

自走式土質改良機を用いたINSEM工法の施工について
 — 芋川災害関連緊急（東竹沢地区）工事の例 —

北陸地方整備局 河川部 建設専門官 山本 悟
 北陸地方整備局 湯沢砂防事務所 建設監督官 高橋 博之
 ハザマ 北陸支店 山古志作業所 竹内 正男
 池内 聡
 ハザマ 土木事業本部 技術第二部 ○ 秋田 真良

1 はじめに

砂防ソイルセメントを用いた構造物の構築方法の一つとして、現地発生材、場合によっては碎石、セメントおよび水を混合し、振動ローラで締固めるINSEM (IN-situ Stabilized Excavation Materials) 工法が開発されている。しかし、現地発生材の特性が現場毎に相違することから、これまでは混合材の配合・製造方法として、統一的な手法を確立することが困難であり、現場毎に適切な手法が模索されてきた。

本工事は、新潟県中越地震で発生した河道閉塞箇所の地すべり土砂が下流へ流出することを防止する目的で、直下流に砂防ダムを2基構築する工事である。このうち上流側の堰堤（図-1）は、地すべり土砂を使用し、INSEM工法で計画された。混合には、工程短縮を目的に自走式土質改良機（以下、改良機、図-2）を採用した。以下に施工実績について報告する。

2 配合試験

(1) 使用材料

現地発生材は細粒分が多く、強度が確保できないため、碎石を混合して使用した。使用材料の特性を表-1に示す。

(2) 実機練混ぜ試験

改良機は、1種の土質材料とセメントのみの混合しかできないため、予め、現地発生材と碎石および水を1回で15m³を15分間、バックホウにて混合したものを改良機に投入した。また、改良機のセメント添加方法は、土質材料の体積に応じて、所定の重量のセメントを添加するものである。

配合は、乾燥状態の混合材料の単位

量に対して、セメントの重量、およびセメントを除く体積を現地発生材と碎石の体積比率で示した。さらに

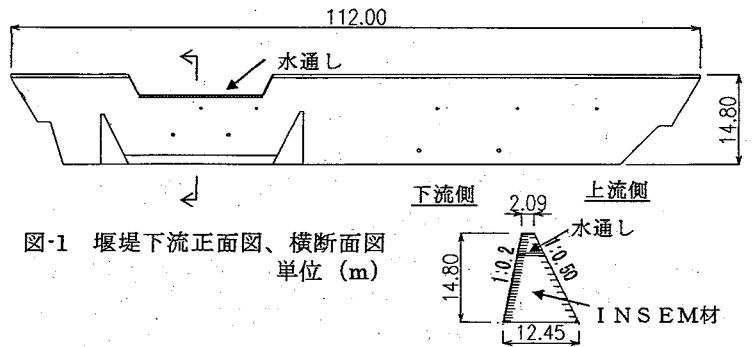


図-1 堰堤下流正面図、横断面図
 単位 (m)

表-1 使用材料の特性

材料	特性
セメント	高炉セメントB種、密度:3.04g/cm ³
現地発生材	礫まじり細粒分質砂(地震時、崩壊土) 表乾密度:2.34g/cm ³ 、吸水率:7.6% 粒度分布:(1mm以下)約90%、(0.075mm以下)約20% 最大乾燥密度:1.66g/cm ³ 、最適含水比:17.7%
碎石	クラッシュヤラン40~0mm 表乾密度:2.77g/cm ³ 、吸水率:1.4% 最大乾燥密度:2.19g/cm ³ 、最適含水比:4.3%

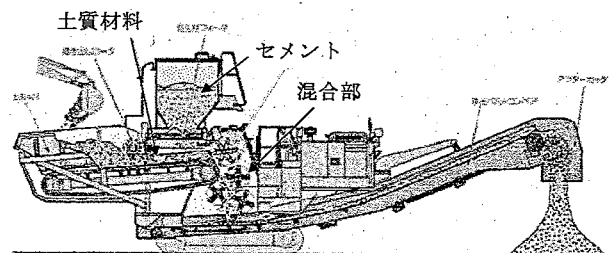


図-2 自走式土質改良機（リテラ、コマツ製）

表-2 試験ケース（実機練り）

配合名	区 分				単位量(kg/m ³)			
	土質材料体積比率(%) 現地発生材	碎石	セメント量 (kg)	含水比 (%)	W	C	S 現地 発生材	G 碎石
Case1	70	30	200	Wn	202	223	1,158	637
	70	30	200	Wn+1.5%	249	210	1,089	600
	70	30	200	Wn+3.0%	240	212	1,101	606
Case2	50	50	200	Wn	162	231	855	1,098
	50	50	200	Wn+3.0%	207	219	809	1,040
Case3	70	30	250	Wn	197	283	1,130	629
	70	30	250	Wn+3.0%	261	260	1,040	578

Wn: 自然含水比

各材料を定量的に計量するために、コンクリートの示方配合に準じて各材料の単位量を算出した。

ポットミキサ混合による室内試験で採用可能な配合を絞り込み、実機練混ぜ試験を実施した(表-2)。供試体(Φ125×250mm)による圧縮強度試験結果を図-3に示す。混合材の要求品質は、単位体積重量 1800kg/m³、配合強度 4.5N/mm²であった。

