

吸水性泥土改質材「ワトル」

和栗 成樹¹

¹五洋建設株式会社 土木部門.

従来、軟弱泥土の改良にはセメントや石灰系改良材が使用されてきた。しかしながら、両材料ともに改良土は高アルカリとなりその利用先に制限があった。また、セメントは強度発現に時間を要し建設現場内に養生エリアを設ける必要があった。これらを解決し周辺環境にも優しい吸水性泥土改質材「ワトル」は、吸水性の高いペーパースラッジ焼却灰（PS 灰）を主原料とした泥土改質材である。昨今の豪雨災害による土砂処理にも迅速に対応できるものである。

キーワード：リサイクル品、低環境負荷、泥土改質、即時改質、中性化改質材

1. はじめに

吸水性泥土改質材「ワトル」は、吸水性の高いペーパースラッジ焼却灰（PS 灰）を主原料とした泥土改質材である。ワトルを高含水の泥土に添加混合することで、ワトルが速やかに泥土中の水分を吸水し、泥土は土状もしくは砂状に改質される。（写真-1）（図-1,2）



写真-1 ワトル瞬時改質

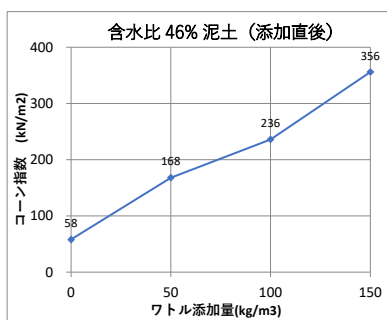
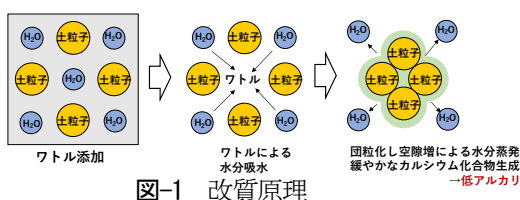


図-2 添加直後のコーン指数

2. ワトルの特徴

(1) 改質土の強度特性

ワトルを添加した泥土の強度増加は二段階で構成される。添加直後は先に記述したとおり（図-1）ワトルによる吸水改良が効果を発揮し、その後の時間経過（養生時間）とともに、ワトルに含まれる補助薬剤により水和物を形成し強度が増加する。

本項では含水比の異なる2種の泥土に対し、ワトルの添加量別の時間経過による強度増加の測定結果を示す。表-1 および図-3 は含水比46%の泥土の改質結果、表-2 および図-4 は含水比82%の泥土の改質結果を示す。

表-1 コーン指数試験結果（含水比46%）

ワトル添加量		無添加	50kg/m ³	100kg/m ³	150kg/m ³
コーン指数 (kN/m ²)	添加直後	58	168	236	356
	1日養生後	-	235	305	988
	3日養生後	-	725	1,708	2,715

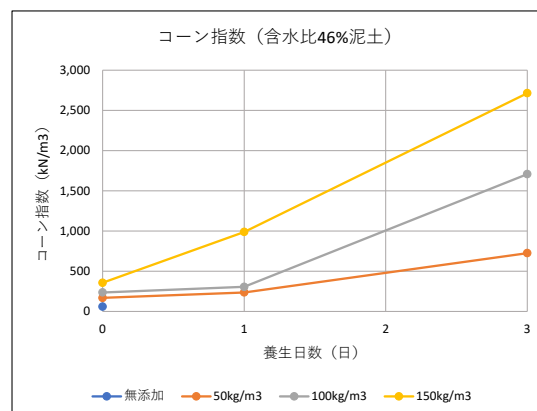


図-3 コーン試験結果（含水比46%）

表-2 コーン指数試験結果 (含水比 82%)

ワトル添加量		無添加	50kg/m ³	100kg/m ³	150kg/m ³	200kg/m ³
コーン指数 (kN/m ²)	添加直後	5	14	19	28	42
	1日養生後	-	23	32	55	120
	3日養生後	-	43	75	145	307
	5日養生後	-	181	196	476	823

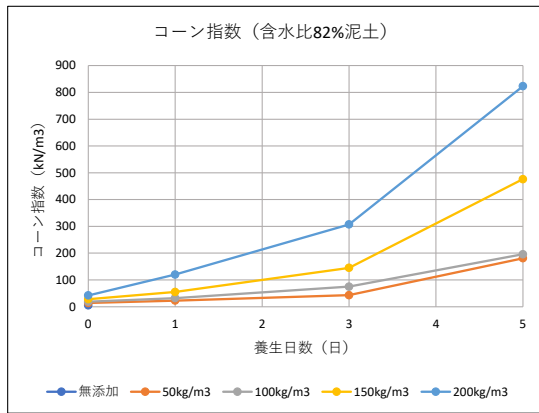


図-4 コーン試験結果 (含水比 82%)

