

低強度建設材料の凍結融解可能性とその対策

国土交通省 日野川河川事務所
砂防エンジニアリング株式会社

茅原 伸喜, 常保 雅博, 中村 幸一, 吉廻 伸
中濃 耕司, ○佐藤 哲也

1. はじめに

砂防工事のより一層の効率的推進が求められる中、経済性・施工性に優れる新工法として、掘削残土等の現地発生土砂を母材料とする砂防ソイルセメントを活用する工法が全国で採用されはじめている。

日野川河川事務所管内の大山砂防真野2号砂防堰堤の非越流部では、現地発生土砂のかわりに再生クラッシュランを用いた目標強度 3N/mm²の低強度建設材料を活用する新工法の採用を計画している。

低強度建設材料を大山砂防真野2号砂防堰堤に適用するに先立ち、砂防堰堤への適用妥当性を評価することを目的に平成16年度～17年度に試験施工およびモニタリング調査を実施した。本報ではこれらの調査結果に基づく、低強度建設材料の凍結融解抵抗性に関する知見および対策について報告する。

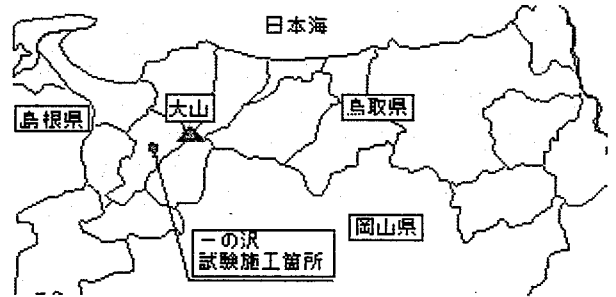


図-1 位置図

2. 試験施工構造体の概要

試験施工は、図-1 に示す大山山麓西側の一の沢において実施した。試験施工ヤードは標高 EL=460m程度に位置し、写真-1 に示すように、冬期には毎年 1.0m以上の積雪を記録する厳しい気象条件下に位置する。

試験施工構造体の断面形状は大山砂防真野2号砂防堰堤を考慮し、図-2 に示すように天端幅 3.0m、前面のり勾配 1:0.2、高さ 3.0mの台形に設定した。大山砂防真野2号砂防堰堤非越流部の上・下流のり面はそれぞれ軽量鋼矢板、コンクリートパネル等の外壁材で構成される構造である。凍結融解に対するこれら外壁材の効果の検証を目的に、試験施工構造体は外壁材の有無および種類により約 4.5m区間毎に「外壁材なし」「軽量鋼矢板」「コンクリートパネル」の試験区間に区分した。各試験区間では、前面より 0, 10, 30, 50, 70, 90, 140cm の7点の深度に温度計を設置し、試験施工構造体の内部温度観測を実施するものとした。ここで、試験施工構造体表面では最も観測温度のバラツキが大きいことが予測されることから温度計は3点設置するものとし、その他の内部は1点設置とした。

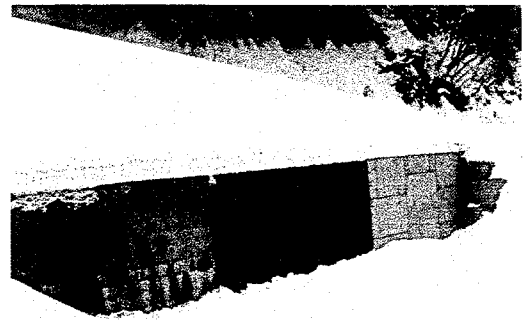


写真-1 一の沢試験施工構造体

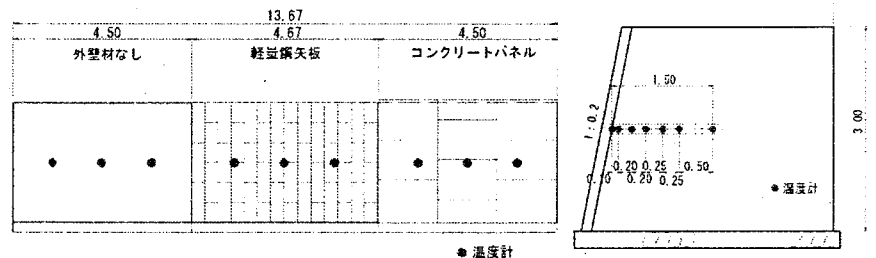


図-2 試験施工構造体

3. 試験施工構造体における凍結融解可能性

3.1 外気温および試験施工構造体内部温度の観測データ

図-3 には、試験施工ヤードにおける越冬期間を含む平成15年11月5日～平成16年4月30日の日最高気温と日最低気温データを示す。表-1 には外気温および試験施工構造体内部温度観測結果の概要をまとめた。

