

経済的に沈下と側方流動を抑制できる
杭・壁併用型地盤改良工法
(コラムリンク工法)



(独) 土木研究所 施工技術チーム
上席研究員 宮武 裕昭

内容

1. 開発の背景と目的
2. 開発技術の概要
 - コラムリンク工法とは
 - 実験・解析による効果の検証
 - 設計手法における工夫
3. 開発の効果
 - 現場施工における変位抑制効果
 - 経済性の比較
4. まとめ

開発の背景と目的

1.開発の背景

軟弱地盤上の道路盛土・河川堤防の構築

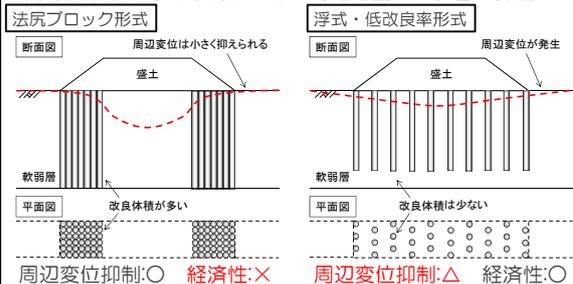
・盛土近傍に家屋などが近接する箇所では、盛土基礎地盤の側方流動や引き込み沈下に伴う周辺地盤への影響が課題