ダンプトラックで運搬できる土のコーン指数は 200kN/m²程度である。含水比 46%泥土の場合泥土 1 m³あたりワトルを 100kg 添加するとコーン指数は 236kN/m²となり、添加直後にダンプトラックでの運搬が可能となる。同様に含水比 82%泥土では 200kg 添加で添加翌日にはコーン指数 233kg/m²となり運搬が可能となる。

ワトル改質土は養生期間を設けることでコーン指数が増加する。使用検討時には目標強度設定後、現場での改質土保管可能量や保管期間を勘案し添加量を決定する。

(2) 有機質土の改質効果

有機質土に含まれるフミン酸やフルボ酸はセメントや石灰の水和反応を阻害し改質効果が低下する。ワトルは物理的な吸水改質作用があるため、化学的改質であるセメントや石灰では困難な有機質土の改質に有利となる。

表-3 および図-5 は含水比 300%、強熱減量 22.6%の有機質泥土 1 m³に対し、ワトルおよび生石灰をそれぞれ 400kg 添加しコーン指数を計測した結果である。24 時間後のコーン指数はワトル改質土 1,745kN/m²、生石灰改質土 782kN/m²であった。生石灰と比較しワトルは有機質土に対して有効である。

表-3 有機質土の改質効果

		ワトル (400kg/m ³)	生石灰 (400kg/m ³)
コーン指数 (kN/m ²)	添加直後	379	286
	30日養生後	429	406
	24時間養生後	1,745	782

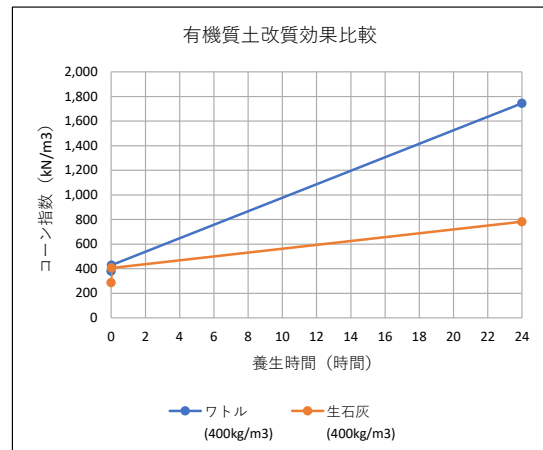


図-5 有機質土改質効果比較

(3) 改質土のpH

従来のセメントや石灰系改良材で改質した土砂は pH12 以上の高いアルカリを示す。これら改質土が降雨等に曝された場合、高アルカリ水が流出し河川や周辺動植物等への影響が懸念される。

ワトル自体の pH は 10~11 程度のアルカリ性材料である。混合当初は改質土の pH が 10~11 となるが、改質土を気中養生することで pH は徐々に低下し pH8.5 (環境基準) 以下となる。

図-6 にワトル改質土と生石灰改質土の pH 測定結果を示す。軟弱泥土 1 m³に対しにワトルおよび生石灰をそれぞれ 150kg、250kg 添加した改質土の pH を時間経過とともに測定した。

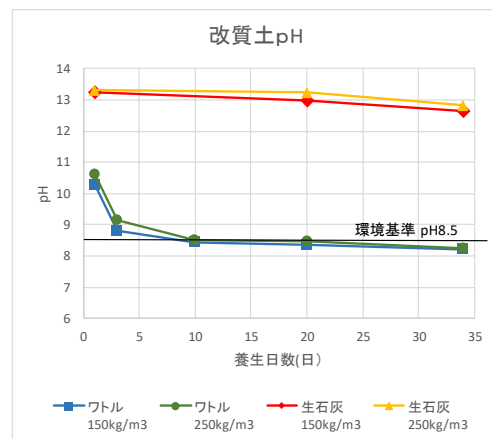


図-6 改質土 pH 測定結果

生石灰改質土は pH12 以上の高アルカリを維持する。一方、原泥にもよるがワトル改質土は 10 日程度で環境基準値 pH8.5 以下となる。ワトル改質土は時間経過とともに空気中の二酸化炭素を取り込み、改質土が早期に中性化する特徴を持つ。生石灰も同様の現象が起こるが、初期の pH が高いため図-6 のように長期の期間が必要となる。

