

## アーチ状地盤改良工法における形状効果について

|              |     |        |
|--------------|-----|--------|
| 鹿島建設（株）技術研究所 | 正会員 | ○北本 幸義 |
| 同            | 正会員 | 吉田 輝   |
| 同            | 正会員 | 岡本 道孝  |
| 同            | 正会員 | 上本 勝広  |

## 1. はじめに

近年、軟弱地盤や液状化地盤を対象とした深層混合処理工法などの地盤改良工法では、コスト削減・工期短縮の観点から、地盤全体ではなく部分的に効率的な改良を行う固化工法の開発が望まれている。筆者らは、古くから様々な構造物に用いられているアーチ形状をこの部分的な改良形状として適用したアーチ改良工法(図-1参照)を提案しており、本工法の改良効果に関して遠心模型実験、弾塑性 FEM 解析から定量的評価手法を確立している<sup>1)</sup>。本報告では、アーチ形状の違いが改良効果に及ぼす影響に関して解析的評価を行った内容について報告する。

## 2. 弾塑性 FEM 解析

解析条件は、遠心模型実験のシミュレーションを行った弾塑性 FEM 解析<sup>1)</sup>と同様のものを用いており、深さ 12m（軟弱地盤 10m、支持層 2m）の地盤の中央部を幅 20m の範囲でアーチ改良（脚部を支持層に 2m 根入れ）した場合を想定し、アーチ形状の違いによる改良効果について検討するため、図-2 に示す 3 種類の改良形状を設定した。これらは改良率を 63%（CDM 工法による全体改良では 25% の間引きに相当）で一定として、改良体の脚部が細、中、太（天端厚さについては厚、中、薄）を対象としている。要素分割は四角形要素にて行い、拘束条件は左右面で水平方向変位拘束、下面で鉛直変位拘束であり、排水条件は左右面で非排水条件、上下面で排水条件とした。改良体上部の荷重は単位体積質量  $1.8\text{t/m}^3$  の地盤材料を荷重速度  $3\text{cm/day}$  で 9m 盛土造成（法面は鉛直）すると想定した。また、図-1（左部）に示すように縦断方向へ連続した形でアーチ改良を適用すること考えられるため、図-2 の 3 種類のケースに対し、改良体側面（左端から 10m）の水平方向変位を拘束した条件についても検討を行った。さらに、アーチ形状による改良効果を従来工法と相対的に比較するため、同等の改良率で改良体を全て支持層まで根入れした杭式改良（杭径  $1.8\text{m} \times 7$ ）に対する解析も行った。

## 3. 解析結果及び考察

図-3 に各ケースにおける改良体内周部のひずみ分布とともに改良体下部地盤の支持層上面における土圧増分分布を示す。全てのケースにおいて支持層よりやや高い箇所で改良体に圧縮ひずみの最大値が発生すること、また、アーチ形状の



図-1 アーチ改良工法概要図

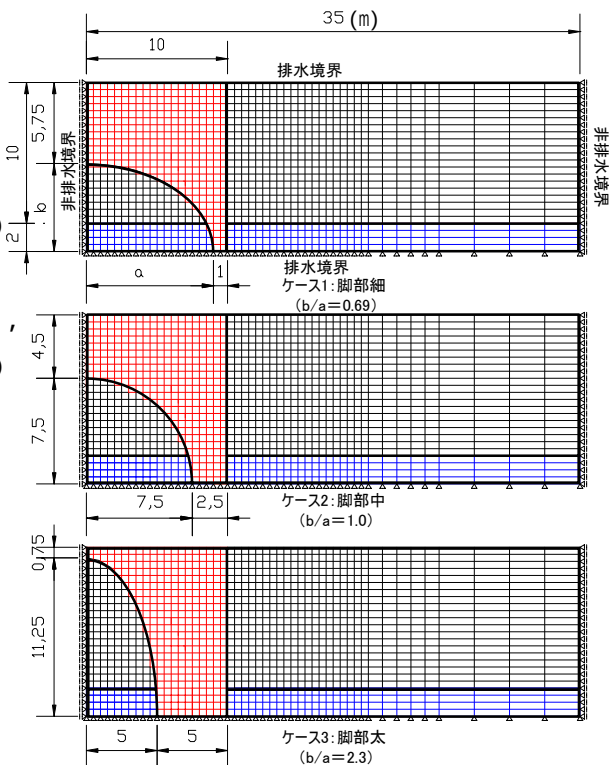


図-2 要素分割図

キーワード アーチ作用、地盤改良、盛土、変形

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 3-4-1 鹿島建設技術研究所 T E L 0424-89-7692

違いにより範囲・大きさは異なるもののアーチクラウン部にて引張りひずみが確認できた。本工法では改良体を原位置攪拌により構築するため、引張り応力の発生は改良体の安定性に大きく影響を及ぼすが、アーチ改良体の縦断方向への連続的な構築を想定した改良体側面の水平変位を拘束条件とした解析結果によれば、いずれのケースもクラウン部での引張りひずみ、アーチ肩部での圧縮ひずみが減少しており、このような適用方向が有利となることが分かった。また、本工法のメリットとして考えられる既設地中構造物上部の地盤改良へ適用した場合においては(図-1参照)、構造物の安全面から改良体下部未開領域の土圧増加が問題となる。支持層上面ではケース1(脚部細)で脚部付近にて増分が大きくなったが、全てのケースにおいて改良体側面の変位拘束条件に関らず、土圧はほぼ一様であった。次に、各ケースの改良体中央部における深さ方向の土圧増分分布を図-4に示す。土圧増分は、改良形状と改良体側面の拘束条件により異なるが、これらの増分(4.5~7.8kPa)は改良体上部の載荷荷重 158.8kPa(盛土 9m)の2.8~4.9%と小さかった。

