

寒冷地における砂防ソイルセメント工法の適用性について ～その2～

日本工営(株) 早川 智也, 橋本 和明, 津國 典洋
伊藤 元洋, 水谷 佑

1. はじめに

北海道上川郡上川町に位置する石狩川水系リクマンベツ川では、砂防施設(砂防えん堤、床固工、導流堤等)を施工中である。この内、左岸側の堤防(延長 373m)および導流堤(延長 196m)に対して砂防ソイルセメント工法の一つである INSEM 工法の適用が計画されている。図-1 に当地区の砂防施設の平面配置を示す。

当地区では、これまでにソイルセメントの耐久性、強度特性等を把握するための室内試験、施工性および施工品質等を把握するための現地試験施工を実施した。しかし、平成 19 年度に実施した現地試験施工において、ソイルセメントの強度 σ_{28} が目標強度を満足しない結果となった。

本報は、これら一連の調査・検討結果を踏まえて実施した、床固工の施工掘削面における詳細な河床堆積物分状況の把握、試験施工による施工・品質管理基準の検討結果について報告するものである。

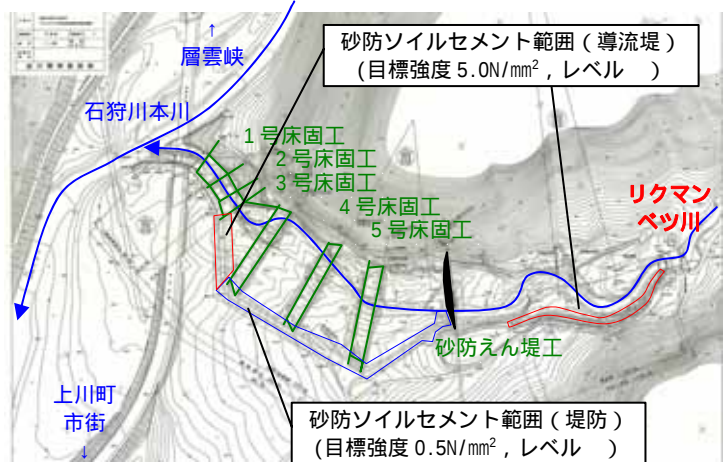


図-1 対象施設位置図

2. 母材(河床堆積物)の分布状況

当地区では、既往検討においても母材の分布状況を把握することを目的とした、表層から 2m 程度までのトレンチ調査を実施している。しかし、H19 年度に実施した試験施工では、表層から 5m 以上までの材料を母材として使用した結果、深部に分布していた細粒な材料が混入したことにより、ソイルセメントの強度(σ_{28})が目標強度に満たない結果となった。

そこで、平成 20 年度調査においては、施工中の 2 号、3 号、5 号床固工の掘削法面において、河床堆積物の観察とスケッチ、および採取試料による粒度試験を行い、母材として利用可能な材料の分布状況を把握した。

河床堆積物の分布状況は図-2 の通りであり、以下のことが分かった。

- ・リクマンベツ川は複数の土砂流出がある河川であるため、複数の河床堆積物が複雑に堆積している構造を呈している。
- ・細粒分を多く含有する材料が主体であり、単独材で母材となり得る粒度の材料は局所的に分布している。
- ・礫材混合等の粒度改良を行えば母材となり得る材料は、深度 2 ～ 6m 程度の比較的広い範囲に分布している。

