

火山噴出物を用いた砂防ソイルセメントの配合検討

パシフィックコンサルタンツ(株)青柳泰夫、堂ノ脇将光、安田武道、
江島敬三、片山直哉、○吉水義久
北海道開発局旭川開発建設部 甲岡宏次 野嶽秀夫

1. はじめに

近年、砂防事業において発生する掘削残土の処分に対して、その費用負担と処分場の確保が困難となり、これらの問題を解決する方法として、掘削残土を有効活用した砂防ソイルセメントが積極的に活用されている。

改築予定の美瑛川第1号えん堤は発生する残土が67,000m³にも及び、掘削残土の有効活用を図るため導流堤に砂防ソイルセメントを活用することで、その発生量を1/13の5000m³にまで抑制する計画とした。しかしながら、計画地点における材料は、火山性の地質からなり六価クロムの溶出も懸念される。このため、種類の異なる現地材料をブレンドし、所定の目標強度(3N/mm²:室内試験目標強度4.5N/mm²)を確保するとともに六価クロムの溶出を抑えることのできる配合検討について検討した。ここではその事例を紹介する。

2. 現地発生土

計画地点周辺の基盤は新第三紀末期～更新世初期に噴出した十勝熔結凝灰岩(W)からなり、美瑛川ではこの基盤を被覆して段丘堆積物(扇状地堆積物の可能性あり)である白金砂礫層と現河床堆積物が分布する。美瑛川の右岸河床から山地斜面にかけては十勝熔結凝灰岩が分布し、河床部から左岸の段丘面にかけては白金砂礫層が厚く且つ広く分布する。白金砂礫層は2層に大別され、下位は固結あるいは半固結した玉石混じりの砂礫からなり、上位は礫まじりの砂質土からなる。検討で対象とする現地発生土は堤体掘削時に発生する、①玉石混じり砂礫・玉石混じり礫質土(固結):Sg-1、②玉石混じり砂礫(未固結～半固結):Sg-2、礫混じり砂・火山灰質砂・シルト質砂(Sg-s2)である。

ソイルセメントの配合はSg-s2層(砂質土)とSg-2層(玉石混じり砂礫)のクラッシュ材を効率的にブレンドすることを想定し以下の地点を採取地点として選定した。配合試験で対象とする採取地点はSg-s2層とSg-1orSg-2層とし、前者は導流堤の掘削範囲内より3地点の粒度分布を調査しその中で設計上安全側となる地点を選定した。後者は、堰堤周辺に段丘面に露出する箇所から採取した。また、Sg-s2層は粒度組成から3層(上層、下層、最下層)に区分された。

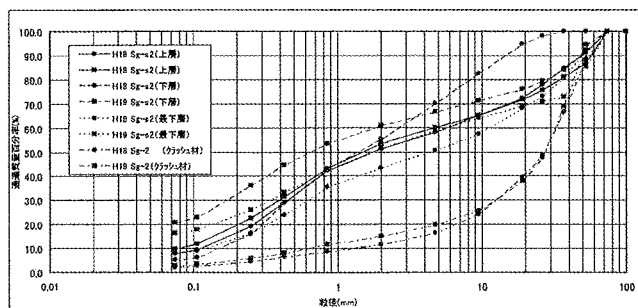


図1 粒度分布

3. 室内配合試験

砂質土を主体とするSg-s2層と、玉石混じりの砂礫層であるSg-2層をクラッシュした材料を骨材として、室内配合試験を実施した。設定した配合ケースは表1配合ケースのとおりである。

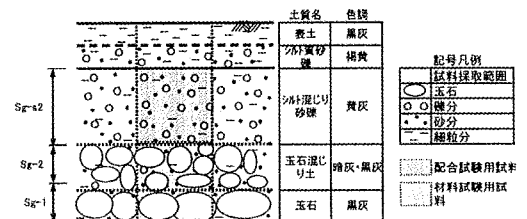


写真2 Sg-1、Sg-2層の断面

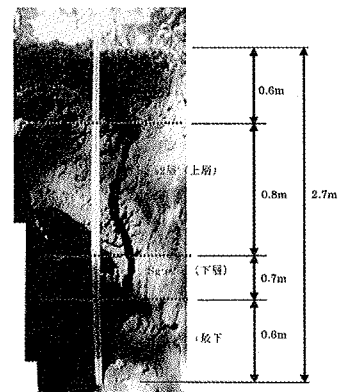


写真1 Sg-s2層の断面

表1 配合ケース

実施年度	配合ケース	材料混合割合(%)			単位セメント量(kg/m ³)						含水率(%)			圧縮強度試験	六価クロム溶出試験	配合数
		Sg-s2 (上層)	Sg-s2 (下層)	Sg-2	100	120	140	150	160	180	下限	中間	上限			
H18	CASE①	100	0	0	○						○	○	○	○	○	6
	CASE②	50	0	50	○						○	○	○	○	○	6
	CASE③	0	0	100	○						○	○	○	○	○	6
	CASE④	40	0	60			○				○	○	○	○	○	8
	CASE⑤	30	0	70		○			○		○	○	○	○	○	6
H19	CASE①	40	0	60							○	○	○	○	○	3
	CASE②	40	0	60							○	○	○	○	○	3
	CASE③	0	40	60							○	○	○	○	○	3
	CASE④	0	40	60							○	○	○	○	○	3
	CASE⑤	50	0	50					○		○	○	○	○	○	3
	CASE⑥	50	0	50					○		○	○	○	○	○	3
	CASE⑦	50	0	50			○				○	○	○	○	○	3
	CASE⑧	40	0	60			○				○	○	○	○	○	3
	CASE⑨	40	0	60		○					○	○	○	○	○	3
	CASE⑩	0	50	50					○		○	○	○	○	○	3
	CASE⑪	0	50	50					○		○	○	○	○	○	3
	CASE⑫	0	40	60			○				○	○	○	○	○	3
	CASE⑬	0	40	60		○					○	○	○	○	○	3
	CASE⑭	50	0	50				○			○	○	○	○	○	12

