

高速道路本線函体上部の気泡混合土による埋戻し実績

鹿島建設(株) 正会員 ○松井雅紀 羽富公彦 戸川 敬 竹内業史
阪神高速道路(株) 正会員 田中登彦

1. はじめに

阪神高速大和川線は、全長約 10km の自動車専用道路である。このうち常磐工区開削トンネル工事では、西除川（堺市北区）の直下に延長 350m の本線函体を構築する。本線函体は最大掘削幅が 41m、最大掘削深さが 38m の広幅員・大深度の構造となっている。本工事では、上載荷重を低減し、本線函体の頂版・底版の部材厚を薄くすることを目的として、埋戻し材に軽量の HGS 気泡混合土（High Grade Soil、以下、HGS）を適用した。開削工法による本線函体の構築後に、現場に製造プラントを設置し、函体上部の HGS 埋戻し（200 m³/日・プラント）を実施した。図-1 に HGS 埋戻しの断面図を、写真-1 に HGS の打設状況を示す。本稿では、埋戻し材として使用した HGS の概要と特長および埋戻しの実績について報告する。

2. HGS の概要と特長

HGS は、原料土に水とセメント等の固化材および気泡を混合して流動化・軽量化を図ったものであり、本工事における HGS の単位体積重量は 11.0kN/m³である。沈下の低減、土圧の低減、側方変位の抑制に効果があり、これまでに軟弱地盤上での盛土、橋台・擁壁の裏込め、構造物側部の埋戻し等に利用されている。

本工事における HGS 導入の効果を表-1 に示す。HGS は、一般的な埋戻し土と比較して、構造物への上載荷重を約 40%低減することができる。これにより、頂版・底版部の部材厚を約 35%縮減することができ、躯体構築工の合理化が可能になった。

3. HGS の各種物性の目標値および配合

表-2 に現場で設定した HGS の各種物性の目標値（仕様）を示す。各種物性は、表-3 に示す試験方法によって評価することとし、試験練りを行って目標値を満足するように HGS の配合を選定した。表-4 に HGS の使用材料を、表-5 に選定した配合を示す。

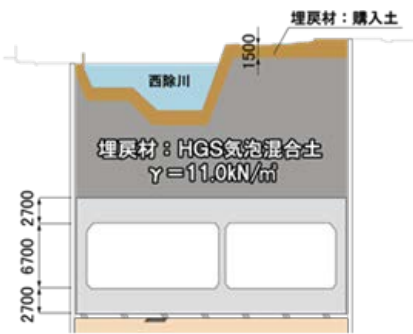


図-1 HGS 埋戻しの断面図



写真-1 HGS の打設状況

表-1 本工事における HGS 導入の効果

	一般的な埋戻し土	HGS	導入の効果
単位体積重量 (上載荷重)	19.0 kN/m ³	11.0 kN/m ³	上載荷重を 約 40%低減
頂版・底版部材厚	2,600～4,200mm	1,700～2,700mm	部材厚を 約 35%縮減

表-2 HGS の各種物性の目標値

項目	目標値
軽量性	単位容積質量 10.5±0.5kN/m ³
流動性	フロー値 200±20mm
強度	一軸圧縮強さ 500kN/m ² 以上
透水係数	1.0×10 ⁻⁵ cm/sec 以下

表-3 試験方法

試験項目	方法
湿潤密度試験	JIS A 1225
流動性試験	NEXCO 試験方法:313 -1999
一軸圧縮試験	JIS A 1216
透水試験	JIS A 1218

キーワード 開削トンネル, 躯体構造の合理化, 軽量土, 埋戻し材, HGS 気泡混合土

連絡先 〒540-0001 大阪市中央区城見 2-1-22 鹿島建設(株)関西支店土木部 TEL 06-6946-3311 (代表)

4. 施工実績

写真-2にHGSの製造プラントを示す。HGSの製造フローは以下のとおりである。

- (a)原料土とベントナイト、水を混ぜ、解泥し、密度を調整する。
- (b)振動ふるいで10mm以下に粒度調整を行う。
- (c)ミキシングプラントでセメントを加え、練り混ぜる。
- (d)事前に発泡させた気泡剤をブレンダーで混合し、打設ヤードへ圧送し打ち込む。

