

軟弱地盤上の盛土で実践した技術革新に必要なマネジメント

中日本高速道路株式会社 正会員 ○稲垣 太浩
正会員 加藤 陽一

1. はじめに

NEXCO 中日本の軟弱地盤上の盛土では、図 1 に示す技術革新を継続していく技として、旧日本道路公団の時代から試験所での「研究」(Research)、本社技術部や建設局での「技術開発」(Development)、現場での「試験盛土による実証」(Demonstration)、それを実践した結果を基準化し要領にまとめ「普及」(Dissemination)する。いわゆる技術開発のプロセスとしての「マネジメントオブテクノロジー」(Management of Technology)(以下「MOT」と略す)が伝統的に行われてきた。本文は、2014 年 7 月 20 日に開通した舞鶴若狭自動車道のうち、福井県若狭町内の極めて軟弱な粘性土地盤(以下「若狭軟弱地盤」と略す)上に盛土を構築する現場で、MOT を実践した成果を述べる。

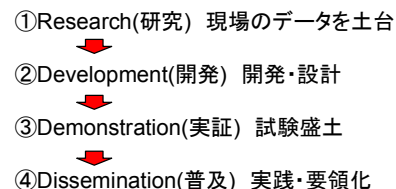


図 1 MOT の流れ

2. 若狭軟弱地盤上の盛土に挑んだ MOT

若狭軟弱地盤は、図 2 に示す自然含水比 400%のピートを含む極めて軟弱な超軟弱粘土が厚さ 40~50m と厚く堆積した地盤である。高速道路では経験ないその軟弱地盤上に盛土を構築するプロジェクトで、旧日本道路公団時代から継承した MOT を実践した。

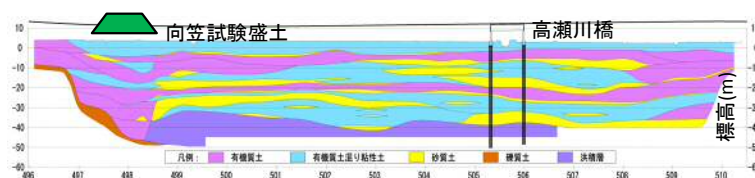


図 2 若狭地区軟弱地盤地質縦断面図

(1)「研究」(Research): 旧道路公団時代の軟弱地盤上の高速道路盛土では、名神・東名などの実績より導いた表 1 に示すバーチカルドレーン(以下「VD」と略す)が沈下に効かない 4 つの結論³⁾から昭和 58 年版設計要領の軟弱地盤対策の基本方針となった。「盛り立て時の「安定」が問題になった場合のみ、事前の地盤改良を行う。『残留沈下』については、供用後の維持補修で対応する。」つまり、「残留沈下のために地盤処理をしない」ことになっていた。この基本方針に従って施工した 20 年以上経過した過去の試験盛土を中心とした観測結果に基づく長期沈下の「研究」(Research)が試験研究所で行われていた。それによると、とりわけⅢ型地盤⁴⁾(排水距離が 5m 以上の軟弱層ある)においては、長期沈下が 1m を超えて補修の頻度が極端に多くなったり、幅員の不足等による大規模な補修を余儀なくされたりする事例が数多く発生していることが分かった。こうした箇所では、いずれも維持管理における補修にかかっている費用と労力が経営上看過できないレベルになっていた。その結果、そのような地盤では沈下対策として VD の必要性が示された⁵⁾。

表 1 VD が沈下に効かない結論

1	サンドドレーンの残留沈下低減効果は無く、補修頻度が多いのも供用5年間までである
2	地盤処理工法は、沈下促進対策としてトータルコストによる投資効果的見地から疑問がある
3	残留沈下量の算定の基礎となる時間～沈下の関係を設計の段階で予測することは極めて難しい
4	供用後に相当量の沈下を生じる場合は、上げ越し、幅員余裕の確保、維持管理しやすい構造上の配慮で対応できる

(2)「技術開発、設計」(Development): その研究成果をもとに、本社は、「軟弱地盤工の設計・施工に関する検討委員会」(太田委員長)を開いた。そこで、長期沈下した実測値を基に沈下対策として VD の有効性が議論された。その結果、沈下に関して VD が有効な地盤とそうではない地盤があることがわかり設計の見直しが進んだ⁶⁾。これら本社が検討した「技術開発、設計」(Development)は、平成 17 年版設計要領に盛り込まれた。その内容は、「Ⅲ型地盤では長期に大沈下する恐れがあるため試験盛土をした上で、沈下対策として VD の必要性の有無を検討する」ことになった。

(3)「実証」(Demonstration): このような背景からⅢ型地盤に該当する若狭軟弱地盤は、向笠試験盛土で昭和 58

年版設計要領の軟弱地盤対策の基本方針は通用しないこと,すなわち沈下対策として VD の有効性を「実証」(Demonstration)することになった。そこで,舞鶴若狭自動車道小浜～若狭間軟弱地盤対策検討委員会(荒井委員長)を開き,さらに議論を深めた。その結果,VD として安価なプラスチックボードドレーン工法(以下 PBD と略す)は,ウェルレジスタンスなどの問題によって「圧密時間に遅れが生じる」と疑問視された。そのため高速道路では,サンドドレーン工法(以下 SD と略す)が標準工法となっていた。しかし,近年の PBD は,材料の通水性能の向上が図られていたので向笠試験盛土で試し,SD と比較することになった。