開発の背景と目的

1.開発の背景

軟弱地盤上の道路盛土・河川堤防の構築

・盛土近傍に家屋などが近接する箇所では、盛土基礎地盤の側方流動や引き込み沈下に伴う周辺地盤への影響が課題

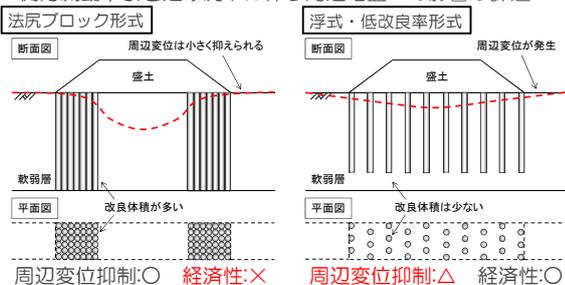


開発の背景と目的

1.開発の背景

軟弱地盤上の道路盛土・河川堤防の構築

・盛土近傍に家屋などが近接する箇所では、盛土基礎地盤の側方流動や引き込み沈下に伴う周辺地盤への影響が課題

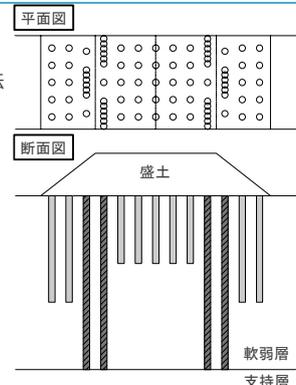


コラムリンク工法とは

2.開発技術の概要

コラムリンク工法

・杭状改良体と壁状改良体を機能的に配置した地盤改良工法
→経済性と変位抑制を両立



コラムリンク工法とは 2.開発技術の概要

コラムリンク工法

- 杭状改良体と壁状改良体を機能的に配置した地盤改良工法 → 経済性と変位抑制を両立

側部壁（壁状改良体）

- 壁内部地盤の側方流動を抑制
- 杭に比べて盛土荷重を多く負担

コラムリンク工法とは 2.開発技術の概要

コラムリンク工法

- 杭状改良体と壁状改良体を機能的に配置した地盤改良工法 → 経済性と変位抑制を両立

側部壁（壁状改良体）

- 壁内部地盤の側方流動を抑制
- 杭に比べて盛土荷重を多く負担

内部杭（杭状改良体）

- 壁内部地盤の沈下を抑制

コラムリンク工法とは 2.開発技術の概要

コラムリンク工法

- 杭状改良体と壁状改良体を機能的に配置した地盤改良工法 → 経済性と変位抑制を両立

側部壁（壁状改良体）

- 壁内部地盤の側方流動を抑制