工事中はHGSの品質を確保するため、製造工程の中で泥水、固化材添加後および気泡混合後の2回の密度管理を行った。また、HGSの密度は圧送距離、気温等の影響を受けるため、打設箇所ではサンプリングを行い、測定結果を気泡混合量の調節にフィードバックし、品質のばらつきの抑制を図った。

図-2に過去3年間の施工期間中に測定した湿潤密度試験結果を、図-3に一軸圧縮試験結果を示す。

品質管理の結果、湿潤密度は目標値範囲内、一軸圧縮強度は目標値以上を満足した。特に、湿潤密度の管理では、泥水解泥時の粒度を5mm以下に管理することで、泥水の密度およびセメントミキシング後の密度の調整を容易に行うことが可能であった。また、打設当初は、強度の確保も勘案し、湿潤密度の目標値を 10.7kN/m^3 として管理していたが、打設時の気泡の消失や打設後の圧密等により湿潤密度が増加する可能性を考慮して、2017年7月に目標値を 10.5kN/m^3 に変更した。なお、目標値を 10.7kN/m^3 として打設した部分については、HGS層からボーリングによりサンプルを採取し、その密度を測定した結果、 10.7kN/m^3 と品質管理試験と同等の値であった。

5. おわりに

2019年3月10日現在、HGSの打設量は約 15万 m^3 のうち 10万 m^3 を完了し、都市部の工事では国内初の大規模施工を実現している。本稿の実績が同種工事の参考になれば幸いである。

表-4 HGSの使用材料

種別	記号	仕様
原料土	S	淡路産砕砂（密度: 2.52g/cm^3 ）
固化材	C	高炉セメントB種（密度: 3.04g/cm^3 ）
添加材	B	ベントナイト（密度: 2.58g/cm^3 ）
起泡剤	Ad	界面活性剤系気泡剤

表-5 HGSの配合

	材料				発泡材		
	S	C	B	調整水	Ad1	希釈水	空気量
重量(kg)	273	265	20	478	0.12	12.59	—
容積(L)	108	87	7.75	478	0.12	12.59	305.19



写真-2 HGS製造プラント

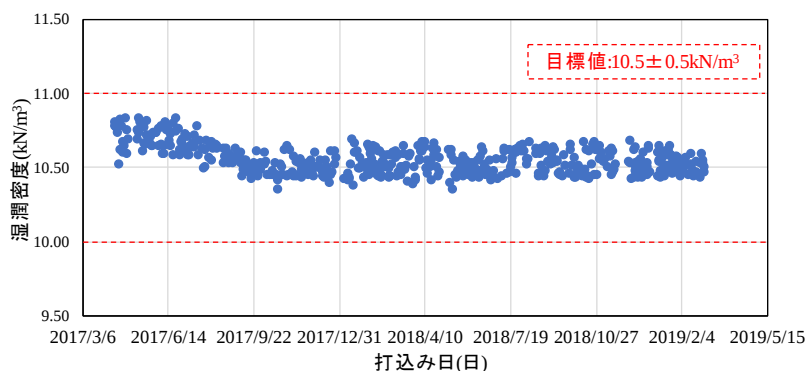


図-2 施工期間中の湿潤密度

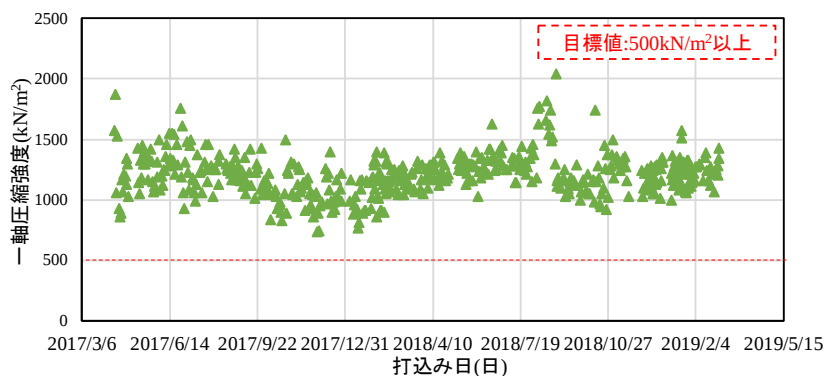


図-3 施工期間中の一軸圧縮強度