

現地発生土と短繊維を混入した気泡混合軽量盛土による橋台背面对策工

九州地方整備局 福岡国道事務所 有明海沿岸道路出張所 山口 正明

1. はじめに

有明海沿岸道路は、福岡県大牟田市と佐賀県鹿島市を結ぶ延長約 55km の地域高規格道路である。このうち当事務所では、図 1 に示す福岡県大牟田市～大川市までの延長 23.8km の区間を平成 19 年度末の供用を目指して、現在、事業促進中である。

当該道路は橋梁部と盛土部で計画されており、全体の約半分を盛土部が占める。盛土高さは 7～11m 程度であり、当該地域は図 2 に示すように有明海周辺部の軟弱な粘性土が厚さ 10m 前後でほぼ全線にわたり堆積している。

このため当初設計では盛土部のほぼ全線にわたり、軟弱地盤対策工が必要となった。特に橋梁との取付け部は高盛土となるため、軟弱地盤対策費も膨大になることが予想された。

そこで、有明海沿岸道路ではコスト削減の観点から新工法、新技術を積極的に採用している。本文では、橋台背面の対策工に採用した新工法の一例として、現地発生土と短繊維を混入した気泡混合軽量盛土を用いた橋台背面工について報告する。



図 1 有明海沿岸道路計画図(福岡県)

2. 工法の概要

橋台背面の盛土材として気泡混合軽量盛土を用いると、地震時の土圧が低減されることで、橋台の変位を許容値以下とするために必要な杭本数が減少する。このため橋台背面に普通盛土を用いた場合と比べて、「橋台+背面盛土工」(図 3)の工費が縮減するが多い。

一方で、気泡混合軽量盛土は普通盛土と比べて材料が高価であり、クラックが発生しやすい問題点がある。

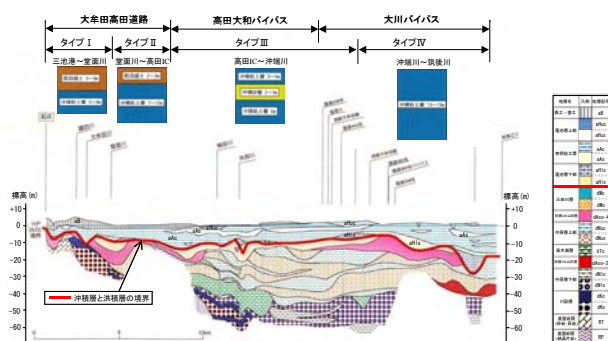


図 2 地質概要図

そこで、有明海沿岸道路では補強土壁盛土を用いて背面盛土を急勾配化(勾配1:0.5)して橋台と補強土壁盛土との空間を減らし、気泡混合軽量盛土の使用量の減少を図る(図4)とともに、購入砂の代わりに現地発生土を用いて、さらなるコストダウンを目指した。また、気泡混合軽量盛土の品質の向上を目指して、短繊維を混入して靱性の増加、耐久性の向上などを図った。

短繊維を混入した気泡混合軽量盛土に関する既往の研究は少なく、強度特性、変形特性など不明な点も多い。また、短繊維による補強を行うと流動性が低下し、施工性が低下することが知られている。

そこで、短繊維を混入した気泡混合軽量盛土を橋台背面盛土に適用するにあたり、室内試験、現場打設試験を行って基本的な性質や施工性を確認し、この成果を活かして実施工を行った。

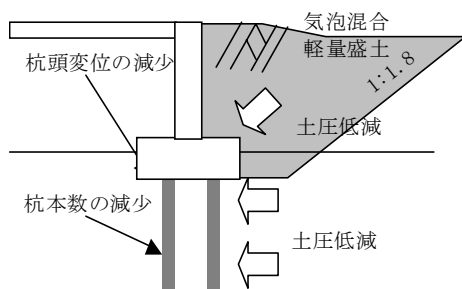


図3 橋台背面盛土の軽量化

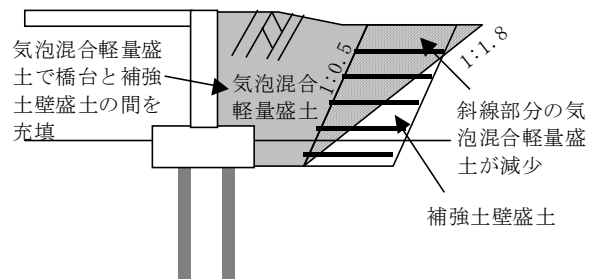


図4 補強土壁盛土と気泡混合軽量盛土の組合せ

3. 室内試験

室内試験では、短繊維の種類や混入量、長さが気泡混合軽量盛土の強度特性、変形特性などに及ぼす影響を検討した。試験結果の一例として、一軸圧縮試験結果を報告する。

現地発生土は近隣地域のクリーク浚渫土を高炉B種セメント(配合量 $30\text{kg}/\text{m}^3$)で改良したものを用いた。短繊維は、PET(ポリエチレンテレフタレート)、PEN(ポリエチレンナフタレート)の2種類を使用した(表1)。