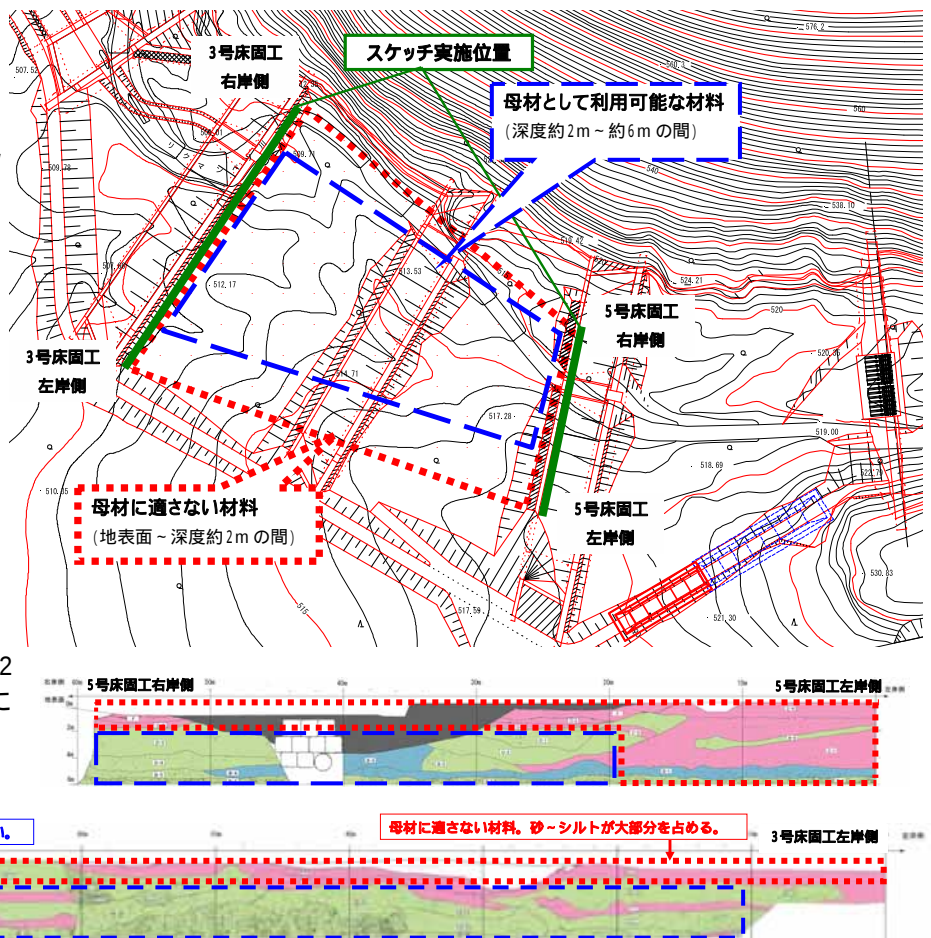


図-2 河床堆積物の分布状況

3. 試験施工

3.1 母材の粒度改良

先に示した通り、当地区より採取可能な母材は、細粒分を多く含有しており、礫材混合等による粒度改良が必要であることが分かった。また、既往検討結果より、母材の細粒分含有率が6～8%程度以上、もしくは2mm以下粒径が30%程度以上の場合、セメント添加量によらず目標強度が満足できないことが明らかとなっている。したがって、H20年度に実施した試験施工においては、母材採取時に発生する粒径150mm以上のオーバーサイズ礫を、自走式クラッシャーにより破碎した礫材を混合し、母材の粒度改良を実施し、母材に適する粒度の材料を得ることができた。図-3に、試験施工時に確認した、母材、礫材（現地破碎礫材）および混合材（粒度改良母材）の粒度を示す。

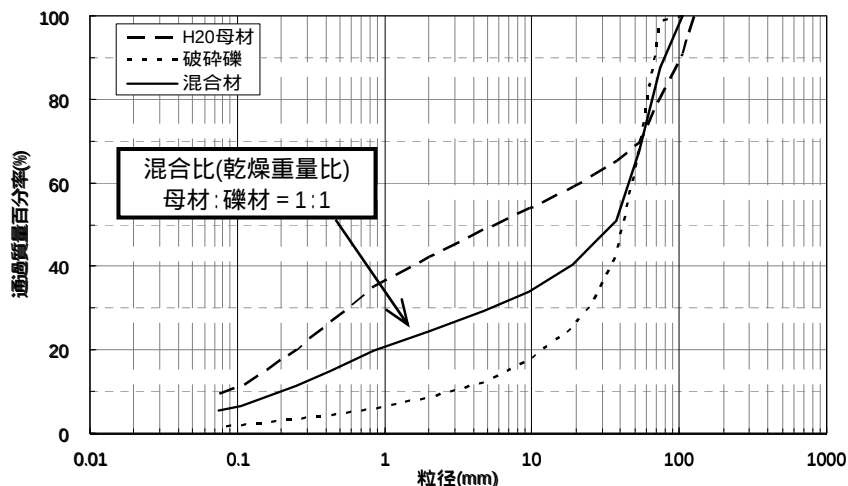


図-3 母材、破碎礫、混合材の粒度

表-1 主な試験施工条件

項目	仕様
母材	礫材混合による粒度改良材
セメント添加量	150kg/m ³ (予備配合試験より)
養生	冬期施工につき防寒養生28日間
強度確認	7, 14, 21, 28, 42, 56, 91 日材令

3.2 ソイルセメント強度

ソイルセメント強度の確認は、試験施工盛土よりコア抜き採取した供試体により実施した。なお、試験施工における諸条件は表-1に示す通りである。図-4に、コア供試体により確認した圧縮強度を示す。

