

難凍結性加泥材を利用したシールド工事におけるビット交換の効率化 その2 室内試験と評価

大成建設(株) 正会員 西田 与志雄 大成建設(株) 正会員 石井 裕泰
富士化学(株) 正会員 ○黒岩 大地 富士化学(株) 正会員 笹原 茂生

1. はじめに

凍結環境下でのビット交換を行う場合、通常の加泥材ではカッターヘッドと凍土との凍着や、シールドチャンバー内の凍結により搬出作業に支障をきたすことが予想される。そこで本開発では、ビット交換前に難凍結性を有する加泥材を適用することで凍着を抑制し搬出作業効率を向上できると考え、難凍結性加泥材について開発を行った。本報「その2」では、難凍結材の種類および難凍結性加泥材の注入率の検討を行った結果について報告する。

2. 配合及び試験概要

1) 難凍結性加泥材の配合

表1に検討した難凍結性加泥材の配合を示す。難凍結性を付与する材料として「ブライン系」(表1中、難凍結材aと記載)と「アルコール系」(表1中、難凍結材bと記載)の2種類を検討した。アルコール系は、水で希釈すると凍結しやすくなり、難凍結性の付与に必要な注入率が過大となる。従って表1に示す配合とした。表2に難凍結性加泥材の作製直後の粘度及び3時間後のブリージング率を示す。注入可能な粘度であること、3時間後もブリージングが無いことを確認した。

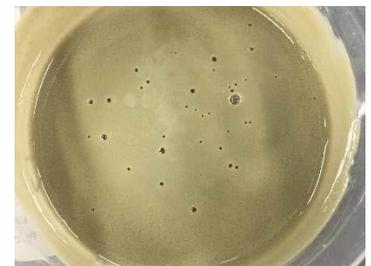


写真1 難凍結性加泥材

2) 試験方法

a) 凍結状況の確認

現場より採取した泥土(従来の加泥材が混合した土)と難凍結性加泥材を混合し、 -10°C 、 -20°C 、 -25°C の冷凍機に入れて注入率毎の凍結の有無を確認した。表3、4に示す注入率は、泥土100に対する加泥材の割合を示し、この注入率を泥土に対し外割で混合した。

b) 凍結下での一軸圧縮強さ

凍結下で本加泥材を使用した際に、凍結せずに掘削可能か検討するため、一軸圧縮強さを測定した。具体的には、難凍結性加泥材を混合した混合泥土を、 -10°C 、 -20°C で冷却し、冷却化での一軸圧縮強さを測定した。試験は、JIS A 1108に準拠して行い、測定中に供試体の温度が上がり強度低下するのを防ぐため、試験室内を各温度に冷却し、その環境下で測定を実施した。また、所定の注入量を注入できなかった場合を想定し、低い注入率での一軸圧縮強さも測定した。

c) 凍土への逸散・融解状況

難凍結性加泥材のみが逸散し凍土に接した場合に、凍土を融解させる可能性がないかを確認した。加泥材と同等の難凍結材濃度とした水溶液を作製し、 -10°C の凍土の上に流し込み、凍土への影響を確認した。

表1 配合表

難凍結材	1 m ³ 当たり				合計
	主材	難凍結材a	難凍結材b	水	
ブライン系	153 kg	558 kg	—	683 kg	1394 kg
アルコール系	327 kg	—	1095 kg	—	1422 kg

表2 難凍結性加泥材の粘度、ブリージング率

難凍結材	粘度	難凍結性加泥材のブリージング率
ブライン系	2400 mPa・s	0%/3h
アルコール系	1350 mPa・s	0%/3h

キーワード 泥土圧シールド, ビット交換, 地盤凍結工法, 難凍結性加泥材

連絡先 〒509-9132 岐阜県中津川市茄子川字中垣外 1683 番地 1880 富士化学(株)チーム 21 TEL 0573-68-7222

3. 試験結果

a) 凍結状況の確認

表 3, 4 に注入率を変えた加泥材の凍結状況を示す。難凍結性加泥材の注入率は、 -10°C で難凍結性を示すよう混合泥土中の難凍結材濃度[難凍結材/(泥土中の水分+加泥材中の水分+難凍結材)]を調整し注入率を設定した。確認は所定量注入できない場合を考慮し、その前後の注入率を含め行った。

