

現場発泡ウレタンを用いた軽量盛土の挙動特性について

(株)芙蓉調査設計事務所 正会員 須賀 幸一 川崎 始
 正会員 ○山本 信一 若狭 康志
 重村 征哉

1. はじめに

近年、道路拡幅工事において軽量盛土工法の適用が増加している。建設コスト削減あるいは地形改変の軽減などの観点や、平成11年に改訂された道路土工指針にも特殊擁壁として取り上げられたことなどから、さらに適用が増加すると予想される。愛媛県でも軽量盛土工法の適用が増加し、その中でも「現場発泡ウレタン軽量盛土工法」の採用が特に多くなっている。しかしながら、この工法はEPS工法に比べて開発からの経過年数が浅く、力学特性の把握が十分とは言えない。そこで、現場発泡ウレタン材料と防護壁体構造の力学特性の把握、これらの経年変化による力学特性の把握、および設計・施工方法の確立を目的として、本工法における動態観測および車両走行試験を行った。

2. 構造概要

当事例における標準断面図を図-1に示す。壁体は溶融亜鉛メッキしたH形鋼杭を2mピッチで打設し、H形鋼杭間に加圧コンクリート矢板を落とし込む構造としている。壁体背面は現場発泡ウレタンによる盛土体を形成する。現場発泡ウレタンは、硬質ウレタンフォームの2種類を現場で混合して吹付け発泡させる。盛土背面には鉄筋コンクリートの連続板を配置し、それをグラウンドアンカーで4mピッチに固定して、連続板とH形鋼杭頭部をタイロッドで連結している。これによって壁面の変位抑制、H形鋼杭の応力低減を図り、床版以上の死荷重による地震時慣性力に抵抗する。

設計計算は、変位法による骨組み解析を行って変位、断面力を算出した。設計荷重の算出は、EPS工法の考え方を準用し、軽量盛土材の弾性変形によって生じる側圧は、上載荷重の1/10とした。

3. 動態観測および車両走行試験概要

計測項目と使用計器を表-2に、計器の配置を図-1に示す。動態観測は、2000/9/30（ウレタン発泡前）から開始し、1時間毎の定期観測を継続している。なお、ウレタン発泡作業は観測開始後8日目に終了した。また、車両走行試験は観測開始後175日目に実施した。試験車

表-1 EPSブロックと現場発泡ウレタンの材料特性

項目	EPS (D-20)	現場発泡ウレタン
材質	発泡ポリスチレン	発泡硬質ポリウレタン
単位体積重量 (kN/m ³)	0.2	0.33±0.03
圧縮強度 (kN/m ²)	100.0	120.0
許容圧縮応力度(kN/m ²)	50.0	60.0
吸水量 (g/100cm ³)	2.0以下 (JIS A 9511)	
燃焼性	自己消化性 (JIS A 9511 合格)	
耐薬品性	カソリン、アセトン融解	アセトン膨潤
耐熱性	70℃以下で使用	80℃以下で使用

