

泥上でのトレンチャー型地盤改良工法



所属名：広島県福山地域事務所
建設局 工務第一課
発表者：中本俊幸

1. まえがき

広島県は、手城川水系春日池の改修工事を平成 17 年度から着手し平成 24 年度完成予定で進めている。

当工事は主に、春日池の池底を約 3m 掘り下げて容量を増加させようというものである。工事は毎年、非かんがい期に池の水を抜いて行うという方法で進めるが、池底土質は極めて軟弱な粘土が主体であるため、まず場内に仮設道路を造る必要があった。

本稿は、その仮設道路建設のために用いたセメント系固化改良工法の一つである泥上でのトレンチャー型地盤改良工法（泥上タイプのパワーブレンダー工法）について紹介するものである。



春日池および周辺

2. 春日池改修工事の概要

春日池は湛水面積 8.3 万 m^3 で、江戸時代初期にかんがい用として造られた人工のため池である。これまでは農業用ため池であったが、池底掘削にて貯水容量を増加させて池に洪水調節機能を持たせ、下流の福山市街地の洪水時浸水被害を軽減しようという計画である。

その他、放流施設・取水施設の改修や堤体の補強も合わせ行う。



春日池改修事業概要	
総事業費	約27億円
事業期間	H16~24年度(予定)
洪水調節容量	約33万 m^3
利水容量	約26万 m^3

工事概要	
池底掘削	約18万 m^3
堤体盛土	約4万 m^3
放流施設	1式
取水施設	2基
修景工	1式

図 - 1 春日池改修計画概要

3. 場内底泥（改良原土）の土質

池底の掘削厚さは約 3m で、その多くを占める粘性土は下表のような土性である。特に表層約 1m は極めて軟弱で、人の歩行さえ全く困難な状態である。

仮設道路の地盤改良は、この粘性土を対象としている。



底泥

表 - 1 池底掘削粘性土の土性（数値は概略値）

層名称	掘削層厚 (m)	含水比 (%)	強熱減量 (%)	一軸圧縮強度 (kN/m ²)	コーン指数 (kN/m ²)
上部粘土	約1m (0.8~1.7m)	70~250	18	2前後	20~50
下部粘土	約2m (1.3~2.2m)	20~80	6	10~70	50~300

4. 仮設道路改良計画

仮設道路は、道路間の非改良粘土をロングアームバックホウで掘削可能なように 27m 間隔で造る。その改良仕様は図 - 2 のごとく幅 5m。深さ約 3m である。道路間の掘削掘り下げの進行に伴い、道路自体の天端高も削り下げる手順で施工を進める。掘削土はダンプトラックにて鉄板敷き仮設道路上を通過して場内再利用場所あるいは場外搬出する。

なお図 - 2 のごとく、堤体改修のために仮締切堤を建設する計画であり、その基礎地盤の改良も仮設道路と同じ泥上タイプレンダー工法を用いる。ただし改良深度は 2m で仮設道路よりやや浅い。その堤体盛土自体は、仮設道路間の掘削する粘土をセメント系固化材で改良して盛土材として用いる。