ブライン系では -10°C で不凍性を有するが、更に低温(凍結管付近の温度)になると凍結する結果となった。ブライン系については、想定する注入率が20%のところを仮に混合不十分で半分の10%分しか注入できなくても、「一部凍結」程度に抑制出来る。従って、設計注入率は20%と設定した。

一方のアルコール系も同様に、15%で「一部凍結」となることから、想定量を注入できないことも考慮して設計注入率は30%と設定した。また、アルコール系はブライン系よりも効果が優れており、加泥材の注入率を増やすことで -20°C でも難凍結性を示す結果となった。

b) 凍結下での一軸圧縮強さ

図1に各温度で冷却した混合泥土の一軸圧縮強さを示す。その結果、 -10°C ではブライン系・5%、アルコール系・7.5%を除き固化しないことを確認できた。加泥材を十分混合できず固化したとしても、 0.5 N/mm^2 を下回る強度に抑制できていた。また、 -20°C (凍結管付近)でも、ブライン系・5%の強度は凍土の1/10程度に抑えられており、難凍結性加泥材を使用することにより仮に混合が不十分でも効果があることが示唆された。

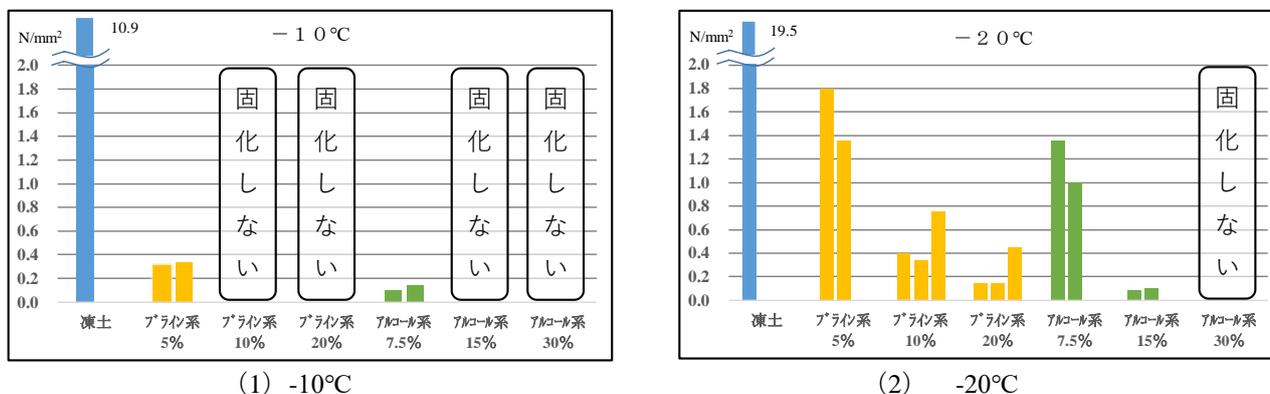


図1 凍結下での一軸圧縮強さ

c) 凍土への逸散・融解状況

ブライン系の凍土への逸散・融解を確認した結果、1日後の時点で凍土の融解深さは1~2mm程度であり、2日経過後も融解状況に進展は見られなかった。泥土と混合された状態では凍土を融解する恐れがないことを確認した。

4. まとめ

ブライン系の場合、難凍結材の凍結温度が -21°C 程度である。仮に加泥材がシールドマシン外周に逸散しても、凍結管の温度を下げることで加泥材を凍結させて逸散を防ぐなど、対策が可能となる。また注入量、コスト的にもアルコール系より優れていることから、難凍結材にはブライン系を採用することとした。

本材料の一軸圧縮強さ試験の実施にあたり、(株)精研殿にご協力頂きました。厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 流動化処理土利用技術マニュアル《平成19年/第2版》, pp.53, 編:(独)土木研究所ら, 技報堂出版