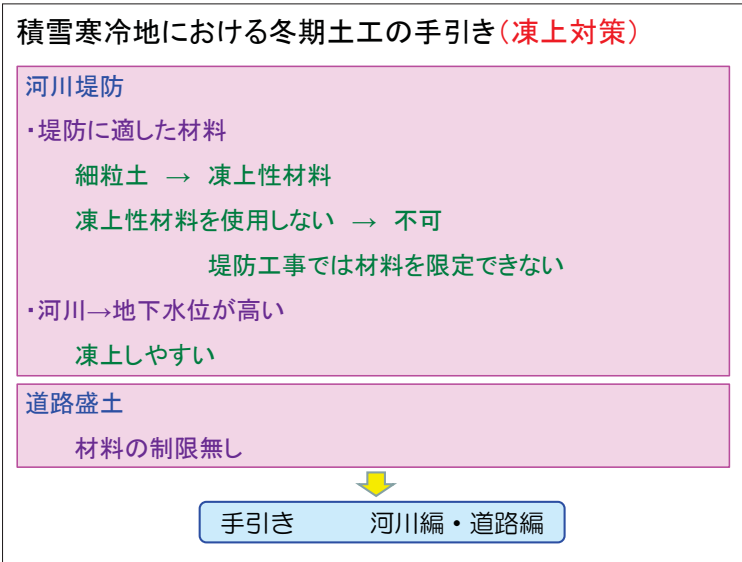
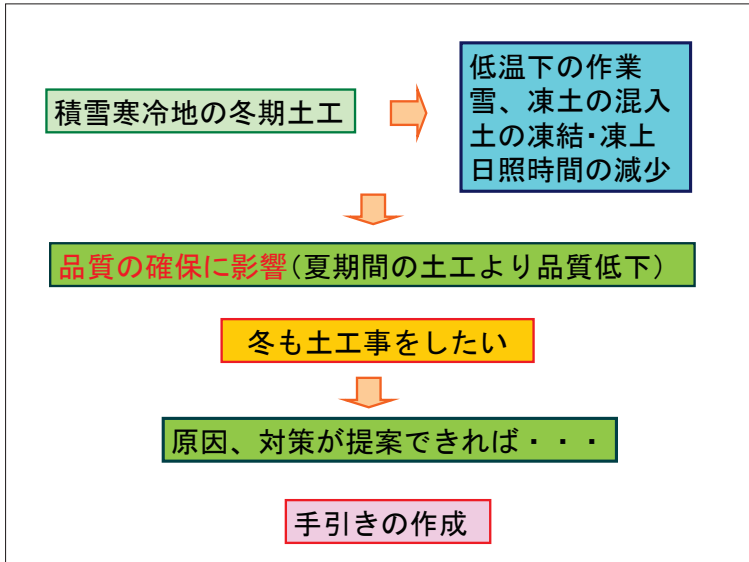
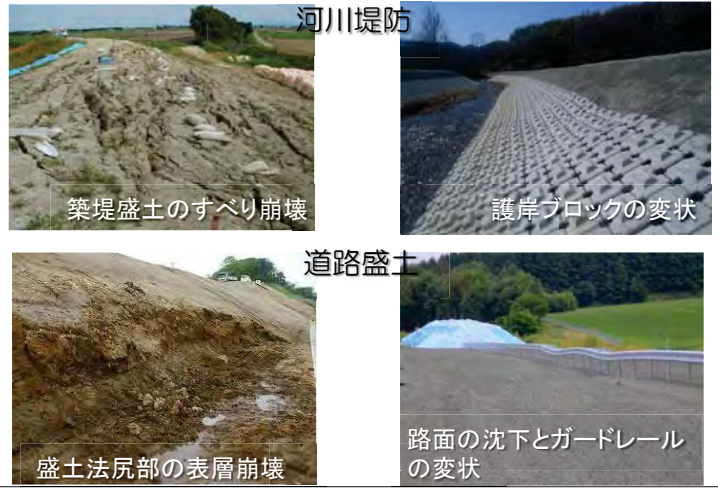


