

## 発泡ビーズ混合軽量盛土

(社)北海道土木施工管理技士会  
川田工業株式会社 土木舗装部  
技術管理室長

酒 井 啓 之  
Hiroyuki Sakai

### 1. はじめに

本工事は北海道十勝支庁管内の帯広市と浦幌町を結ぶ主要道道（北海道道）の池田町内における橋梁補修工事です。

当工事は既設橋梁背面の土砂を軽量土に置き換える工事です。

本論文においては、軽量盛土工で施工した「発泡ビーズ混合軽量土工法」について述べたいと思います。

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：帯広浦幌線 交 A21-3 交安工事  
橋梁補修工事
- (2) 工事場所：北海道中川郡池田町
- (3) 工 期：平成19年11月5日  
～平成20年4月30日
- (4) 工事内容：  
軽量盛土工〔発泡ビーズ〕 707m<sup>3</sup>
- (5) 設計条件  
土の湿潤密度  $\rho_t = 1.1\text{t/m}^3$   
土の内部摩擦角  $\phi = 35^\circ$  以上

### 2. 発泡ビーズ混合軽量土工法とは

土砂に超軽量な発泡ビーズ（粒子）を混合して、軽量化を図った発泡ビーズ混合軽量土を用いた工

法で、通常の土砂に比べて地盤に与える荷重を軽減することができるので、軟弱地盤や地すべり地での盛土等の際に効果的な工法です。

また、発泡ビーズ混合軽量土は通常の土に近い変形追従性があり、透水性も調整できるので、河川堤防などへの本工法の適用も可能です。

#### (1) 軽量性

発泡ビーズの配合比を変えることにより、湿潤密度を0.8～1.5t/m<sup>3</sup>程度に調整できる。

#### (2) 強度

安定剤の添加量を変えることにより、一軸圧縮強さを50～1,000kN/m<sup>2</sup>程度に調整できる。

#### (3) 変形追従性

安定材の添加量を抑えること、あるいは無添加により土に近い変形追従性が得られ、土本来の特徴を生かすことができる。

#### (4) 発生土の有効利用

関東ロームのような粘性土や浚渫土、有明粘土などに適用した事例があり、建設発生土のリサイクルには有効な工法であると言える。

#### (5) 設計・施工は普通土と同様

設計（配合試験）に際しては、通常の土砂と同様の取り扱いが可能で、施工（敷均し・転圧等）も通常の方法で可能であり、特別な建設機械を必要としない。

### 3. 現場における課題点

#### (1) 原料土の選定

本工事においては、湿潤密度  $\rho_t = 1.1 \text{ t/m}^3$  以下および内部摩擦角が  $\phi = 35^\circ$  以上と条件が設定されているが、特に内部摩擦角  $35^\circ$  の設定条件が厳しく、軽量盛土に使用する原料土の選定が重要課題となりました。

発泡ビーズを混合することにより、土の内部摩擦角は緩くなるため、原料土は最低  $35^\circ$  以上のものを使用しなくてはなりません。

#### (2) 品質管理（内部摩擦角）

一般的に発泡ビーズ混合土の品質管理は、一軸圧縮試験による強度管理を行うが、内部摩擦角を条件とする工事は希で、条件があっても内部摩擦角  $25^\circ$  などと、緩い条件のものである。

