

生分解性プラスチックボードドレーン材とその有効性

高分子材料、 地盤改良、 事例

チカミミルテック 正会員 ○飯塚 浩延
 東亜建設工業 田口 博文
 東急建設 小笠原 広志
 みらい建設工業 正会員 山本 康雄
 若築建設 森 晴夫
 キャドテック 山本 公夫

1. はじめに

プラスチックボードドレーン工法は経済的に信頼性のある軟弱地盤改良工法として既に確立されている。環境に優しい生分解性プラスチックを用いた製品が既に多くの分野で実用化されているなか、昨今の環境問題に対する意識の高まりから、ドレーン材等の土木材料においても環境への配慮が求められ期待されている。

ここでは生分解性プラスチックドレーン材を用いた地盤改良の施工事例及びその有効性、現地採取したサンプルによる現場でのドレーン材の生分解過程の検証結果を報告する。

2. 材料特性

2. 1 生分解性プラスチック

生分解性プラスチックとは通常のプラスチック製品と同様に使用でき、かつ自然界の微生物や分解酵素によって水と二酸化炭素に分解される「自然に還るプラスチック」である。燃焼させても発生熱量が低く、ダイオキシン等の有害物質も放出されないといった特長がある。今回使用したドレーン材は生分解性ポリマーである「ポリ乳酸(PLA)」を使用して製造している。PLA はトウモロコシ等の再生可能な植物原料から抽出したでんぷんから合成される天然由来のポリマー（高分子材料）であり、植物の栽培により原料の持続的な供給が可能で、有限な石油資源の使用量を削減できる。

2. 2 ドレーン形状と特性

ドレーン材の材料仕様を表-1 に面内通水試験結果を図-1 に示す。試験結果より透水係数は 10(cm/s)以上 (350kPa、I=1.0) を示しており、通常のプラスチックボードドレーンと同等である。

表-1 ドレーン材 (鉛直) 仕様

項目	単位		規格・種別
構造			複合構造遊離型
材質	芯材		生分解性樹脂
	フィルター		生分解性不織布
寸法	厚	mm	3.3 ± 0.5
	幅	mm	98.5 ± 5.0
透水係数	面内	cm / s	1 × 10 ⁰ 以上 (350kPa I=1.0)
	フィルター	cm / s	1 × 10 ⁻² 以上
引張強度	kN / 製品幅		2.0以上
重量	g / m		80

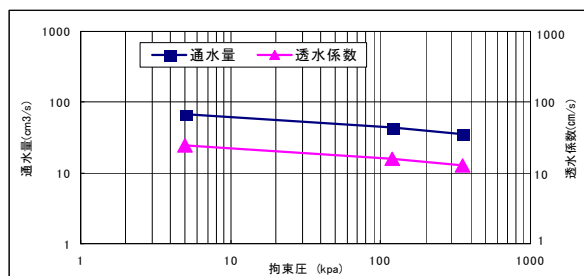


図-1 面内通水試験結果

3. 施工事例

3. 1 実測沈下例

生分解性プラスチックドレーン工法の施工事例及び実測沈下例を示す。

<施工条件> 場所：埼玉県内

打設間隔 d=1.7m、改良長 L=28.5m、盛土厚 H=4.5m

実測沈下を図-2 に示す。沈下は載荷盛土に比例して増加している。計測工区周辺部の沈下量は 1.0m 程度であり、計測結果も同程度の沈下量であることから材料の違いによる沈下量差はないと推測される。

3. 2 水平ドレーン

(1) 水平ドレーン施工

従来、地表面排水はサンドマットが多く用いられてきた。しかし近年の良質砂確保の困難さと、環境面への配慮の高まりからサンドマットの

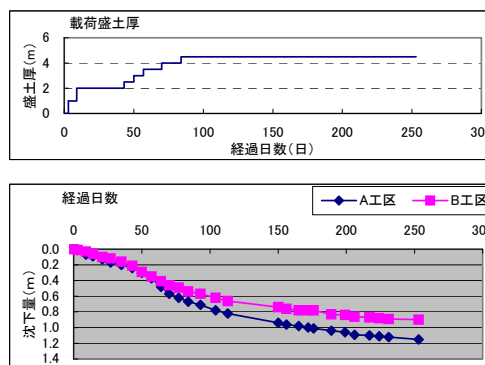


図-2 実測沈下

替わりに水平ドレーンを用いた。

(2) ドレーン形状と特性

水平ドレーン材は鉛直ドレーンと同様に生分解性プラスチックを原料とし、芯材はエンボス加工により通水能力が高くかつ地盤沈下への追従性に優れている。材料仕様を表-2に示す。

(3) 設計方法と配置例

水平ドレーンはサンドマットと同等の排水能力（等価排水能力）を有するように配置間隔を算定する。等価排水能力は水平ドレーン1本が有する排水能力に相当するサンドマット幅を求めることで算定する。