図-3 より試験施工ヤードでは、3月下旬まで外気温が氷点下となること、観測期間中の最低温度が-6.9℃まで低下したことが確認された。表-1 より、外壁材なしの条件では最も 0℃を下回る深度が深く、軽量鋼矢板、コンクリートパネルの順に浅くなることが確認された。また、外壁材に覆われた構造体表面部の最低温度は、深度 30cm 以深は氷点下に達していないことも確認された。

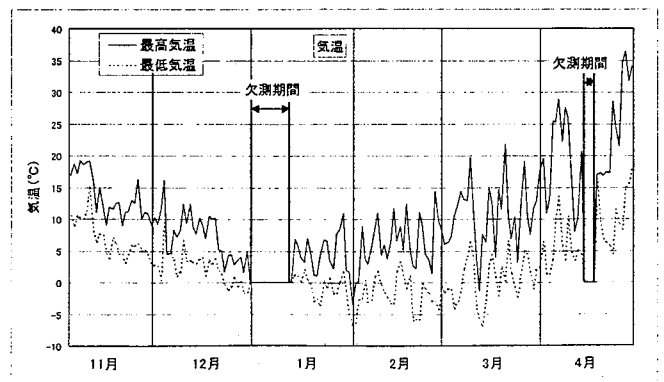


図-3 一の沢における外気温測定結果

3.2 凍結融解現象の可能性と発生頻度

図-4 に各温度計設置深度における凍結融解回数を示す。ここで、低強度建設材料の凍結・融解温度の詳細は不明なことより、コンクリートの凍結温度が -2°C といわれること、水の凍結・融解温度が 0°C であることを考慮し、便宜的に凍結温度を 0 または -2°C 、融解温度を 0°C に仮定して凍結融解回数を整理するものとした。

図-4 より、凍結温度を -2°C と仮定した場合、凍結融解回数は試験施工構造体表面で $0\sim 2$ 回と少ないものの、凍結融解温度を 0°C と仮定した場合、試験施工構造体表面から 10cm までの範囲で $2\sim 36$ 回の凍結融解が発生した可能性があることが確認された。

3.3 観測結果に基づく外壁材の効果

表-1 および図-4 より、外壁材なしの箇所 비해、外壁材設置箇所では 0°C を下回る範囲が浅く、回数も少ないことが確認された。このことより、軽量鋼矢板やコンクリートパネル等の外壁材は、外気温等の気象条件の影響を軽減・緩和する効果が期待できると判断される。

4. 低強度建設材料の凍結融解の影響と対策

4.1 越冬後の外観調査に基づく評価

低強度建設材料は、コンクリートと比較すると“脆い”状態を示し、試験施工ヤードの冬期は厳しい気象条件であることから、凍結融解による劣化が懸念された。しかし、写真-2 に示すように試験施工構造体は、凍結融解を受けている可能性が高いものの、目視調査では明瞭な被害は認められず、凍結融解による影響は小さかったことが確認された。

4.2 コア強度による凍結融解の影響評価

図-5 にコア供試体による圧縮強度測定結果を示す。この図からも明らかなように、越冬を経験した試験施工構造体においても強度増加が確認され、越冬 1 回程度の凍結融解では、低強度建設材料におよぼす影響は小さいことが確認された。なお、低強度建設材料の凍結融解抵抗性を評価するには、今後も継続的な調査が必要と考えられる。

4.3 凍結融解の必要性和対策の一例

以上の結果より、低強度建設材料は数回程度の凍結融解では、劣化する危険性が低いことが確認された。しかし、今回の観測期間は越冬回数が 1 回であり、砂防堰堤の耐用年数といわれる 50 年程度に比べると短い期間であることから、現状では劣化範囲を想定して対策を講じることが妥当と考える。