ワトル改質土の早期の中性化には養生中の改質土のバックホウ等によるかき上げが有効である。

(4) 臭気低減効果

湖沼や港湾の浚渫土には腐臭を発生する泥土がある。これらを陸揚げすると腐臭は周囲に拡散し周辺環境に影響を及ぼすことが問題となる。

ワトルの主原料であるPS灰は、その多孔質性により臭気を吸着する作用がある。

表-4 および図-7は原泥、ワトル改質土、生石灰改質土の臭気指数の測定結果である。

港湾の底質土を対象にワトルおよび生石灰をそれぞれ泥土1 m³に対し200kg添加した。原泥、ワトル改質土、および生石灰改質土について、改質当日および翌日に臭気指数を測定した。

原泥は陸揚げ直後の臭気指数は15であるが、気中放置した翌日には泥土に皮膜する水分が減少し臭気指数は23と増加した。生石灰改質土は添加直後に高熱を発生し臭気が拡散増加する傾向が見られ、翌日の臭気指数も21と変化が無い。一方、ワトル改質土は改質当日の臭気指数が12、翌日が6となり臭気低減効果が認められた。

参考に某自治体の臭気指数規制基準を表-5に示す。

表-4 臭気指数測定結果

	原泥	ワトル 200kg/m ³	生石灰 200kg/m ³
改質当日	15	12	21
改質翌日	23	6	21

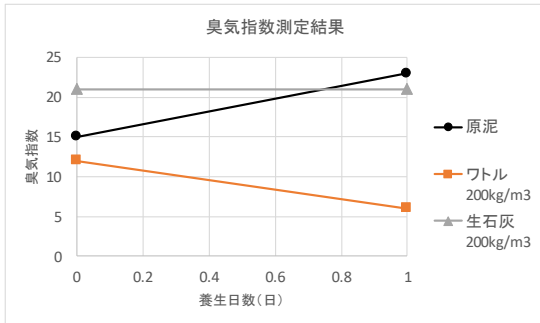


図-7 臭気指数測定結果

表-5 臭気指数規制基準 (一例)

地域	臭気指数
住居地域	10
商業地域	15
工業地域	18

3. ワトル改質土による植生試験

ワトル改質土の植生への影響を調べるために、ヨシ、ヒメガマを用いた植生試験を実施した。比較対象区として川砂を用いその生育状況を比較した。(表-6)

ポッドにワトル改質土および川砂を配置し、ヨシ、ヒメガマ

の株を植え付けた。その後期間を置き生育本数、草丈を計測した。対象区とワトル区を比較すると、生育本数および草丈に大きな差異は無く、ワトルが生育を阻害しないことを確認した。写真-2および図-8に実験結果を示す。

表-6 植生試験内容

分類	植生基盤材	植物材料	株数
ワトル区	ワトル改質土 (500kg/m ³)	ヨシ	3
		ヒメガマ	3
対象区	川砂	ヨシ	3
		ヒメガマ	3



写真-2 実験状況

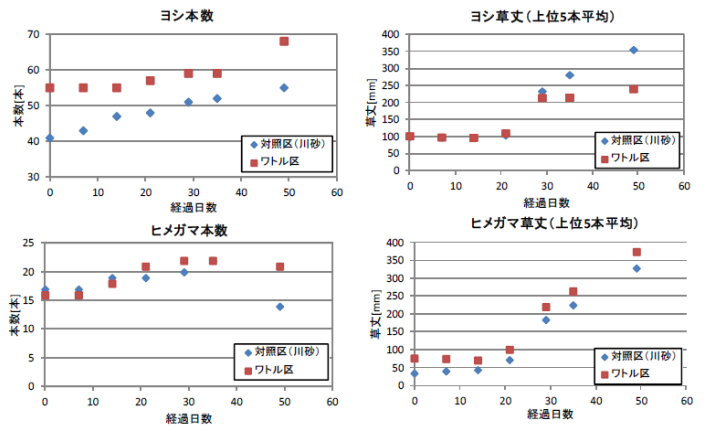


図-8 生育本数および草丈計測結果

4. ワトル改質土の再泥化に関する検討

(1) 水中での盛土安定性 (再泥化) 実験

ワトル改質土(300kg/m³)で水槽中に斜面を形成し、水を張った状態で静穏水域における斜面の安定性を観察した。その結果48日経過後も斜面の崩壊等は見られず、斜面は安定した状態で保たれている。(写真-3,4)