図-4より、以下のことが分かった。

- ・ H19試験施工盛土の28日強度 σ_{28} は、目標強度(5N/mm²)を満足しなかった(平均4.5N/mm²)。しかし、1年材令強度は、10～20N/mm²という非常に高い強度を示した。
- ・ 春以降の温暖期を疑似的に経験させるために実施した、56日材令でコア抜き後、91日材令まで室内恒温(20℃)で養生したケースでは、91日材令でコア抜きしたケースに比較して強度の伸びが大きかった。

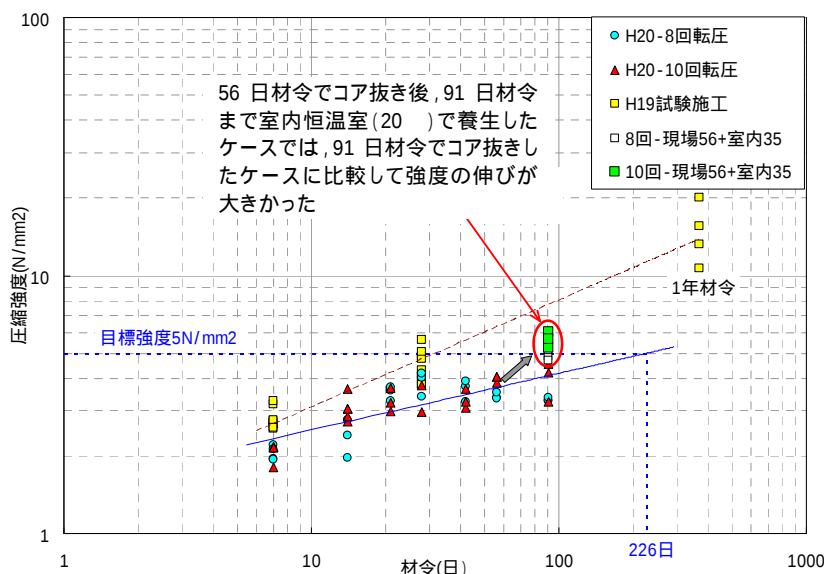


図-4 強度試験結果

4. まとめ

以上のように、28日強度では目標強度に達しない場合においても、長期強度が高くなる可能性が高いこと、養生温度が再度高くなることで強度の伸びが再活性化することが確認された。長期強度が高くなることは、高炉セメントの特徴の一つであり、養生温度の変化により強度の伸びが再活性化する現象は、佐藤らの研究成果²⁾と一致するものである。28日強度で目標強度を満足するためにセメント添加量を増やすなどの対応も想定されるが、本検討結果より、長期材強度が高くなることが明らかとなっているため、施工費の増額に直結するセメント添加量の増量による強度確保は、経済性の点で最善策であるとは考えられない。砂防ソイルセメント施工時における強度管理材令については、28日材令以降の長期材令による強度管理を適用した実績は見当たらない。しかし、砂防施設の性質上、28日材令経過後直ちに設計強度を満足しなければならないとは考えられず、28日強度による強度管理が絶対的なものであるとは考えられない。したがって、土木構造物としての施工性、経済性等を考慮し、施工後の強度の伸びも考慮した28日材令強度の目安を設定し、最終的には28日以降において目標強度に達していることを確認する等の品質管理を取り入れた施工・品質管理基準を検討中である。

28日強度で目標強度を満足するためにセメント添加量を増やすなどの対応も想定されるが、本検討結果より、長期材強度が高くなることが明らかとなっているため、施工費の増額に直結するセメント添加量の増量による強度確保は、経済性の点で最善策であるとは考えられない。砂防ソイルセメント施工時における強度管理材令については、28日材令以降の長期材令による強度管理を適用した実績は見当たらない。しかし、砂防施設の性質上、28日材令経過後直ちに設計強度を満足しなければならないとは考えられず、28日強度による強度管理が絶対的なものであるとは考えられない。したがって、土木構造物としての施工性、経済性等を考慮し、施工後の強度の伸びも考慮した28日材令強度の目安を設定し、最終的には28日以降において目標強度に達していることを確認する等の品質管理を取り入れた施工・品質管理基準を検討中である。

参考文献

- 1) 砂防ソイルセメント活用ガイドライン、砂防ソイルセメント活用研究会編、鹿島出版会
- 2) 安定処理土の養生条件が強度発現に与える影響について、佐藤厚子、西本 聡、鈴木輝之、平成20年2月 地盤工学会北海道支部