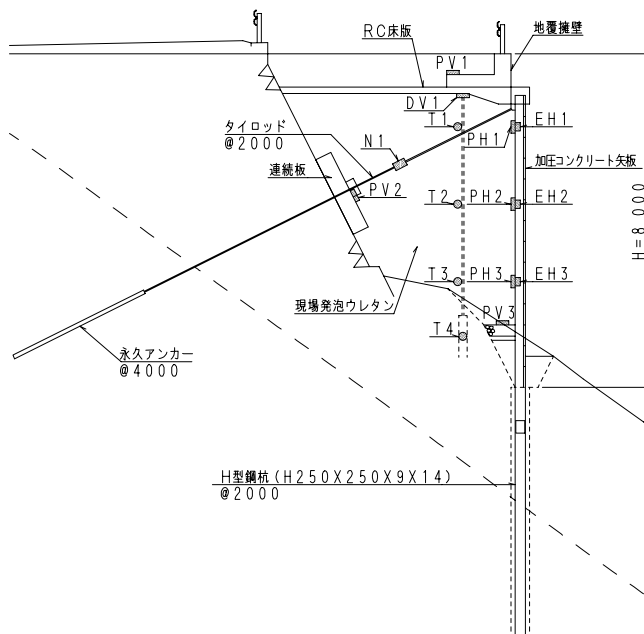


図-1 標準断面図

表-2 計測項目と使用計器

計測項目	記号	使用計器
H形鋼のひずみ(応力)	EH1~EH3	溶接型ゲージ
タイロッド軸力	N1	荷重計
防護壁体の側圧	PH1~PH3	土圧計
盛土体の鉛直圧	PV1~PV3	土圧計
盛土体の沈下	DV1	沈下計
盛土体の温度	T1~T3	熱電対
土中・外気の温度	T4~T5	熱電対
床版のひずみ	ES1~ES2	埋込型ひずみ計

キーワード 軽量盛土, 現場発泡ウレタン, EPS, 動態観測, 走行試験

連絡先 〒791-8022 愛媛県松山市美沢 1-2-30 (株)芙蓉調査設計事務所 TEL 089-924-1313 FAX 089-923-5717

両として 35 t 吊ラフタークレーンを用い、車両を計測位置に停止させて挙動を計測する静的載荷試験と、車両走行時の動的挙動を計測する走行試験を行った。ここでは定期観測および静的載荷試験を取り上げる。