積雪寒冷地における冬期土工の手引き



国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
寒地地盤チーム 佐藤厚子

冬期に土工を行うと・・・



積雪寒冷地における冬期土工の手引き

1. 概説
 - 1.1 目的
 - 1.2 適用の範囲
 - 1.3 凍上被害とメカニズム
 - 1.4 凍上を支配する3要素
2. 冬期盛土の問題点
3. 冬期盛土材料の検討
4. 材料の判定方法
 - 4.1 材料の判定方法
 - 4.2 粒度分布による凍上性簡易判定
 - 4.3 凍上性判定試験
5. 対策の考え方
6. 施工管理
7. 冬期盛土の対策例

道路土工では材料を選ばない
↓
道路編のみ記載

冬期盛土材料の検討(河川)

材料の改良—含水比の低下
沈下を予測した堤防施工

冬期盛土材料の検討(道路)

材料の判定(道路)

- (1) 粒度分布による凍上性簡易判定方法
- (2) 凍上性判定試験による方法

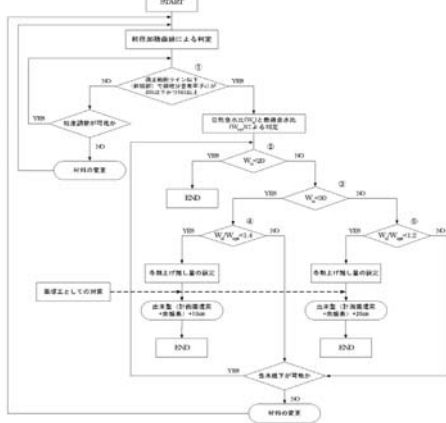
凍上する材料を使用しない

施工管理

河川堤防、道路盛土に適した材料

- ・雪や凍土を混入させない
- ・材料の温度がマイナスにならないように施工する

対策フロー(河川堤防)



【河川工事設計施工要領(平成26年改訂)p.2-2-14】
北海道開発局建設部河川工事課

細粒分含有率が30%>Fc>15%の盛土材料の判定表

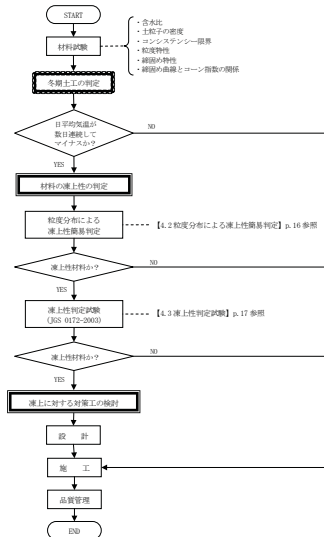
1.4以上	そのまま 施工可能	含水比の 低下が 必要	含水比の 低下が 必要
1.4~1.2	そのまま 施工可能	上げ越量 10cmで 施工	含水比の 低下が 必要
1.2未満	そのまま 施工可能	上げ越量 10cmで 施工	上げ越量 20cmで 施工
W_p/W_{opt} W_n	20%未満	20~30%	30%以上

対策

材料の改良—含水比の低下
沈下を予測した堤防施工

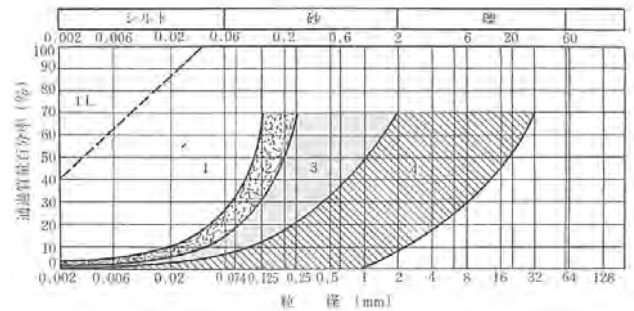
対策フロー(道路盛土)

凍上しない材料で工事



凍上するかしないかを簡易的に判断

粒度分布による凍上性の判定



領域4(Uc<15かつD50>1mm) 領域3(Uc<15かつ0.2<D50<1mm) → 非凍上性
領域2(Uc<15かつ0.1<D50<0.2mm)、毛管上昇高さが1m以下 → 非凍上性
領域1 → 凍上性
領域1L 透水係数が小さい 地盤の凍上量 → 小

「土の凍上性判定のための凍上試験方法」(地盤工学会
基準JGS 0172-2003)