- 杭に比べて盛土荷重を多く負担

内部杭（杭状改良体）

- 壁内部地盤の沈下を抑制

外部杭（杭状改良体）

- 法面下部地盤の変形を抑制

コラムリンク工法とは 2.開発技術の概要

コラムリンク工法

- 杭状改良体と壁状改良体を機能的に配置した地盤改良工法 → 経済性と変位抑制を両立

側部壁（壁状改良体）

- 壁内部地盤の側方流動を抑制
- 杭に比べて盛土荷重を多く負担

内部杭（杭状改良体）

- 壁内部地盤の沈下を抑制

外部杭（杭状改良体）

- 法面下部地盤の変形を抑制

芯材+繋ぎ材

- 壁頭部の傾斜を抑制

コラムリンク工法とは 2.開発技術の概要

コラムリンク工法

- 杭状改良体と壁状改良体を機能的に配置した地盤改良工法 → 経済性と変位抑制を両立

側部壁（壁状改良体）

- 壁内部地盤の側方流動を抑制
- 杭に比べて盛土荷重を多く負担

内部杭（杭状改良体）

- 壁内部地盤の沈下を抑制

外部杭（杭状改良体）

- 法面下部地盤の変形を抑制

芯材+繋ぎ材

- 壁頭部の傾斜を抑制

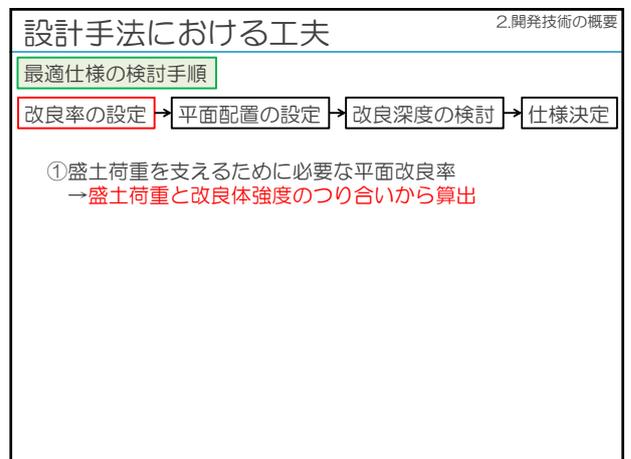
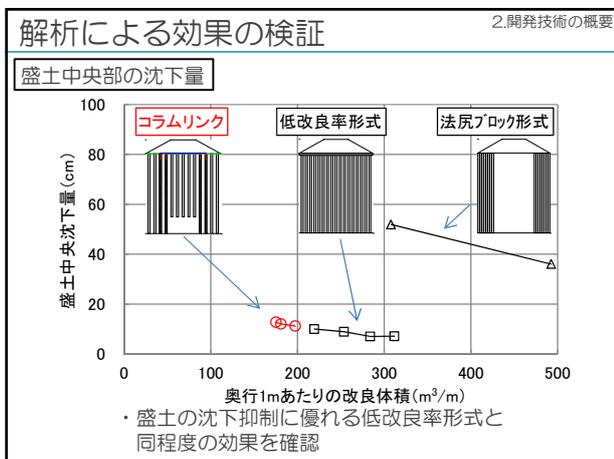
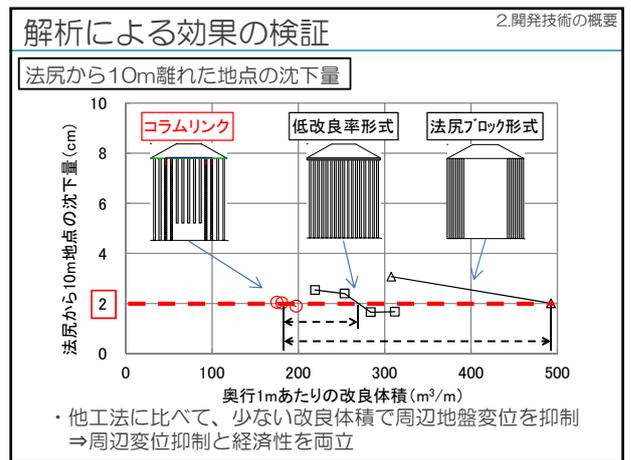
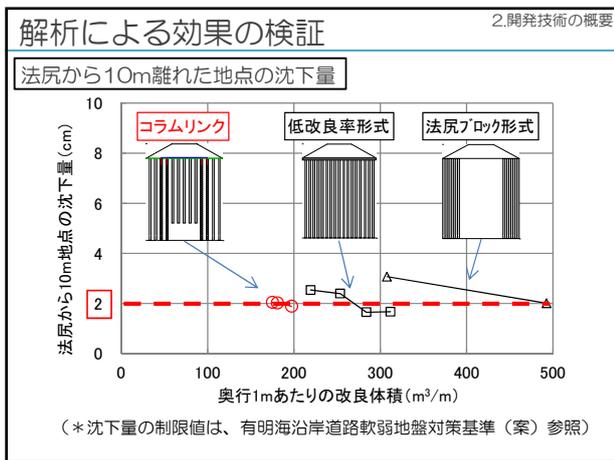
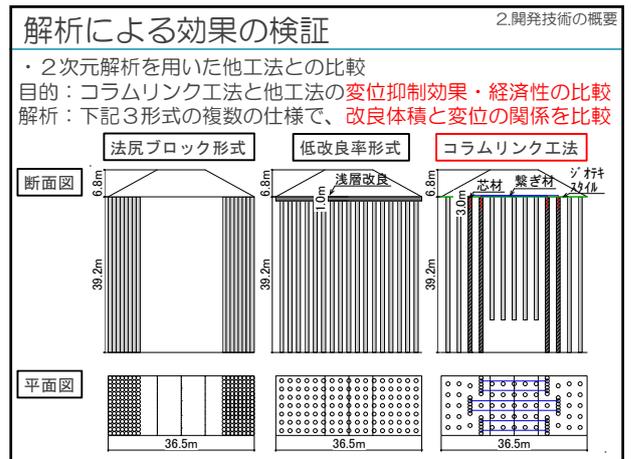
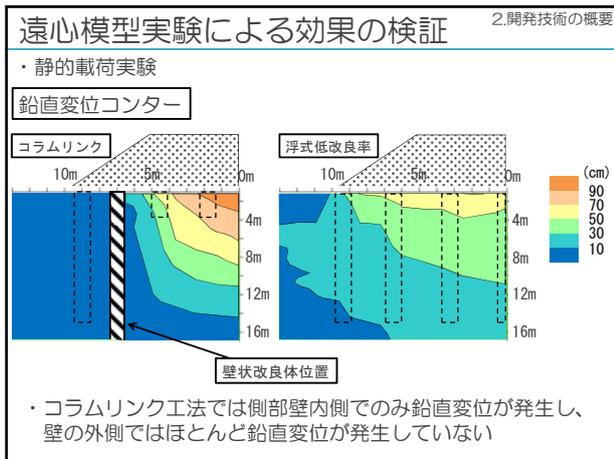
特許：盛土支持地盤の補強構造

