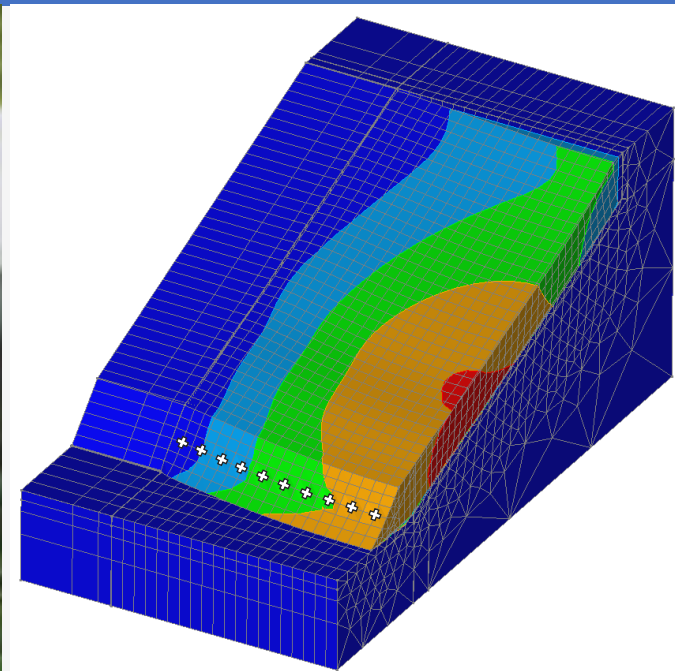


地すべりの物性・形状が アンカー緊張力分布に与える影響の 3次元FEM解析



地盤工学会関東支部：
地震斜面災害のリスク評価・対策法の高度化
及び豪雨による二次斜面災害への対応と備えの研究委員会
2025/9/25 第1回全体委員会・話題提供

自己紹介

2

- ・ **ライト工業(株)について**

- ・ 斜面对策・地盤改良など、主に特殊土木の施工会社
- ・ 創業1943年、従業員数986名

- ・ **東について**

- ・ 2019年度入社（7年目）
- ・ 現在は調査・情報技術の開発業務に従事
...3次元点群の活用など
- ・ 本日は、2021～2023年度に交流研究員として在籍した
(国研)土木研究所地すべりチームでの研究成果として、
下記技術報告の内容をご紹介します

