

Ⅲ－B 201 寒冷地港湾工事における軽量混合処理土工法の適用

北海道開発局小樽港湾建設事務所 正 平澤 充成
 北海道開発局小樽港湾建設事務所 佐伯 茂
 北海道開発局小樽港湾建設事務所 小玉 茂義

1. はじめに

石狩湾新港の東地区-10m岸壁は、昭和57年に当港で最初に供用開始した鋼管矢板式岸壁である。当該施設を釧路沖地震、阪神淡路大震災等の教訓から地震に強い施設とするため、軽量混合処理土工法による改良工事を平成10年度から実施している。しかしながら我が国の港湾整備における同工法の工事実績は神戸港に限られ、研究レベルのものについても寒冷地を対象としたものは極少ない。当港の工事に限らず工事適期の短い北海道において、今後、同工法を港湾工事の一工法に加えていくためには、低温条件下での施工可能性を確認しておく必要がある。このような観点から、室内実験により低温条件下における軽量混合処理土（以下、軽量土）の流動特性、密度特性及び強度特性に関する調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 設計条件

本工事では建設残土の発生抑制の観点から、原料土として岸壁背後の掘削土砂を活用している。しかし原料土（密度 2.725g/cm^3 ）は砂分の含有率が90%と高いため、ベントナイトを添加し、軽量土の打設時の分離抵抗性を向上させることとした。

また現地の軽量土打設高さは+0.25～-5.00mでほとんどが水中部打設となる。常温での事前試験で水中打設時に対する気中打設時の発生強度比が約3となることを確認し、設計値を表-1のように設定した。

表-1 設計値

湿潤密度 (g/cm^3)	一軸圧縮強度 (kgf/cm^2)	
	水中養生	気中養生
1.1 ± 0.1	2.0以上	6.0以上

3. 実験方法

(1) 実験装置

安定した温度管理下で試験を行うため、当局開発土木研究所港湾研究室所管の低温観測室で実験を行った。作製した供試体は、恒温槽及び低温観測室を使用し気中養生した。

(2) 実験ケース

現地条件を踏まえ温度条件を外気温（実験では室温に対応）-5、0、10℃、海水温（実験では養生温度に対応）0、5、10℃に設定した。またセメント添加量の増減に伴う強度の発現特性を調べるため、表-2に示す単位体積当たりのセメント量を変えた3種類の配合について各温度条件下で実験を行った。

表-2 軽量土 1m^3 当たりの配合表

ベントナイト 置換率 (%)	調整土 含水比 (%)	質 量 (kg/m^3)						
		含水比調整土			セメント	軽量材		全 体
		乾燥土	ベントナイト	水		起泡剤	希釈水	
20	80	393	96	393	200	0.751	13.989	1,100
20	80	384	96	384	220	0.764	14.233	1,100
20	80	375	94	375	240	0.777	14.476	1,100

(1) 流動特性

図-1は練り上がり時の温度（以下、混練温度）とフロー値の関係を示した

ものである。フロー値は各ケースともほぼ目標値（16cm）となっているが、室温-5℃（混練温度-2.5℃）のケースでは他ケースより練り上がり時と比較し5分後のフロー値の低下が大きい傾向が見られる。この原因として、軽量土中の水分の凍結による影響が考えられる。