遠心模型実験による効果の検証 2.開発技術の概要

・静的載荷実験
 目的：盛土載荷時の地盤挙動の確認、他工法との比較
 実験：改良した粘土地盤に盛土を載荷 → 地盤の変形を計測

模型概要

試験状況



設計手法における工夫

2.開発技術の概要

最適仕様の検討手順

改良率の設定 → 平面配置の設定 → 改良深度の検討 → 仕様決定

①盛土荷重を支えるために必要な平面改良率
→ 盛土荷重と改良体強度のつり合いから算出

例えば…

- 盛土高さ7.0m (単位体積重量 $\gamma=19.0\text{kN/m}^3$)
- 改良体の設計基準強度 $1,000\text{kN/m}^2$

盛土荷重= $7.0 \times 19.0=133\text{kN/m}^2$

盛土荷重を改良体が全て負担する時の平面改良率 α は
 $\alpha \times 1,000 > 133$
 $\alpha > 13.3\%$

設計手法における工夫

2.開発技術の概要

最適仕様の検討手順

改良率の設定 → 平面配置の設定 → 改良深度の検討 → 仕様決定

②側部壁を法肩下部付近に配置
→ 盛土荷重の負担と地盤の側方流動抑制を両立する位置

繋ぎ材は6本を基本

設計手法における工夫

2.開発技術の概要

最適仕様の検討手順

改良率の設定 → 平面配置の設定 → 改良深度の検討 → 仕様決定

②側部壁を法肩下部付近に配置
→ 盛土荷重の負担と地盤の側方流動抑制を両立する位置

③算出した平面改良率を上回る量の内部杭・外部杭を概ね均等になるように配置
→ 内部杭：盛土中心部の荷重を負担
外部杭：法尻部の荷重を負担

内部杭・外部杭のピッチ

- 横断方向 2.0~5.0m
- 縦断方向 2.0~7.0m

設計手法における工夫

2.開発技術の概要

最適仕様の検討手順

改良率の設定 → 平面配置の設定 → 改良深度の検討 → 仕様決定

④改良仕様の極端な3形式の変位を計算し、改良体積との関係を図化

設計手法における工夫

2.開発技術の概要

最適仕様の検討手順

改良率の設定 → 平面配置の設定 → 改良深度の検討 → 仕様決定

④改良仕様の極端な3形式の変位を計算し、改良体積との関係を図化

⑤変位制限値との比較から、最適仕様の検討範囲を絞り込む

設計手法における工夫

2.開発技術の概要

最適仕様の検討手順

改良率の設定 → 平面配置の設定 → 改良深度の検討 → 仕様決定

④改良仕様の極端な3形式の変位を計算し、改良体積との関係を図化

⑤変位制限値との比較から、最適仕様の検討範囲を絞り込む

⑥検討範囲付近で、変位制限値を満足する、最小改良体積の仕様を検討し最適仕様とする

設計手法における工夫

2.開発技術の概要

変位計算手法の簡易化

- 3次元解析に比べて簡易な手法での変位計算を可能に
- 手法①：縦断方向に平均化した断面を用いた**2次元解析**
- 手法②：改良地盤を**複合ばねでモデル化**した計算

現場施工における変位抑制効果

3.開発の効果

目的：実施工と事後の動態観測から、**施工性・改良効果**を検証
 適用場所：熊本県の有明海沿岸部、軟弱粘土層が40m

変位制限値

- 盛土沈下量 → 30cm以下 (供用開始後)
- 法尻から10m地点の変位 → ±2cm以下 (施工開始後)

現場施工における変位抑制効果

3.開発の効果

地盤改良後の地表面状況：既存の深層混合処理機械で施工可

現場施工における変位抑制効果

3.開発の効果

動体観測結果

・無対策に比べて盛土、周辺地盤の沈下量を大きく抑制できた

現場施工における変位抑制効果

3.開発の効果

2次元解析との比較

・実地盤の挙動を2次元解析で精度よく再現できた

コラムリンク工法の経済性

3.開発の効果

比較：法尻から10m地点の鉛直変位が2cmとなる仕様を解析で求め、縦断方向100mの工期・工費を比較した

改良形式	法尻ブロック形式	低改良率着底+浅層改良	コラムリンク工法
断面図			
平面図			
深層改良体積			
直接工事費			
工期			

コラムリンク工法の経済性		3.開発の効果	
比較条件 : 法尻から10m地点の鉛直変位が2cmとなる仕様を解析で求め、縦断方向100mの工期・工費を比較した			
改良形式	法尻ブロック形式	低改良率着底+浅層改良	コラムリンク工法
断面図			
平面図			
深層改良体積	49,260m ³	24,923m ³	17,526m ³
直接工事費	24,700万 (100%)	17,700万 (71.7%)	14,500万 (58.7%)
工期	497日 (100%)	294日 (59.2%)	255日 (51.3%)

まとめと今後の課題		4.まとめ
<ul style="list-style-type: none"> 本工法は、盛土や周辺地盤に設定された変位制限値に対して、杭状の改良体と壁状の改良体を最適に配置することで、低改良で効果的に沈下・水平変位を抑制できる工法である。 本工法は、組合せにより改良仕様が無数に存在する工法であるが、要求される変位制限値に対して、最適仕様を簡易に求められる設計手法を考案した。 試験施工により、動態観測結果より得られた変位は、無対策地盤と比較して極めて小さく抑えることが可能となった。 従来技術の深層混合処理をベースにしているため、施工に特殊な機械を必要としないため、汎用性の高い工法である。 今後は、施工事例を増やし、施工上の留意点・適用範囲等をより具体化すること、また工法の普及や技術の促進に努めていきたい。 		

御清聴ありがとうございました