試験ケースを表2に示す。固化材は高炉セメントB種を使用し、配合量は 100 、 200 、 $300\text{kg}/\text{m}^3$ の3種類とした。短繊維の混入量は 100 、 300 、 $500(\text{g}/\text{m}^3)$ の3種類を基本とし、PENについてのみ $700(\text{g}/\text{m}^3)$ 混入した場合についても実施した。短繊維の長さは 5 、 7.5 、 15mm の3種類を基本とした。気泡混合軽量盛土の目標密度は $0.6\text{g}/\text{cm}^3$ とした。

表1 室内試験で使用した短繊維の物性値

繊維名	密度 g/cm^3	引張強度		引張弾性率		太さ dtex	伸度 %
		cN/dtex	kg/mm^2	cN/dtex	kg/mm^2		
PET	1.39	7.9	112	97	1.375	17	14
PEN	1.36	8.4	116	221	3.065	4.4	8

表2 室内試験の試験ケース

高炉セメントB種 (kg/m ³)	調整土比重	補強量(PEI7.5mm) (g/m ³)			補強量(PEN7.5mm) (g/m ³)				補強量 (PEN5mm)	補強量 (PEN15mm)
		100	300	500	100	300	500	700	300	300
100	1.27	○	○	○	○	○	○			
200	1.17	○	○	○	○	○	○		○ ¹⁾	○ ¹⁾
300	1.07	○	○	○	○	○	○	○		

(注)○：7、28日養生で実施、1)短繊維の長さが及ぼす影響を検討

高炉セメントB種の添加量と一軸圧縮強度との関係を図5に示す。短繊維を混入することで一軸圧縮強度が大きくなっている。短繊維による補強効果はセメント量が多くなると顕著になる傾向がある。

短繊維の添加量が強度に及ぼす影響の一例として、セメント添加量300kg/m³における短繊維添加量と一軸圧縮強度との関係を図6に示す。図中には短繊維を混入しない場合の結果も示す。今回の結果をみると、短繊維の有無が強度に及ぼす影響は認められるが、短繊維量の違いが強度増加に及ぼす影響は必ずしも明瞭ではなく、量が多くなると強度が低下する場合も認められた。

今回の試験範囲内であれば、短繊維の種類や長さが強度増加に及ぼす影響は小さく、100~300g/m³程度が妥当な添加量と考えられる。

室内打設試験では短繊維を混入していないセメント添加量100kg/m³のケースでクラックの発生が確認されたが、短繊維を混入したケースではクラックの発生が認められず、短繊維混入によるクラック抑制効果はある程度期待できると考えられる。

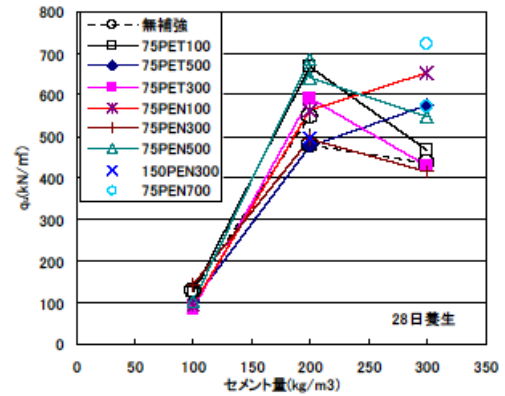


図5 セメント量と強度の関係(材令28日後)

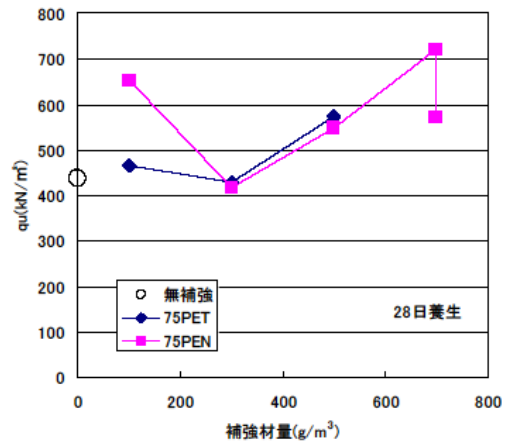


図6 短繊維量と強度の関係
(セメント配合300kg/m³)

