

超軟弱地盤上の載荷盛土施工における変形抑制対策とその効果

前田建設工業株式会社 正会員 ○ 信田 潤一 平田 昌史
松本 公一 並川 武
中日本高速道路株式会社 正会員 山田 耕一 川井田 実

1. はじめに

舞鶴若狭自動車道は、中国自動車道吉川 JCT から分岐し、福知山市～舞鶴市～小浜市を経て北陸自動車道敦賀 JCT に至る総延長約162km の高速道路である。ここで紹介する若狭工事は、図-1 に示す未開通区間である福井県小浜西 IC～敦賀 JCT (延長約 50km) のほぼ中間点、福井県三方上中郡若狭町内の約 10km の範囲に点在する 4 地区(三田地区、向笠地区、鳥浜地区、気山地区)において、構造物築造場所に 9 箇所の載荷盛土を施工するものである¹⁾。この工事区間では、N 値が 0～1 程度の軟弱な粘性土および腐植土が、G.L.-10m～-40m にわたって厚く堆積しており、本工事の盛土施工によって最大 10m を超える大規模な沈下が発生した超軟弱地盤地帯である。本報告では、周辺地盤の変形抑制や地盤の圧密促進を目的として実施した対策工法とその効果、変形状況について紹介する。



図-1 舞鶴若狭自動車道若狭工事の施工位置



写真-1 試験盛土法尻付近の変形状況

2. 軟弱地盤対策工法の選定

本工事の施工に先立ち、向笠地区で実施された試験盛土^{2), 3)}では、約 8m の盛土高に対して最大 10m を超える大規模な沈下が生じており、現在も残留沈下が収束していない。また、盛土法尻付近では 1m を超える大きな水平変位や地盤隆起が発生(写真-1)しており、盛土法尻から約 100m 離れた付近にまで影響を及ぼしている。本工事においても、同じような大規模な沈下が生じるとともに、周辺地盤に大きな影響を及ぼすことが懸念されることから、変形抑制対策工法が必要であると判断された。軟弱地盤の変形抑制対策の 1 つとして、地盤改良や杭等により強制的に変形を抑制する方法が考えられるが、基盤層が G.L.-40m 以深にある本工事区間では、施工性・経済性や工期の面から現実的ではない。そこで、圧密促進によって地盤自体の強度を増加させる対策工として、①盛土施工速度の低減、②プラスチックボードドレーン打設範囲の拡張、③プラスチックボードドレーンの延長、④真空圧密工法、の 4 つの変形抑制対策工法を実施した。これら対策工法の仕様・効果およびその選定理由について整理したのが表-1 である。載荷盛土の施工位置では、地盤構成や周辺環境が大きく異なるため、補修・維持管理

表-1 実施した対策工法の仕様・効果とその選定理由

対 策 案		対策①	対策②	対策③	対策④
		盛土施工速度の低減	プラスチックボードドレーン 範囲拡張	プラスチックボードドレーン 延長	真空圧密工法
仕 様	当 初	盛土計画高 3cm/d	本体盛土範囲	打設長 L=20m	気山地区のみ
	変 更	盛土施工厚 3cm/d	本体+押え盛土範囲	打設長 L=34m	24,000m ² の追加施工
効 果	周辺地盤の変形抑制	○	◎	△	◎
	地盤深部の圧密促進	△	×	◎	×
	工期の短縮	×	×	×	◎
対策工事費		小	中	中	大
対策工法の選定理由		施工中の圧密促進期間が増加するため強度が増加し、周辺地盤への影響を低減することが可能。	押え盛土下にある軟弱層の圧密が促進され、周辺地盤への影響を大幅に抑制可能。	地盤深部にある軟弱層の圧密が促進されることにより、地盤深部の残留沈下や側方流動を抑制可能。	真空圧が作用することにより、周辺地盤への影響を大幅に低減可能であるとともに、盛土の急速施工が可能。

×:効果なし △:若干効果あり ○:効果あり ◎:非常に効果あり

キーワード 軟弱地盤, 載荷盛土, 変形抑制対策, パーチカルドレーン, 真空圧密
連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 Tel 03-3977-2355 Fax 03-3977-2251