試験の結果、室内試験においても比較的、強度を確保しやすかった Case2 (セメント量 200kg、砕石比率 50%、含水比 Wn+3%) を基本配合とした。なお、単位体積重量は十分に満足する結果であった。

3 施工実績

土質材料の計量は、バックホウ(0.8m³級)のバケット杯数で管理した。事前に積込み量の検証を行った結果、3回の試験で変動係数は、砕石 1%、現地発生材 4%程度であった。加水量は、水中ポンプの汲み上げ秒数で管理した。また、混合材の転圧は、試験施工の結果、1層 25cmを振動ローラ(4t級)にて、無振動2回、振動8回とした。施工フローを図-4に示す。

施工実績を図-5に示す。INSEMI法による施工は、約 11 千m³を4ヶ月で完了し、月当りの施工量は約 2.8 千m³であった。また、堰堤の上下流幅が 5m以下となり、施工性が極端に低下した水通し標高以上を除けば、日当りの施工量は、平均で 210m³/日を確認できた。

実機での混合材で作成した供試体の圧縮強度および湿潤密度を図-6に示す。圧縮強度は、配合強度の 4.5N/mm²をほぼ満足する結果であった。しかし、本施工方法は、土質材料の粒度や表面水あるいは計量方法などに起因したばらつきをある程度、許容せざるを得ない。施工期間を通した圧縮強度のばらつきは変動係数で 20%程度であり、平均値は 6.8 N/mm²となった。湿潤密度については、要求品質を十分に満足する結果であった。

4 おわりに

本工事では、工程短縮に主眼をおいて施工方法を検討し、自走式土質改良機による混合を採用した。結果として、水通し標高以下で平均 210m³/日(全工期で 196 m³/日)を確認できた。今後の同種工事の参考になれば幸いである。

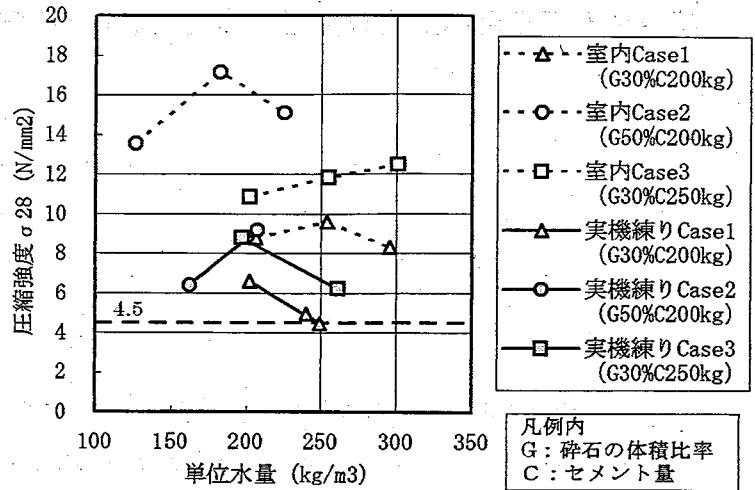


図-3 圧縮強度σ₂₈と単位水量の関係(室内試験結果を併記)

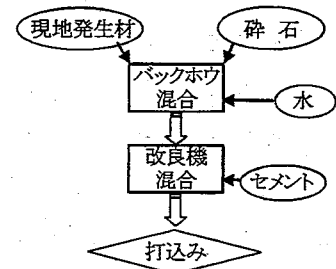


図-4 施工フロー

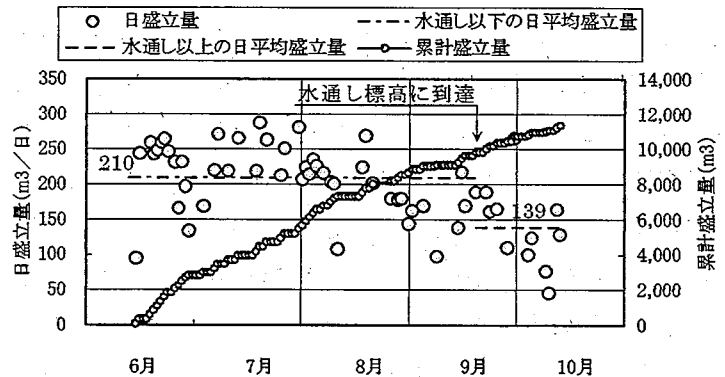


図-5 日盛立量/累計盛立量

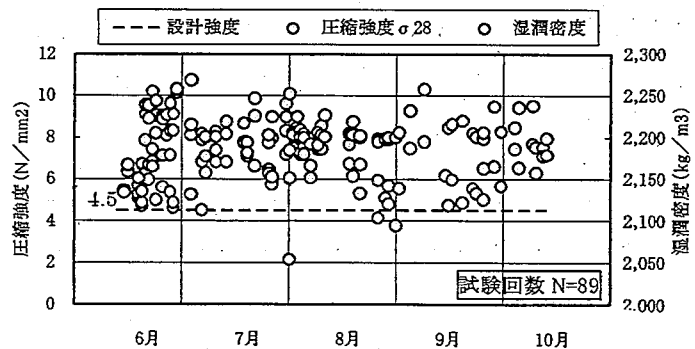


図-6 圧縮強度σ₂₈、湿潤密度の履歴(供試体)

	平均値	変動係数 (%)
圧縮強度	6.8	20.4
湿潤密度	2,202	1.4