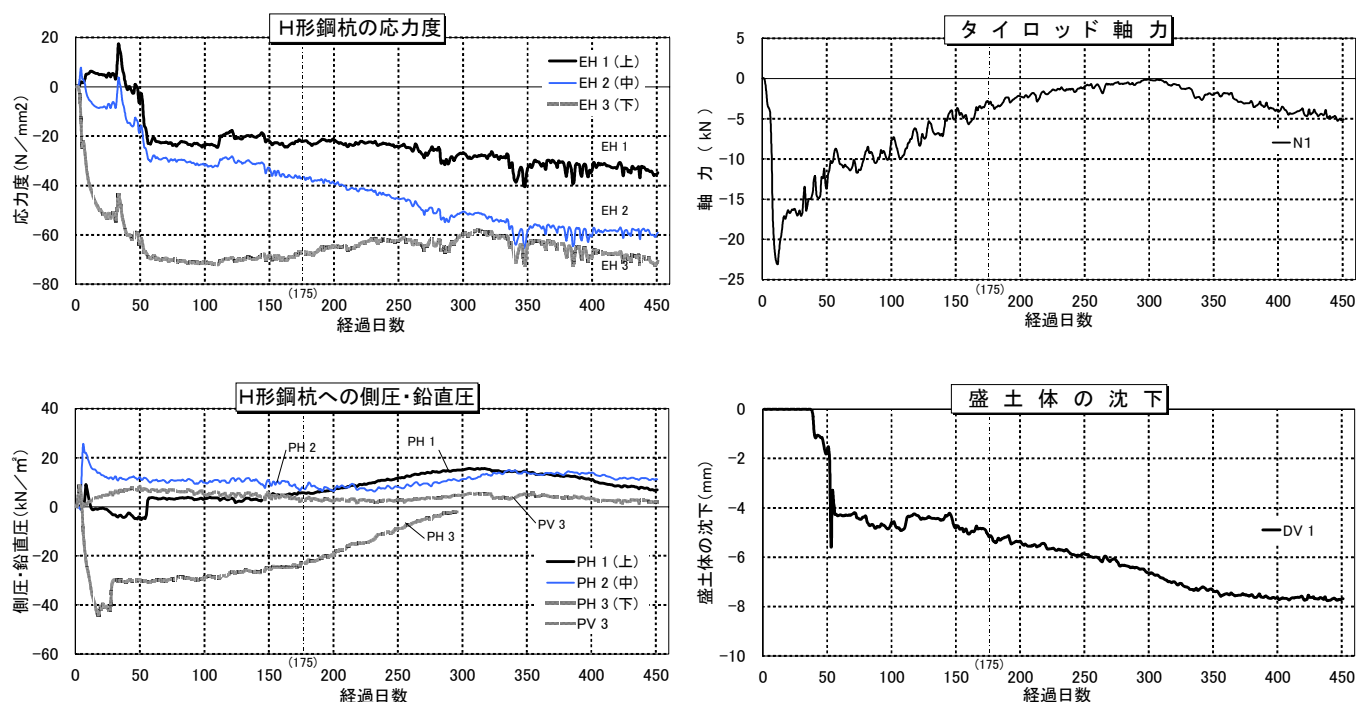


図-2 定期観測結果

4. 結果と考察

(1) 定期観測： H形鋼杭の応力は、ウレタン盛土体造成直後から盛土側フランジの圧縮応力が徐々に増加し、盛土体造成後 50 日目頃からは概ね安定する。ウレタン硬化後の収縮と、ウレタンと壁面材および背面側の既設ブロック積との付着力により H形鋼が盛土側へ変位したため、設計値（表-3「非載荷時」参照）より大きめの応力が作用したと想定される。同様にタイロッドも盛土体造成直後から圧縮力が作用したが、その後徐々に圧縮力が減少している。鉛直圧は、ウレタンと壁体および既設ブロック積との付着によって、鉛直荷重が壁体・既設ブロック積に支持されたため小さめの値となっていると想定される。盛土体の沈下はクリープ沈下と考えられ、350 日目にほぼ収束したと考えられる。

(2) 静的載荷試験： 活荷重による H形鋼杭の応力度、タイロッド軸力および側圧の変化はいずれも設計値より小さい。これは RC 床版の荷重分散効果によるものと考えられる。鉛直圧の変化は見られず、ウレタンと壁体および既設ブロック積との付着によって鉛直荷重が壁体・既設ブロック積に支持されていると想定される。活荷重による盛土体の沈下は、弾性変形の範囲であった。

表-3 静的載荷試験結果

計 測 項 目	記号・単位	計測値		設計値	
		非載荷	載荷	非載荷	載荷
H形鋼杭の応力	EH1 (N/mm ²)	22(圧)	27(圧)	13(圧)	17(圧)
	EH2 (N/mm ²)	36(圧)	40(圧)	27(圧)	35(圧)
	EH3 (N/mm ²)	68(圧)	70(圧)	27(圧)	34(圧)
タイロッド軸力	N1 (kN)	-3.5	-2.5	17.6	24.8
側 圧	PH1 (kN/m ²)	5.2	5.4	2.0	3.0
	PH2 (kN/m ²)	8.1	8.1	2.0	3.0
	PH3 (kN/m ²)	-24.3	-24.4	2.0	3.0
盛土体の鉛直圧	PV3 (kN/m ²)	3.3	3.3	23.2	33.2
盛土体の沈下	DV1 (mm)	4.8	5.2	—	—

5. まとめ

現段階の定期観測結果および静的載荷試験より、H形鋼杭・タイロッドに作用する応力度は、設計値とやや異なる結果となった。これは主にウレタン硬化後の収縮、およびウレタンと壁体との付着による一体化が大きく影響していると考えられる。今後は、得られたデータから設計時の構造解析モデルの妥当性についての検討を行う。また、定期観測を継続し、現場発泡ウレタンの経年変化とその影響について検討を行う。

参考文献 1) ウレタン土木研究会：現場発泡ウレタン軽量盛土工法 材料・施工マニュアル 第1版，1999.10
2) 泉田，川崎，山本：山岳道路拡幅工事における現場発泡ウレタン軽量盛土工法の適用について，土木学会四国支部 第6回 技術研究発表会講演概要集，pp.250-251,2000