内部摩擦角は三軸圧縮試験により求められるが、試験は日常的、簡易的に行うことができないため、この管理をどのように行うかがもう一つの課題と

なりました。

### 4. 対応策

#### (1) 原料土の選定

設計では現地掘削発生土の再利用であったが、事前試験の結果、内部摩擦角は  $32^\circ$  であったため、発生土の再利用は不可と判断しました。

このため、条件を満足する土砂を探した結果、購入土（火山灰規格品）において内部摩擦角  $36.2^\circ$  の土が見つかり、これを使用することにしました。

#### (2) 品質管理方法

内部摩擦角の日常管理の代替として考えられるのは一軸圧縮強さであり、このため、設計仕様を満足し内部摩擦角と一軸圧縮強さの相関を求めるための配合試験を実施しました。

配合試験では安定材添加率 0, 4, 8, 12% の 4 配合で供試体を作製し、三軸圧縮試験（CU）により、内部摩擦角を求め、このときに一軸圧縮

表-1 三軸圧縮試験（CU）結果一覧

区分	安定材 添加率 (%)	三軸圧縮試験結果								
		土応力比最大時				強度特性				
		No.	圧密応力	圧縮強さ	軸ひずみ	間隙水圧	全応力		有効応力	
			$\sigma_c$	$\sigma$	$\epsilon$	$u$	粘着力	内部摩擦角	粘着力	内部摩擦角
	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(%)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	( $^\circ$ )	(kN/m <sup>2</sup> )	( $^\circ$ )		
発泡ビーズ 混合 軽量土	0	①	25	76	14.0	0	6.1	31.7	3.1	33.9
		②	37	111	11.2	-1				
		③	50	128	14.9	3				
	4	①	24	84	2.5	5	9.2	31.2	9.5	34.1
		②	37	113	2.3	7				
		③	50	140	3.2	9				
	8	①	25	101	3.1	0	18.4	27.9	7.1	36.5
		②	35	134	3.0	1				
		③	50	143	3.2	10				
	12	①	25	140	0.8	7	45.3	15.4	43.6	18.1
		②	38	141	0.8	9				
		③	50	157	2.4	12				

表-2 一軸圧縮試験結果

区分	安定材 添加率 (%)	一軸圧縮強さ (kN/m <sup>2</sup> )			
		①	②	③	平均
発泡ビーズ 混合軽量土	4	104	107	108	108
	8	145	152	172	158
	12	177	197	187	187

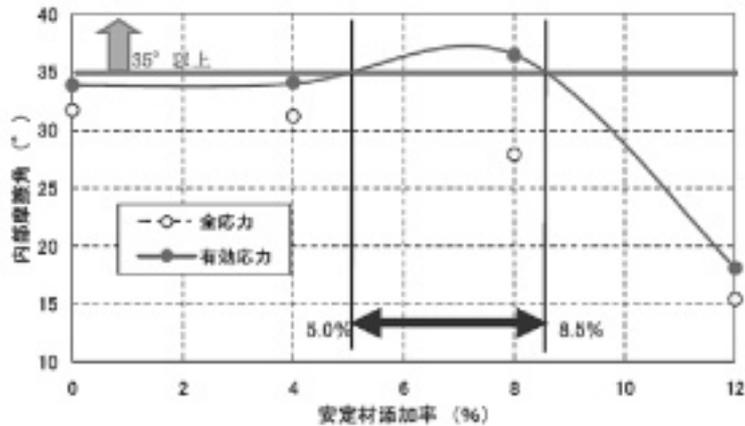


図-1 安定材添加率と内部摩擦角の関係

試験を実施し、品質管理の規格値となる一軸圧縮強さを把握することとしました。配合試験での一軸及び三軸圧縮試験実施結果を表-1及び表-2に示します。

また、各配合率と内部摩擦角の関係を図-1、一軸圧縮強さとの関係を図-2に示します。

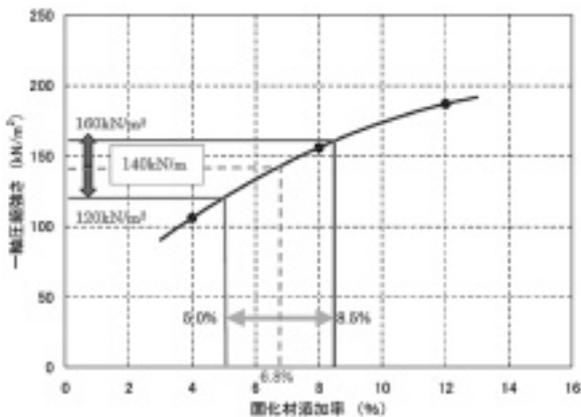


図-2 安定材添加率と一軸圧縮強さの関係

4配合による三軸圧縮試験により、図-1のグラフから、5.0～8.5%の安定材添加率の配合で内部摩擦角 $\phi=35^\circ$ を満足する結果となりました。

また、図-2のグラフから、安定材添加率5.0～8.5%配合の一軸圧縮強さは120～160kN/m<sup>2</sup>に相当する結果となりました。

これにより、内部摩擦角 $35^\circ$ 以上を満足する配合は、強度特性がこれらの安定材添加率で得られる範囲となり、安定材添加率を中間値である6.8%とし、一軸圧縮強さ120～160kN/m<sup>2</sup>で日常管理することとしました。