図-5 にアーチ改良体側面の水平変位を杭式改良の結果とともに示す(改良体側面:自由)。アーチ改良ではケース(脚部形状の違い)により水平変位の最大値となる位置が異なるが、全てのケースにおいて杭式改良に比べ深い位置へ移動するため、地表面での水平変位は従来工法より小さくなることが分かる。また、地盤深さ方向全体の水平変位の総和はアーチ改良が杭式改良に比べ大きくなっているが、これは今回の改良率(63%)では従来工法が有利となるため<sup>2)</sup>である。しかし、変位量は非常に小さく、水平変位抑制効果に関しても改良効果を十分有していると考えられる。

#### 4. まとめ

アーチ改良工法における改良形状の違いが改良効果に及ぼす影響を調べるため、アーチ形状と改良体側面の拘束条件を変えた計6ケースの解析を行い以下のことが分かった。

- ・今回想定した改良率(63%)において、アーチ形状の違いが改良効果に及ぼす影響は小さく、既設地中構造物上部へ適用した場合でも構造物への影響は小さい。
- ・アーチ改良を縦断方向に連続的に用いた方が、改良体クラウン部に発生する引張り応力が低減され有利となる。

#### 参考文献

- 1) 北本幸義, 吉田輝, 岡本道孝, 上本勝広; 地盤改良におけるアーチ形成効果, 地盤工学研究発表会 2004 投稿中
- 2) 北本幸義, 小林一三, 吉田輝, 山田岳峰; 構造的優位性を考慮した部分固化工法, 基礎工, 2003.7, pp.58 - 61

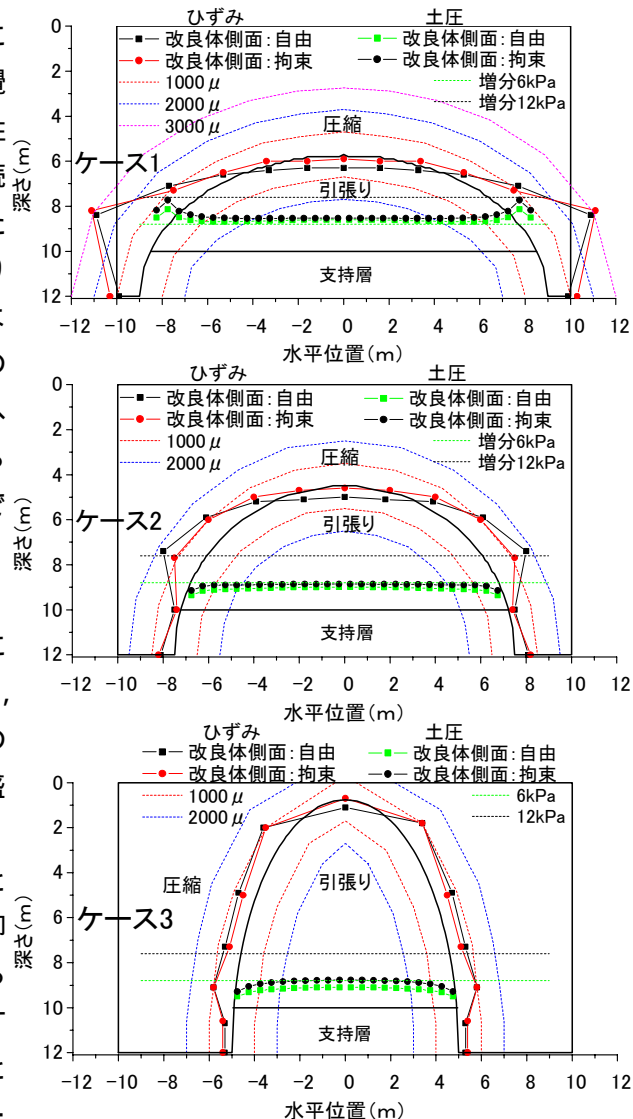


図-3 ひずみ分布及び土圧分布

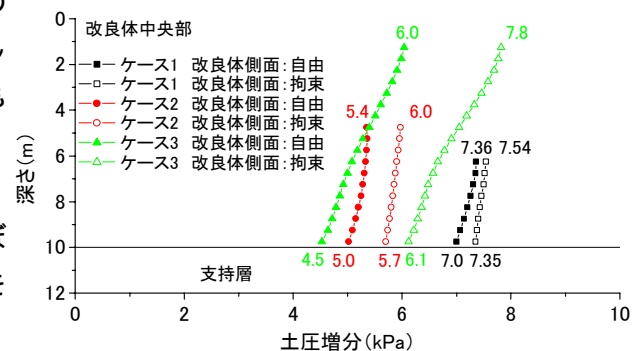


図-4 改良体中央部(深さ10m)土圧比較

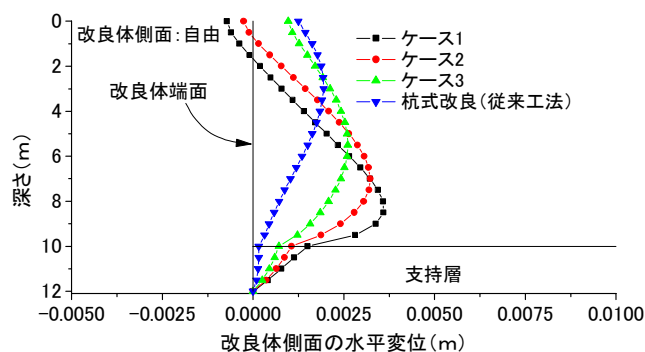


図-5 改良体側面の水平変位