等を含めた費用対効果や後工程への影響といった諸条件を考慮し、それぞれ最適となる対策工法を選定し実施している。

3. 地盤変位と対策工の効果

(1) **三田地区**：三田地区の载荷盛土(写真-2)では、近接する河川(鳥羽川)への影響や後工程への影響を考慮して、プラスチックボードドレーン打設範囲の拡張と、急速施工が可能な真空圧密工法を実施した。この三田载荷盛土では、13.2mの盛土高に対して最大2.9mの大きな沈下が生じている。しかしながら真空圧密工法の効果によって、盛土法尻付近の変位は盛土外側へ0.02mの押し出し、0.31mの沈下を示しており、周辺地盤への影響も少ない。



写真-2 三田地区の载荷盛土



写真-3 向笠地区の载荷盛土



写真-4 鳥浜地区の载荷盛土



写真-5 気山地区の载荷盛土

(2) **向笠地区**：向笠地区では、3箇所の载荷盛土(写真-3)に対して、盛土施工速度の低減(向笠③、鳥浜①)やプラスチックボードドレーン打設範囲の拡張(向笠③)、打設長を34mに延長(鳥浜②)する対策工法を実施している。また、本工事区間で最も軟弱層も厚く堆積(G.L.-40m付近まで)している鳥浜②の载荷盛土では、後工程への影響も考慮して真空圧密工法も併用している。盛土施工による地盤沈下量は、向笠③では盛土高11.7mに対して最大2.8mの沈下、鳥浜①では盛土高12.5mに対して最大5.4mの沈下、鳥浜②では盛土高13.5mに対して最大10.6mの沈下であり、陸上工事では例のない大規模な沈下が発生している。しかしながら、周辺地盤には試験盛土で見られたような大きな変形は生じておらず、これらの対策工法の効果が十分に発揮されていると考えられる。特に真空圧密工法を実施した鳥浜②载荷盛土⁴⁾では、試験盛土と同じ10mを超える沈下が発生したにも関わらず、盛土法尻付近の地盤変位は盛土外側へ0.31mの押し出しと0.11mの沈下を示しており、変形を大幅に抑制できている。

(3) **鳥浜地区**：鳥浜地区の地盤は、深部の粘性土・腐植土のN値が5~10と比較的高く、また砂層も多く分布しているため、4箇所の载荷盛土(写真-4)の対策工法として、プラスチックボードドレーン打設範囲の拡張と盛土施工速度の低減の2つの対策工法を実施した。この鳥浜地区では、盛土高11.2mに対して最大2.6mの大きな沈下が生じているが、盛土法尻付近の地盤変位は盛土外側へ0.02mの押し出しと0.03mの沈下であり、対策工法の効果が十分に発揮されていると考えられる。

(4) **気山地区**：気山地区の载荷盛土(写真-5)は、既設構造物(NHK電波塔)との近接施工であるため、対策として真空圧密工法が実施された。施工位置の地盤は、地山から構造物へ向かって傾斜しており、この傾斜に沿って軟弱な腐植土が、G.L.-15m付近まで厚く堆積している。この気山载荷盛土では、盛土高が8.5mに対して最大3.5mもの大きな沈下が生じているにも関わらず真空圧密の効果により、盛土法尻付近の地盤変位は盛土内側(改良域側)へ0.17mの引き込みと0.35mの沈下を示しており、近接構造物への影響は生じていない。

4. まとめ

本報告では、舞鶴若狭自動車道若狭工事において実施した軟弱地盤対策工法について紹介した。これら対策工法の効果により、周辺地盤への影響を抑制し且つ安定的な盛土施工を実施することが出来た。

【参考文献】

1) 信田潤一, 平田昌史, 山田耕一, 川井田実：超軟弱地盤上の载荷盛土における施工対策事例, 地盤工学会中部支部, 第18回調査・設計・施工技術報告会概要集, pp.49-54, 2009. 2) 川井田実, 信田潤一, 平田昌史, 山田耕一：深い腐植土地盤における高速道路建設—舞鶴若狭自動車道(小浜~敦賀)の軟弱地盤対策—, 第54回地盤工学シンポジウム論文集, 地盤工学会, pp.563-570, 2009. 3) 平田昌史, 木藤政則, 山田耕一, 飯塚敦, 荒井克彦：超軟弱地盤における道路盛土の変形挙動要因とその抑制対策, 土木学会論文集(投稿中) 4) 山田耕一, 川井田実, 信田潤一, 平田昌史, 西川浩二, 小嶋一聡：真空圧密工法を用いた超軟弱地盤における载荷盛土の施工事例, 第65回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.