凍上速度 U_f (mm/h)	凍上性
0.1未満	凍上性が低い
0.1以上0.3未満	凍上性は中位
0.3以上	凍上性が高い

注意：凍上速度 U_f (mm/h) は凍結速度 U_f を1~2 (mm/h) とした場合の数値である。

対策

凍上しない材料で施工

対策の考え方

基本的な考え方

凍上の3要素(温度・土質・水)のどれか一つを取り除くこと

温度対策

断熱材(断熱マット、板状断熱材など)や覆土、雪により工事休止中の盛土表面を低温から遮断する対策や、1日あたりの盛土の施工厚さを高くして盛土内に発生する凍上を少なくする対策、また材料自体の温度低下を抑制する対策。

土質対策

盛土材料に非凍上性材料を使用して凍上させない対策。

水対策

盛土材料の含水比を下げ凍上させない対策。

冬期盛土の対策例 温度対策

シートによる雪混入防止対策

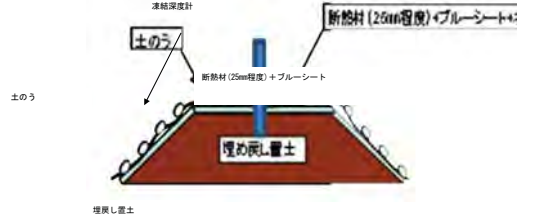


ジェットファーンネスによる保温方法



冬期盛土の対策例 温度対策

断熱材による対策



冬期盛土の対策例 温度対策

ウッドチップによる断熱対策



ウッドチップ敷き均し



(補強土壁 背面盛土 施工中天端)

補強土壁背面盛土施工中
【ウッドチップ+保温シート敷き】

冬期盛土の対策例 温度対策

盛土または盛土材の保温

雪による断熱対策

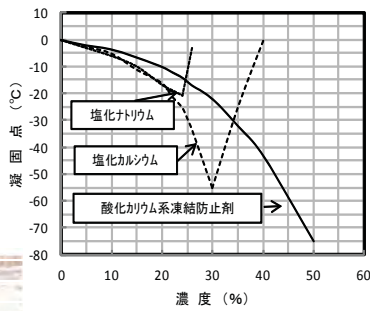


仮置き土の雪による保温養生



冬期盛土の対策例

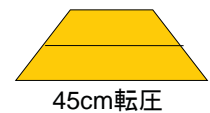
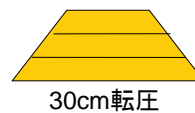
盛土材を凍結させない
盛土を凍上させない
↓
凍結防止剤の利用



凍結防止剤の中には土を弱くするものもある...

このほかに 盛土を凍らせない対策として...

施工面積を小さくして、できる限り盛土高さを高くする



1日の施工盛土厚さを大きくする
施工が早い
凍上抑制効果

これまでの研究
汎用性のある施工機械 - 厚層化施工 十分高品質な盛土が施工
砂質土、礫分60%未満の礫質土 盛土の厚層化施工に適している
試験施工 - 実際の転圧回数を決定してから施工

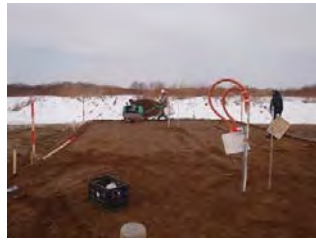
①盛土に断熱材敷設



②盛土材料(非凍上性)

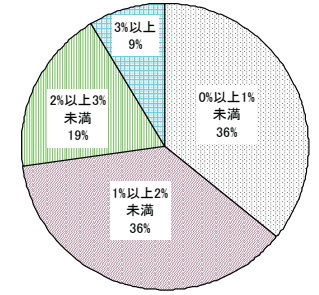
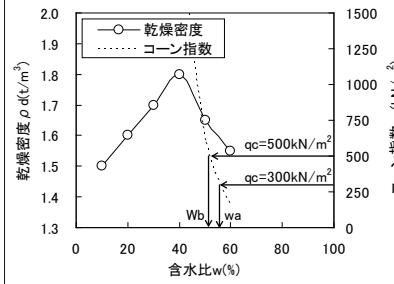


③凍土除去、凍土除去後転圧



冬期 降雪 含水比が高くなる

qc=300kN/m²となる含水比とqc=500kN/m²となる含水比との差

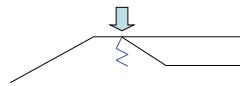


- ・全体の90%が3%未満、施工しきりぎりの状態、施工中
- ・夏期施工 - 含水比が低下しやすいため、強度が増加しやすい
- ・冬期施工 - 含水比が低下しにくい、強度が増加しない
- ・このような材料での施工は避ける