古い基準や既往の考え方に抱いた疑問を向笠試験盛土で確かめた時間- 図3 向笠試験盛土の時間沈下沈下の結果を図3に示した。①盛り立て時の「安定」のみでの改良仕様(打設長 $L=20\text{m}$)を決めた図3に示すSD,PBDの沈下は,11mを超え,収束傾向を示さなかった。そのため残留沈下対策として軽量盛土で置換える追加対策をした⁷⁾。結局,昭和58年版設計要領の沈下の基本方針は当該地盤では通用しなかった。また,②PBDはSDとほぼ同じ圧密特性を示し有効であることがわかった。そこで,本線施工では,沈下対策としてPBDを全面的に採用し,対策範囲をより深く広げて展開した。さらに表2に示す「沈下しても維持補修を少なくする構造とする」沈下対策を施した。その結果,盛土が盛り立て時にすべりや不安定になり周辺地盤の隆起することもない。開通から2年半経過した時点の残留沈下は図4に示した。最も沈下した箇所は約35cmであった⁸⁾。図4で示した範囲と期間内に維持補修(段差修正)したのは高瀬川橋台前後で1回のみであった。これは,図5に示す残留沈下に対して4つの対策工を総合化した設計をした結果と考える。

(4)「普及」(Dissemination): 若狭軟弱地盤で実践した沈下対策を表2に示した。そのうち丸で示した対策は平成27年版NEXCO3社設計要領で基準化され「普及」(Dissemination)した。

3 まとめ

若狭軟弱地盤では58年版設計要領は通用しないことを示し,沈下対策としてPBDの効果あることを向笠試験盛土で「実証」(Demonstration)した上で本線に展開した。このように,旧日本道路公団時代から伝承したMOTは,軟弱地盤対策の進化に役立った。

【参考文献】1)宮田秀明:アメリカンズカップ・・,東京大学出版会,2000,6,8. 2)平田他:超軟弱地盤における道路盛土の・・,土木学会論文集 C,Vol.66,No.2,pp.356-369,2010.3) 持永龍一朗:軟弱地盤における高速道路盛土の沈下特性に関する研究,東京大学学位請求論文,1986.4) 平成17年JH設計要領第一集土工編軟弱地盤対策上の盛土 5)旧日本道路公団試験研究所道路研究部土工研究室:軟弱地盤対策工の評価に関する研究会報告書,試験研究所技術彙報,第11号,2004.6) 財団法人高速道路技術センター:軟弱地盤工の設計・施工に関する検討報告書,旧日本道路公団委託,2004. 7)Tashiro,M.,・・,Simulation of large-scale deformation of ultra-soft・・. *Soils and Foundations*, **55**(2), pp.343-358, 2015.8)中田正生他(2017):舞鶴若狭自動車道若狭地区の残留沈下と・・,第52回地盤工学会研究発表会講演会,pp759-760.

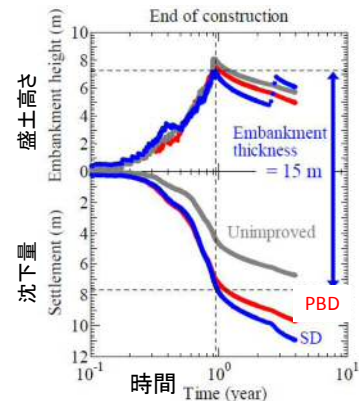


図3 向笠試験盛土の時間沈下

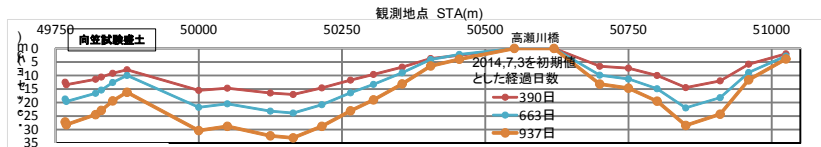


図4 開通後2年半経過した若狭地区残留沈下の状況

表2 実践した沈下対策

若狭軟弱地盤で新たに実践した沈下対策	H27年設計要領で基準化
残留沈下対策として事前の地盤処理	○
厚い軟弱地盤でPBDの採用	
解析コードGIOASIAIにより試験盛土の沈下の観測値を再現後に残留沈下予測	○
残留沈下対策として軽量盛土による除荷C-BOXとFCBとの境界の段差を防止するため同じ荷重	
許容沈下速度の規定と計算式	○
10年間の残留沈下量の1/2を上げ越し	○
軽量盛土によるすりつけ	○
深層混合処理によるすりつけ	○
低改良率高強度浮き基礎の深層混合処理による沈下対策	
支持力対策として木杭の採用	

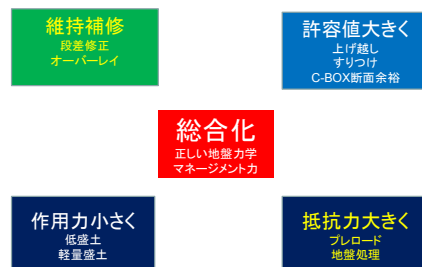


図5 沈下対策の総合化