配置例を図-3に示す。水平ドレーンは図のように幅の異なる複数のドレーン材の組み合わせや鉛直ドレーン上あるいは列間に配置するなど、現場条件に応じた様々な配置が可能であり、その効果と経済性から最も適した配置を選択する。

表-2 ドレーン材（水平）仕様

項目	単位	規格・種別
材質	芯材	生分解性樹脂
	フィルター	生分解性不織布
寸法	厚	7.0±1.0
	幅	177.0±3.0 (H-175) 302.0±3.0 (H-300)
透水係数	面内	5×10 ⁴ 以上 (100kpa I=1.0)
	フィルター	1×10 ³ 以上
芯材圧縮強度	kN/cm ²	20以上

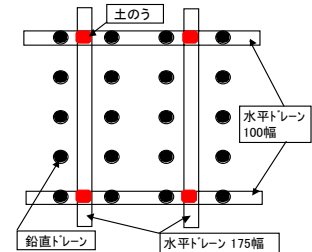


図-3 水平材配置例

4. 現場採取サンプルによる生分解過程検証

4.1 検証方法

今回はポリ乳酸を使用したドレーン材を用いた。このポリ乳酸の分解は大まかに次の3段階に分かれると考えられている。

- 1) 加水分解による脆化
- 2) 微生物の分泌物による脆化
- 3) 微生物代謝による分解

この分解過程は周辺条件により左右され、上記の1)～2)段階にかけては分子量変化のみが起ることから、埋設後の経過時間や見た目から分解過程を予測することは困難である。上記1)～3)段階にかけて生分解が進行することで分子量が減少しそれに伴い材料強度も低下することに着目し、今回はこの強度変化を「引張試験」により測定した結果をもって分解進行度の検証とした。

4.2 検証結果

現場採取サンプル（鉛直ドレーン材）を用いた検証結果を下図に示す（2現場から採取）。

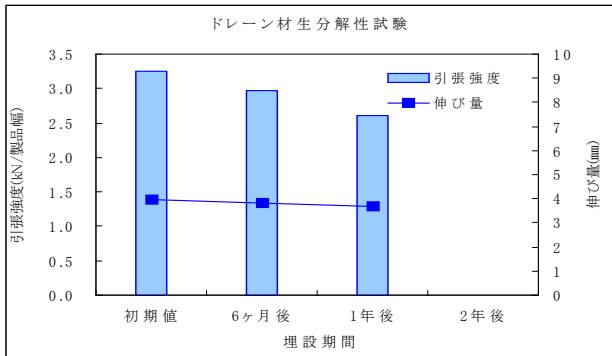


図-4 生分解試験結果(A工区)

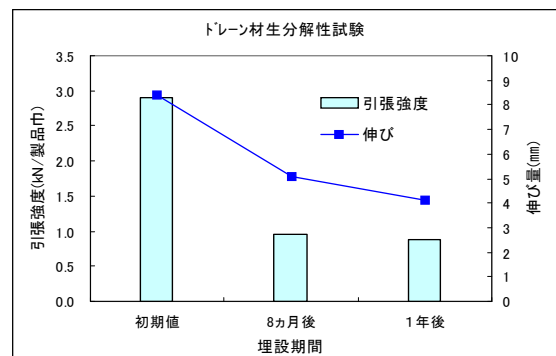


図-5 生分解試験結果(B工区)

いずれも初期値と比較して引張強度は低下しているが、1年経過時の低下率は約22%（A工区）、約69%（B工区）と現場により結果に大きな差が生じている。これから生分解の過程においては周辺条件（水分、酸素量、微生物量）が与える影響が大きいことが分かる。また引張試験における材料の伸び量を見ると、初期値と比較してそれぞれ10～50%程度減少しており、材料の脆化が進行していることが分かる。これらの結果から1年経過時点で生分解過程は途中段階であるが順調に進行しており、このまま経時的に分解が進んでいくと推測される。

6. まとめ

生分解性プラスチックボードドレーン材は通常のプラスチックボードドレーンと同等の改良効果を発揮する。また水平ドレーンとの組み合わせにより環境に配慮しかつ経済的な工法となる。

ドレーン材の生分解過程は現場周辺条件（水分、酸素量、微生物）の影響によりその進行度合に差は生じるが、分解過程は着実に進んでいることが分かった。

今後の課題としては、生分解速度のコントロールが挙げられる。ドレーン材としての役割（圧密期間）と分解による脆化を関連づけられるように施工事例を増やし検証データを蓄積するとともに、分子量レベルでの変化を試験により確認していくことも必要と思われる。

参考文献：エコPD工法研究会 エコジオドレーン工法技術資料（平成20年12月）