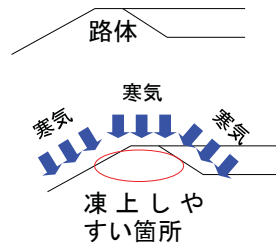


春先

盛土のり肩部崩壊



標準断面



対策 冬期土工に限り



路盤・路床と同じ材料により施工

路体についても強度のある材料

冬期盛土の対策例 水対策

- ◆吸い出し防止シート：不織布
- ◆遮水層：粗粒材t=50cm以上

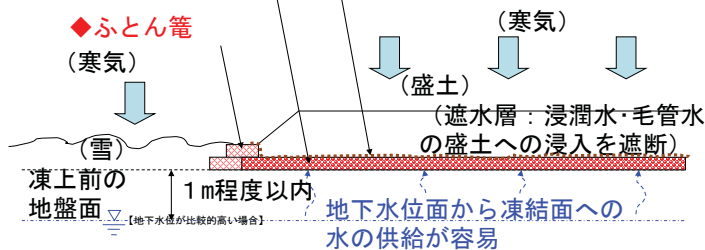


図 7-1 地盤の地下水水位が高い場合の盛土の遮水対策

冬期土工の手引きより

固化材の反応熱を利用すると 施工の工夫でなんとかなりそう

1層目の不良土と固化材を混合する(改良土)



24時間以上養生

1層目の改良土を敷き均し、転圧する

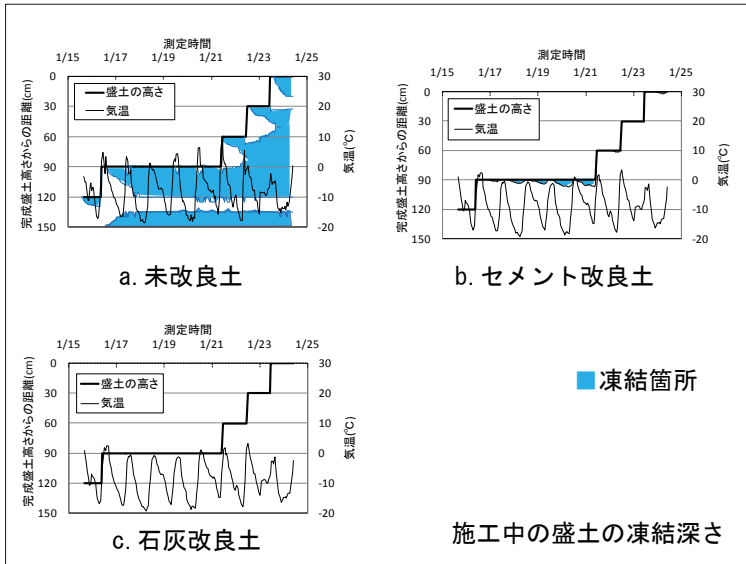
2層目の不良土と固化材を混合する(改良土)

2層目の改良土を敷き均す 保温

24時間以上養生

2層目の改良土を転圧する 改良土(施工済み)

盛土完成



まとめ 冬期土工による変状を避けるための対策

- 凍土または雪を混合すると締固め度は小さくなるので**凍土または雪は入れない**
- 凍土の温度が低いほど大きな強度となるが、**融解すると脆弱**になる。
- 盛土の**締固めを十分に**行い、締固め度の高い盛土を施工する。
- 細粒分含有率が40%**を超えると盛土の沈下量が大きくなる場合がある。

まとめ

冬期土工による変状を避けるための対策

- 夏期から冬期まで、続けて工事を行う場合、冬期施工だけでなく、夏期施工時の**盛土材を良質土**で行うようにする。
- 盛土材料は**非凍上性の材料**を用いる。
- 施工中の盛土内部への凍結を低減させるため、**1日の施工高さを大きく**する。または、**盛土を断熱**する。
- 固化材により不良土を改良**する場合は、施工方法を工夫して**0°Cを下回らない条件で施工**する。また、改良した材料は凍上する可能性があるため、凍上を抑制しなければならない箇所に施工する場合は凍上性判定試験により凍上性を確認する。

積雪寒冷地における冬期土工の手引き

河川編、道路編

寒地土木研究所 寒地地盤チーム

ホームページよりダウンロード