これはワトルに含まれるカルシウム分が水和物を形成し、一定程度固化した状態を保持するためである。

また、同時に水槽内の水のpHを測定した。(図-9) 初期には一時的にpHの上昇が見られたがその後低下する。本ケースは極端に小さい液固比(1.67:1.00)での閉鎖環境のため、液固比の高い湖沼護岸等に利用するようなケースの

場合、実用上は問題ないと推測される。

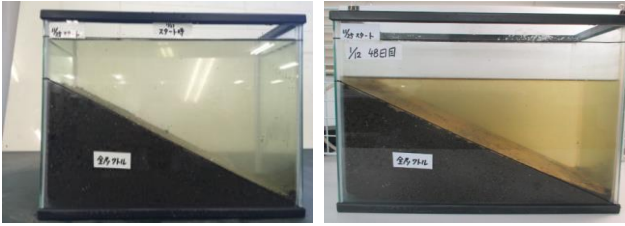


写真-3 経過日数 0日

写真-4 経過日数 48日

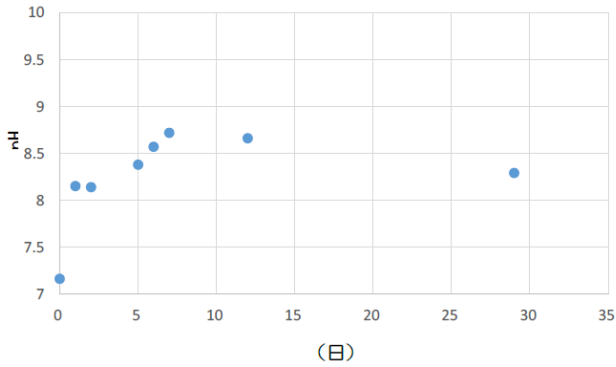


図-9 pHの経時変化

(2) 動的再泥化実験

ワトル改質土造粒物 (500kg/m³) を水中で振とう速度230rpm で 2 時間振とうし造粒物の破壊程度を観察した。造粒物の粒径を4.75mm以下, 4.75mm~9.5mm, 9.5mm以上に分別し実験を実施した。振とう前後の造粒物の破壊は見られない結果となった。(写真-5,6)

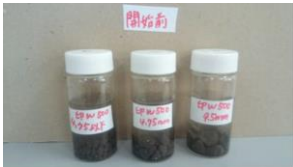


写真-5 振とう開始前

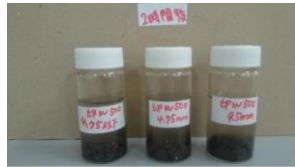


写真-6 振とう 2 時間後

5. 使用事例

ワトルは様々な工事で使用されている。その事例を写真-7に示す。



写真-7 ワトル使用事例

6. 特殊な使用事例

(1) 超軟弱地盤上に仮設道路を構築する事例

即時に固まる作用を利用して、尺取虫方式により超軟弱地盤上に仮設道路の構築が可能となる。バックホウの前面を改質し即時にバックホウを前進させる。この繰り返によりセメントのように養生期間を待たずに仮設道路を延伸構築することが可能となる。(図-10)

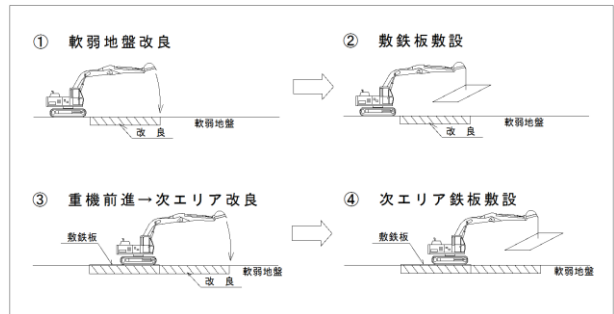


図-10 仮設道路構築イメージ



写真-8 仮設道路施工状況

(2) 草木混じり泥土の分別事例

ワトルは即時に泥土をサラサラの状態に改質する事が可能である。この作用を利用し篩により草木が混入する泥土を草木と泥土に分別する事が出来る。(写真-8)



写真-8 分別イメージ

7. 結論

以上に述べたとおり、ワトルは安全で環境に優しい状態で即時に泥土を改質する事が出来る。また、その利用方法も多様である。

謝辞：本改質材ワトルの開発に協力頂いた五洋建設株式会社各位、ワトルの普及に協力頂いた関係各位に感謝を申し上げます。