4. 堂面川橋下部工での施工事例

堂面川橋下部工工事において、現地発生土と短繊維を混入した気泡混合軽量盛土による橋台背面对策工を適用した。軟弱地盤上に橋台を設ける場合、背面盛土の荷重により橋台基礎に側方移動が生じる恐れがある。通常、側方移動の検討はI値(道路橋示方書)、F値(JH設計要領)などで行うが、当該地域のように軟弱地盤が厚く堆積している箇所では、危険側の判断となることがある。そこで、本設計は図7に示す設計検討フローにより行った。

橋台などの杭基礎構造物と背面盛土などの土構造物では沈下性状が異なるため、橋台と盛土の接続部で過大な段差が生じ、結果として、気泡混合軽量盛土にも過大な沈下が生じ

る。そこで、当該工事では気泡混合軽量盛土と補強土壁盛土の一体化及び安定対策を図るため、浅層混合処理と低改良率深層混合処理を組合せた対策工を実施した(図8)。

当初設計では上部路床の必要強度から算定して、気泡混合軽量盛土の強度を $q_u=1000\text{kN/m}^2$ 程度としていたが、現場打設試験の結果、短繊維を混入した気泡混合軽量盛土では $q_u=300\text{kN/m}^2$ 程度で上部路床の必要強度を満足するため、実施工では設計強度を $q_u=300\text{kN/m}^2$ に設定した。

A1橋台における施工状況を写真1に示す。実施工では1日当たり約90cmの高さで気泡混合軽量盛土を立ち上げたが、施工中、トラブルもなく安全に施工を完了できた。施工後約6ヶ月経過したが、橋台に変状などが生じることはなく、安定した状態を保っている。

現地発生土と短繊維を混入した気泡混合軽量盛土による橋台背面工(勾配 1:0.5)を採用した結果、当初13,800万円見込まれていた工費が10,200万円となり、約26%のコスト削減を達成できた。

5. まとめ

現地発生土と短繊維を混入した気泡混合軽量盛土による橋台背面対策工を堂面川橋下部工工事に適用した。適用に際しては室内試験、現場打設試験を行い、基本的な性質や施工性の検証した結果、以下のことがわかった。

- 1) 短繊維(リサイクル品)を混入することで気泡混合軽量盛土の強度は大きくなり、さらにクラックの発生も防止できた。
- 2) 今回の結果では短繊維量が強度増加に及ぼす影響は必ずしも明瞭でなく、100~300g/m³程度の添加量が妥当である。
- 3) 短繊維の混入により当初想定していた配合強度よりも低い強度で、路床の必要強度を確保できた。

- 4) 従来の気泡混合軽量盛土による橋台背面工と比べて約26%のコスト削減ができた。

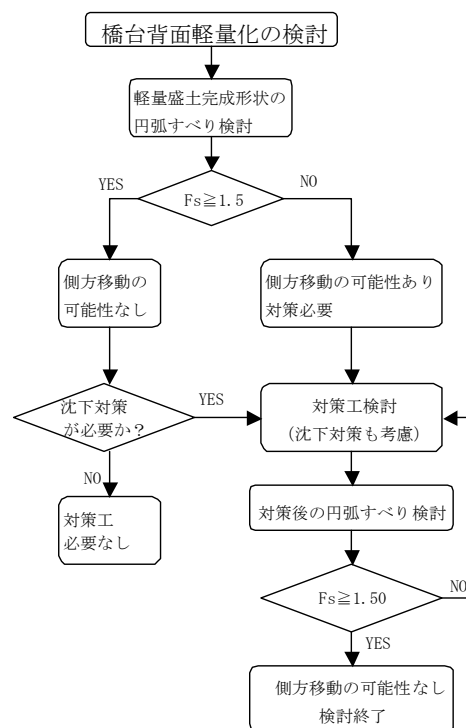


図7 設計検討フロー

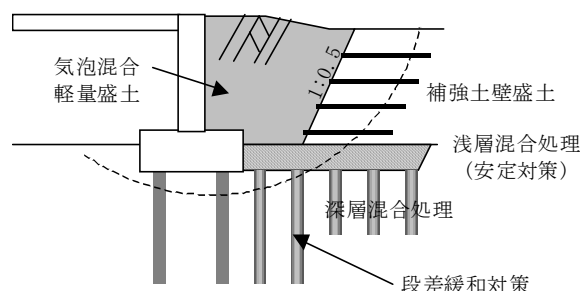


図8 橋台取り付け部の軟弱地盤対策工



(1) 打設状況

(2) 壁面の構築



(3) 全景

写真1 施工状況