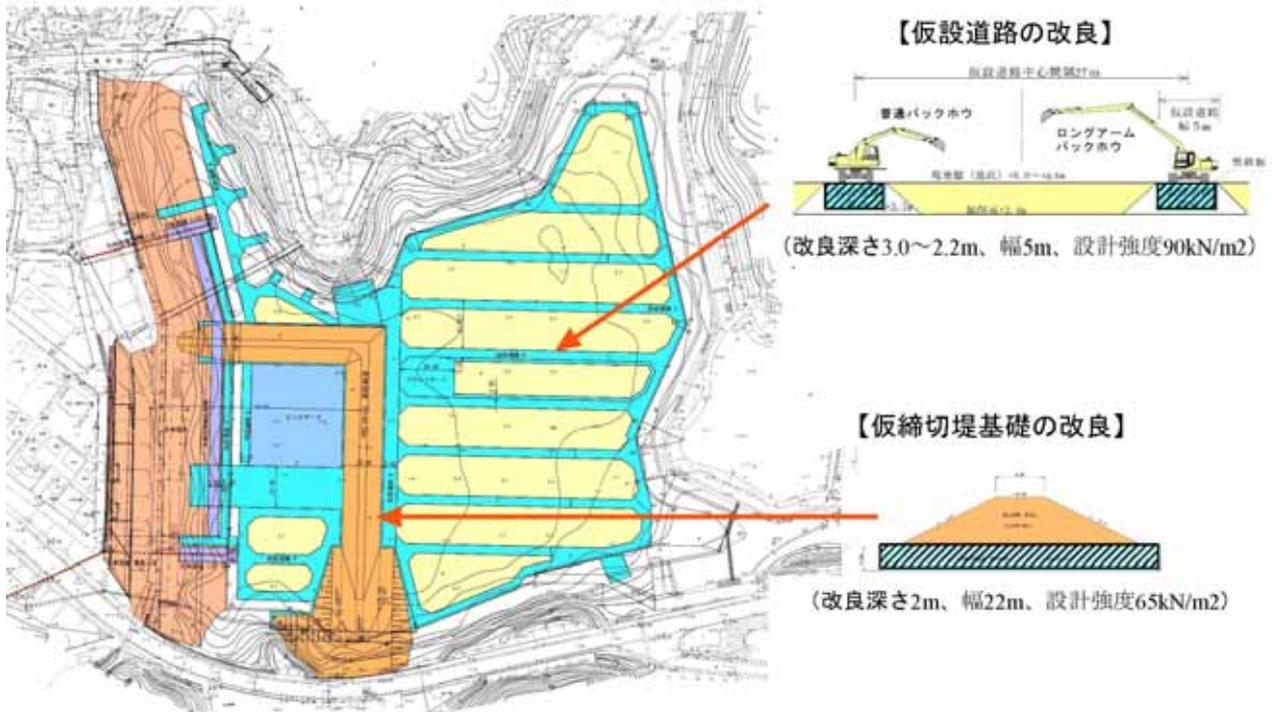


図 - 2 泥上タイプレンダー工法による春日池底泥改良の概要

5. パワーブレンダー工法の選定

対策工法としては、工期、経済性及び搬出土量削減の面から、まずセメント系固化材による固結工法（現地土に固化材を混合して地盤改良する工法）を選定した。

その固結工法は改良深度によって明確な定義はないものの概ね下表のごとく分けられる。当地の深さ約 3m の改良は深層と浅層の境界、中層改良程度に相当し、中層改良工法（例えばパワーブレンダー工法）が適すしかも、当地のように極めて軟弱な地盤で、工期が非かんがい期のみと短期間という条件では、泥上車を用いて改良を行うのが効率的である。

泥上タイプのパワーブレンダー工法は、表 - 3のごとく経済性、施工能力の面でも優れ、当工法を選定した。

表 - 2 パワーブレンダー工法と他工法の比較

呼称	改良深度	呼称	改良深度	改良深度		
				1m	3m	10m
浅層改良	2～3m程度まで	浅層改良				
		(中層改良)	3～10m程度			
深層改良	2～3m程度以上	深層改良				
				機械攪拌工法		
				表層混合処理工法	(スタビライザ・バックホウ攪拌など)	
				パワーブレンダー工法		その他工法)
				深層混合処理工法		

パワーブレンダー工法資料に加筆

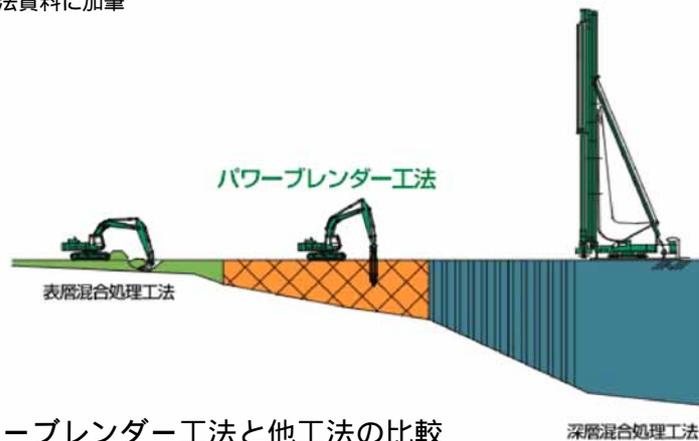


図 - 3 パワーブレンダー工法と他工法の比較

当地仮設道路の改良体設計強度と改良仕様は表 - 4のごとくである。設計強度は比較的小さく、固化材添加量も固結工法添加量下限量（原土 1m³当たり 60～70kg 程度）に近い量である。

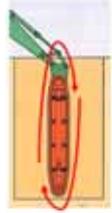
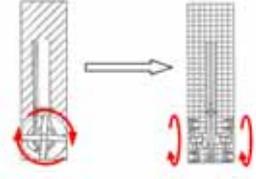
表 - 4 パワーブレンダー工法改良仕様

項目	仮設道路	締切堤基礎
設計基準強度 q_{uck}	90kN/m ²	65kN/m ²
固化材種類	一般軟弱土用固化材（セメント系）	
固化材添加量	80kg/m ³	70kg/m ³
固化材水セメント比	1.0	1.0