(2) 密度特性

図-2.1は湿潤密度と養生温度の関係、図-2.2は混練温度との関係を示したものである。同図によると湿潤軽量土、寒冷地、密度、一軸圧縮強度

〒047-0008 北海道小樽市築港2番2号 TEL 0134-22-6131 FAX 0134-25-1947

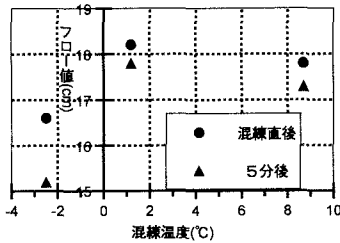


図-1 混練温度とフロー値

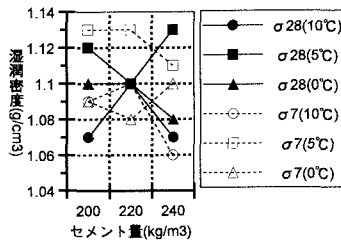


図-2.1 湿潤密度と養生温度

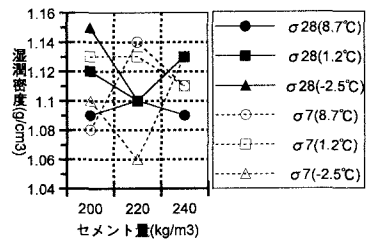


図-2.2 湿潤密度と混練温度

密度と養生温度並びに混練温度との関係は見られない。

(3) 強度特性

① 混練温度と発現強度

図-3.1は混練温度と一軸圧縮強度の関係をセメント量 200kg/m^3 について示したものである。養生温度は 5°C である。同図によると各材令毎の発現強度はほぼ等しく、混練温度と発現強度の関係は見られない。この傾向はセメント量に依らなかった。また混練温度が氷点下の場合も他ケースと同様の強度が発現することは、寒冷地での施工可能性の幅を広げるものと注目される。ただし凍結が軽量土に及ぼす影響については更に調査する必要がある。

② 養生温度と発現強度

図-3.2は養生温度と一軸圧縮強度の関係をセメント量 200kg/m^3 について示したものである。混練温度は 1.2°C （室内温度 0°C ）である。これより養生温度が高いほど、発現強度が大きくなることが分かる。この傾向はセメント量に依らなかった。また参考までに図中に養生温度を 22°C とした事前試験時の点を示した。低温条件下では養生温度のレベルにより発現強度が大きく異なることから、寒中工事で早期に軽量土上を作業用地等として活用するような場合には、低温実験等で事前に期待可能な強度を確認しておく必要がある。ただし打設温度が低いほど中長期的に強度が増大するというコンクリートの性質を考慮すると、早期に強度を期待しない場合、配合は常温を想定した通常のもので十分と考えられる。

③ 材令による強度変化

図-3.3は材令7日と28日の一軸圧縮強度を全ケースについて比較したものである。これによると、セメント量や養生温度によらず、材令7日と28日の一軸圧縮強度比は約3.2となり、材令7日強度により材令28日強度の推計が可能になると考えられる。

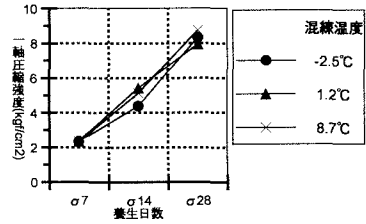


図-3.1 一軸圧縮強度と混練温度

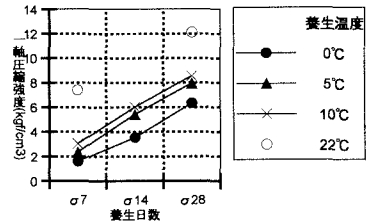


図-3.2 一軸圧縮強度と養生温度

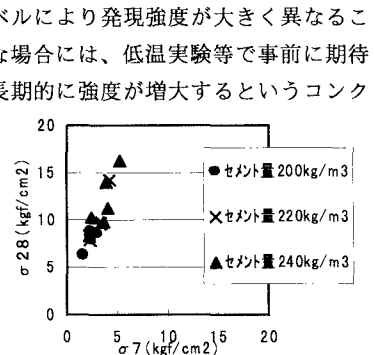


図-3.3 材令7日と28日の強度比較

5. まとめ

低温条件下における軽量混合処理土の特性として、以下のことが明らかになった。

- (1) 湿潤密度は混練温度や養生温度、また材令に依らない
- (2) 一軸圧縮強度は養生温度が高いほど大きく、混練温度には依らない
- (3) 一軸圧縮強度については、材令7日強度により28日強度の推計が可能である

なお、本報告を取りまとめるにあたり、運輸省港湾技術研究所土田土性研究室長、水上土質部主任研究官には有益なご助言、ご指導をいただき、開発土木研究所港湾研究室並びに北海道機械開発㈱、東亜建設工業の皆様には調査試験においてご協力をいただいた。関係各位に心より謝意を表します。