## 5. 施工

### (1) 施工手順

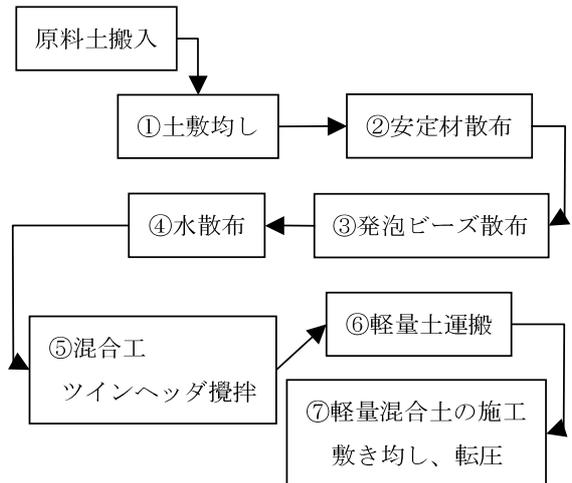


図-3

### (2) プラント混合

所定の原料土、安定材（セメント）、発泡ビーズ、水を混合槽に投入し、バックホウ先端装着型の攪拌機（ツインヘッド）を用いて、均一になるように攪拌・混合します。



写真-1 攪拌・混合



写真-3 軽量盛土施工

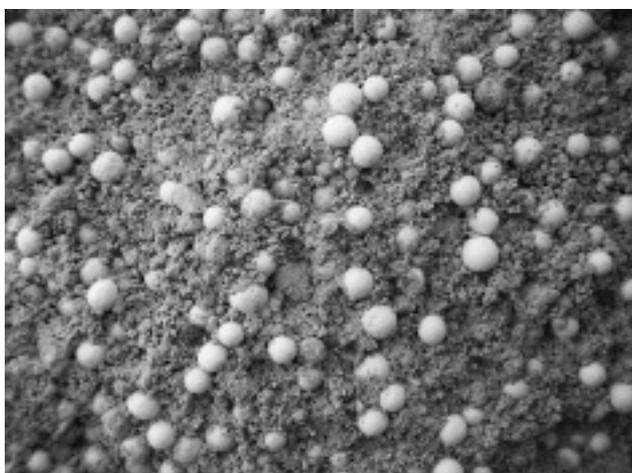


写真-2 発泡ビーズ混合土



写真-4 プラント全景

### (3) 盛土施工

均一に混合した混合土を、バックホウで混合槽から10t ダンプトラックに積み込み、軽量盛土施工箇所まで運搬します。

施工箇所まで運搬・荷下ろし後、バックホウ及び人力にて敷均しを行います。敷き均しは30cm以下に巻き出しを行い平坦に仕上げ、敷均し後、各層で所定の密度が得られるようローラー等により入念に締固を行います。

## 6. 品質管理

### 1 冬期管理

寒冷時の施工となるため、混合土配合、運搬、盛土施工において軽量混合土が凍結しないように、また、寒冷下においても品質が確保できるように以下の対策を講じました。

- (1) 混合プラントはブロック製造工場を賃借し、囲いのある屋内に設置。
- (2) 水は温水を購入し、貯水槽内に電熱ヒーターを設置して定温化を図る。土砂、水は凍結防止のため、当日使用する数量分のみを搬入。
- (3) ダンプトラック運搬時においては、混合土が直接外気と接触しないよう、シートで覆いをして運搬。

- (4) 搬入された混合土は長時間放置することのないよう、速やかに使用することとし、万一、凍結した場合はその混合土は使用しないものとし、当日製造した混合土はその日の内に全て使い切るものとする。
- (5) 当日の盛土完了時において、軽量盛土の上に発泡スチロール（EPSブロック）を設置し、夜間における軽量土の凍結防止とする。

## 2 品質管理試験

### (1) 現場湿潤密度

現場湿潤密度の全平均値は $1.084\text{t}/\text{m}^3$ で、設定湿潤密度（全平均値 $1.1\text{t}/\text{m}^3$ 以下）を満足する結果となりました。

### (2) 一軸圧縮強さ

一軸圧縮強さの全平均値は $145.7\text{kN}/\text{m}^2$ で、管

理値（全平均値が $120\sim 160\text{kN}/\text{m}^2$ ）の範囲を満足する結果となりました。

### (3) 内部摩擦角

施工中、三軸圧縮試験を2回実施し、いずれも $36.7^\circ$ 、 $37.5^\circ$ と設計仕様 $35^\circ$ 以上を満足する結果となりました。

## 7. おわりに

今回の工事は、厳冬期における軽量盛土工の施工であったが、冬期対策を万全に行うことにより、プラント混合及び軽量盛土施工において、満足のいく品質の発泡ビーズ混合軽量土施工ができたと思います。

今後においても、同様工事だけではなくあらゆる工事、工種に対して品質管理を徹底し、満足できるものを造っていききたいと思います。