春日池施工状況

表 - 3 仮設道路改良工法（セメントスラリー混合方式）の比較

工法	新工法		従来工法
	パワーブレンダー工法 (泥上タイプ)	RM工法 (ロータリー施工法)	CDM工法 (深層混合処理工法)
施工単価 施工費直工	2,380円/m ³	2,430円/m ³	6,500円/m ³
改良単価 材料、諸経費込み	4,800円/m ³	4,900円/m ³	10,900円/m ³
泥上施工可否	泥上タイプなら可	可	別途施工機稼働のための足場確保が必要
改良可能深度	3m (陸上機なら10m)	3m (ARM工法なら5m)	通常10～20m (最大40m程度)
硬質土の改良	硬質土は攪拌困難となるが、RM工法より攪拌能力が大きい。	軟弱土対象であり、硬質土は困難。	硬質土は攪拌困難となるが、RM工法より攪拌能力が大きい
混合方向	攪拌トレンチャー垂直回転 	攪拌翼垂直2方向回転 一方向の攪拌引き抜き後、翼を90°回転させて同じ場所でもう一度攪拌する。 	攪拌翼水平回転 
改良位置	ベースマシンから約7mまで	ベースマシンから約7mまで	ベースマシン直下または直近のみ
日当たり作業量 (協会などの資料より)	約240m ³	約150m ³	約80m ³
施工協会、研究会	パワーブレンダー工法協会	固化処理工法研究会	CDM研究会
施工機写真、図	 [泥上タイプ]  [陸上タイプ]	 	
プラント設備	必要	必要	必要
選定			×

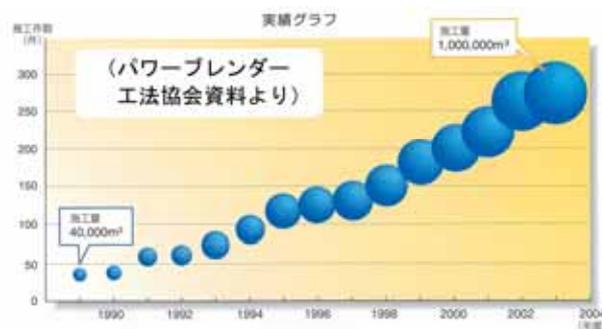
6. パワーブレンダー工法の特徴と留意点

パワーブレンダー工法は、1978年に実用化され、1998年にNETISに登録された新工法で、近年施工実績が増加してきている。

春日池で採用したのは泥上タイプであるが、一般には陸上タイプが多い。施工可能深度は泥上タイプが原則3mまでであるのに対し、陸上タイプは深度10mまで可能である。

春日池でも堤体補強の改良として深度6m可能なパワーブレンダー工法を計画している。この場合、まず泥上タイプパワーブレンダー工法で仮設道路を造り、その上で陸上タイプ改良機が施工するという手順となる。

なお春日池では、最も一般的に用いられ固化材のスラリー噴射方式を採用したが、他に固化材の地表散布方式や粉体噴射方式のパワーブレンダー工法もNETISに登録されている。



NETIS 登録 No.CB980012 パワーブレンダー工法(スラリー噴射方式)

国土交通省「平成13年度新技術活用支援施策の対象技術工法」に選定、新技術施工便覧委員会により「施工便覧(案)」として取り纏め平成15年度に発刊。

NETISとは?

新技術情報提供システム(NETIS)とは、「公共事業等における技術活用システム」によって蓄積された技術情報のデータベースで、直轄事業及び補助事業に係わらず公共工事に活用できる技術を可能な限り網羅しています。

当工法の特徴を、短所、留意点及び私感も加え表-5に簡単にまとめる。

表-5 泥上タイプパワーブレンダー工法の特徴

特徴、長所	留意点、短所
<ul style="list-style-type: none"> ・泥上で施工できる ・安い ・速い(日施工量が多い) ・比較的均質に混合できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・原則として深度3mが限界である(一部4mもある) ・地表部まで全部改良してしまう ・硬質土は施工できない ・プラントが必要であり、施工はプラントから200m以内となる ・品質管理・確認は必要である

これらの地盤改良工法、特にその機械能力は年々改良され向上しており、新たな情報に留意しておくことが重要である。ただし得られる情報には「良い」情報は多いが、「欠点や注意点」などに関する情報が少なく、扱いには注意が必要と考える。

7. あとがき

春日池改修工事では、本稿で紹介した泥上タイプパワーブレンダー工法の他に、陸上タイプパワーブレンダー工法、浅層粉体混合工法、バックホウ混合工法、砕・転圧盛土工法など、各種の地盤改良工法を駆使する計画である。

経済性、環境への影響及び健全で便利な施設建設に配慮しながら、安全に施工を進めたいと考えている。