図-6 に示すように、外気温の影響で 0°C を下回った範囲を包括する表面から 50cm を劣化範囲と仮定した。この劣化範囲ではアンカー材の付着力を“ 0 ”となり、土圧が発生することが予想される。ここで、表層より 50cm が凍結融解により劣化しても、外部に流出しない限りは常に堤体を保護することとなるから、劣化範囲における引抜抵抗力の低下と発生土圧を考慮し、劣化範囲外のアンカー材の付着力により、外壁材を外拘束し劣化範囲を固定させることを凍結融解対策とした。大山砂防真野 2 号砂防堰堤では、標準的なアンカー材の配置、もしくはアンカー材を増長することにより外部拘束による安全性が確認された。

5. おわりに

今回の調査結果より、外気温が -7°C 程度以上の環境下の場合、構造体表面では、凍結融解現象が発生する可能性があることが確認された。ただし、越冬 1 回では凍結融解作用を受けても低強度建設材料の破損・変状は認められず、低強度建設材料は一定レベルの凍結融解抵抗性を保持していると評価できた。また、低強度建設材料を凍結融解現象が発生するような気象条件の場所に使用する場合、外壁材を用いることにより、外気温等の気象条件の影響を緩和するとともに、劣化しても外部拘束により堰堤形状を維持できることが確認された。

表-1 試験施工構造体最低気温一覧表

観測期間	(2004/11/5~2005/4/30)							
	外気温	0cm	10cm	30cm	50cm	70cm	90cm	140cm
温度計設置深度(cm)	-6.9	-4.2	-1.6	-0.2	0.6	1.4	2.1	3.2
外壁材なし	-6.9	-2.2	-0.7	0.4	1.3	2.2	2.8	3.6
軽量鋼矢板	-6.9	-1.4	-0.4	1.1	1.9	2.5	2.9	3.5
COパネル	-6.9	-1.4	-0.4	1.1	1.9	2.5	2.9	3.5

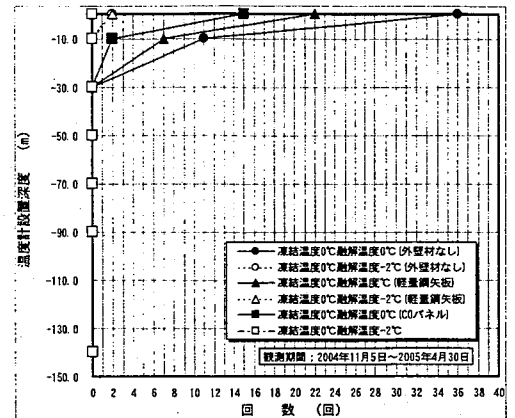


図-4 温度計設置深度と凍結融解回数



写真-2 試験施工構造体曝露状況

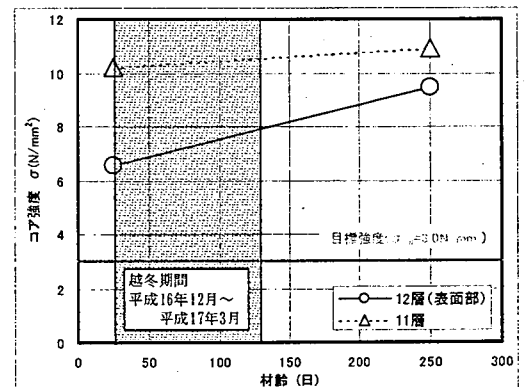


図-5 コア供試体による圧縮強度測定結果

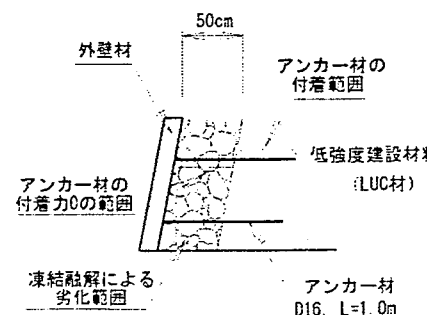


図-6 凍結融解による劣化時の模式図