾燥密度と室内・現場 CBR の関係

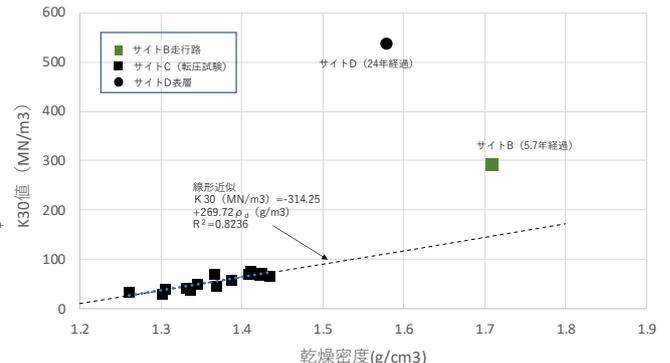


図7 乾燥密度と地盤反力係数 K_{30} の関係