砂防ソイルセメントを適用する部位は、導流堤の内部材である、目標強度は「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」より、目標強度の下限値(1.7N/mm²)、目標強度レベル毎の対象施設及び適用部位の目安(導流堤:目標強度レベルⅢ)、要求性能に対する目標強度(3~6N/mm²)より目標強度は3N/mm²とし、室内配合強度はさらにガイドラインによる割り増し係数1.5を乗じて4.5N/mm²とした。強度試験の結果Sg-s2層単独では配合強度以上の発現が期待されないが、Sg-2層のクラッシュ材を50%以上混合することで十分な強度発現が期待できる(図2発現強度と単位セメント量およびSg-2層混合割合の関係図)ことが明らかとなり、その基本配合を表2に示す。

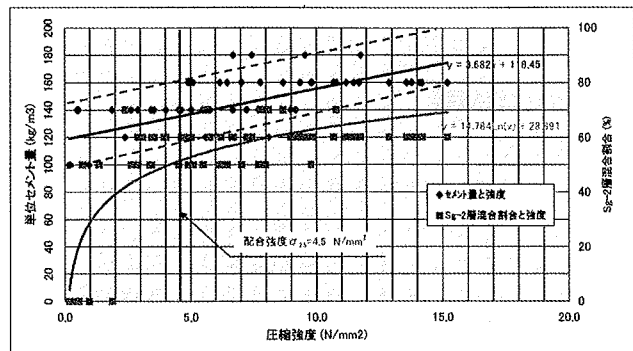


図2 圧縮強度と単位セメント量・Sg-2層混合割合の関係

表2 基本配合量

ケース	材料の混合割合(%)		単位セメント量(kg/m ³)	目安とする含水率(%)	六価クロム溶出の可能性がある	判定
	Sg-s2層	Sg-2層				
①	40	60	140以上	11~18	極少	採用
②	50	50	160以上	12~19	少	—

4. 六価クロム対策

前項の基本配合に対しても六価クロムの溶出する場合があることが確認された。混合材料(現地材とセメント)と供試体の試験結果から六価クロムの溶出はセメントに起因しているものと考えられるため、セメントからの六価クロムを抑制する方法としてセメント系固化材(特殊品)や混和剤を選定し、比較検討により経済性・施工性で有利となる混和剤を採用するとともに、効果の確認と適切な混合割合に対する検討を行った。試験の結果、混和剤による効果は見られ、1.0kg/m³の混合量で0.02mg/l抑制される。また六価クロムの溶出量にはばらつきがあるが、同様な配合量では概ね含水比が高くなると溶出量が少なくなる傾向にある。

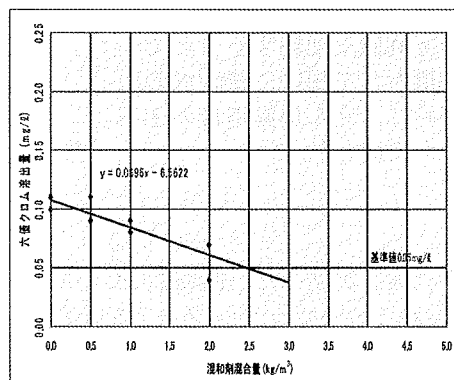


図3 混和剤混合量と六価クロム溶出量

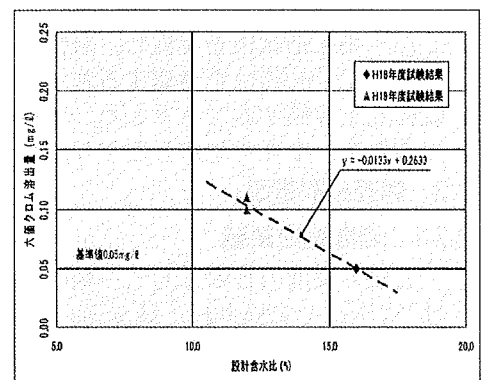


図4 六価クロム溶出量と含水比

5. おわりに

配合試験の結果、当該地区の現地発生土砂を導流堤内部材に用いた場合、上位の礫混じり砂質土または火山質土(Sg-s2層)とその下位の玉石混じり砂礫(Sg-2層)を混合することで目標強度以上の発現強度が期待され、その混合割合をSg-s2層:40%以下、Sg-2層:60%以上、単位セメント量:150kg/m³、とすれば六価クロムの溶出が基準値以上となる可能性は少ないものと考えられる。しかし、ばらつきにより六価クロムが基準値以上溶出した場合には混和剤を混合することで溶出量の抑制が可能である。その混合量は概ね1.0kg/m³で0.02mg/lの抑制効果が見込まれる。

今回実施した混和剤による六価クロム抑制試験は少量(20)で行ったため、大容量で製造した場合と比べて抑制傾向が異なる恐れがある。また設計含水比と六価クロム溶出量には反比例する傾向が見られることから今後次の事項に関する試験が必要と思われる。

- ① 大容量製造時における六価クロム混和剤の抑制効果 → 混和剤単位量当りの抑制効果
- ② 設計含水比と六価クロム溶出量の関係 → セメント水比(C/W)