**東龍道・松浦弘明・鷲尾洋一・杉本宏之 (2025) :地すべりの物
性・形状がグラウンドアンカー緊張力分布に与える影響の3次元
FEM解析, 日本地すべり学会誌, 62 巻, 3 号, p. 106-107**

資料LS01-5-2

地すべり対策に用いられるグラウンド**アンカーの緊張力**は、
面的に偏って増加する場合がある



何の要因によって偏りが生じるのか、
3次元FEMを用いてモデル地すべりを解析



解析結果から、**地すべりの側部抵抗**などが
アンカー緊張力増加の偏りに影響すると考察された



将来的に、緊張力増加時の**追加対策の高度化**を目指す

はじめに 研究背景

4

地すべり滑動などにより、
アンカーの緊張力は増加しうる。
放置すれば危険な場合あり。



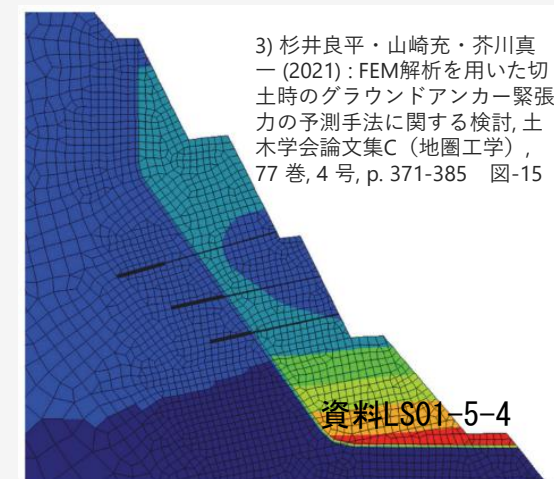
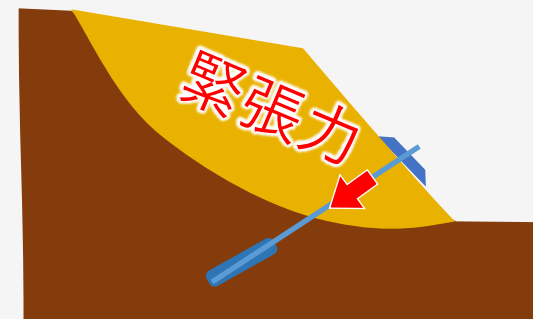
しかし一度の追加対策（増し打ち等）で解決せず、
対応が長期化するケースも。



追加対策後のアンカー荷重を予測する方法がなく、
段階的に対策を行わざるを得ないことが
一因と考えられる。



有限要素法（FEM）を用いた
緊張力の変化予測手法の開発



はじめに 目的

5

緊張力の面的分布には
全体的な増加①や、
中央に偏った増加②が。



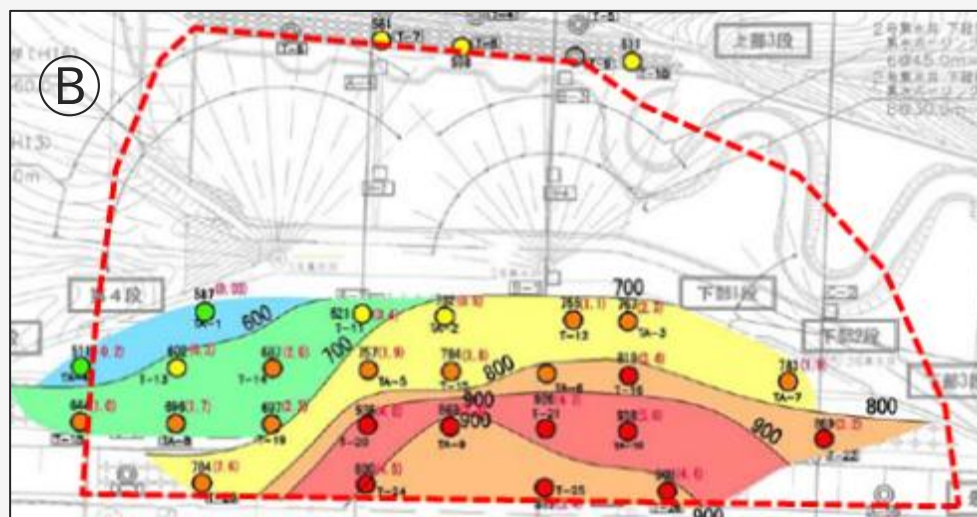
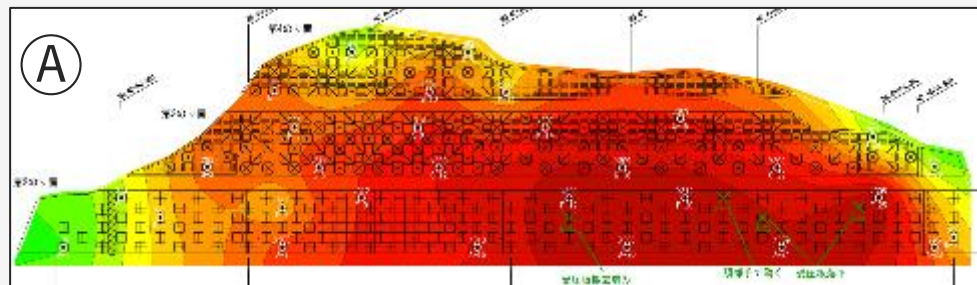
必要な追加対策の範囲も
異なると考えられる



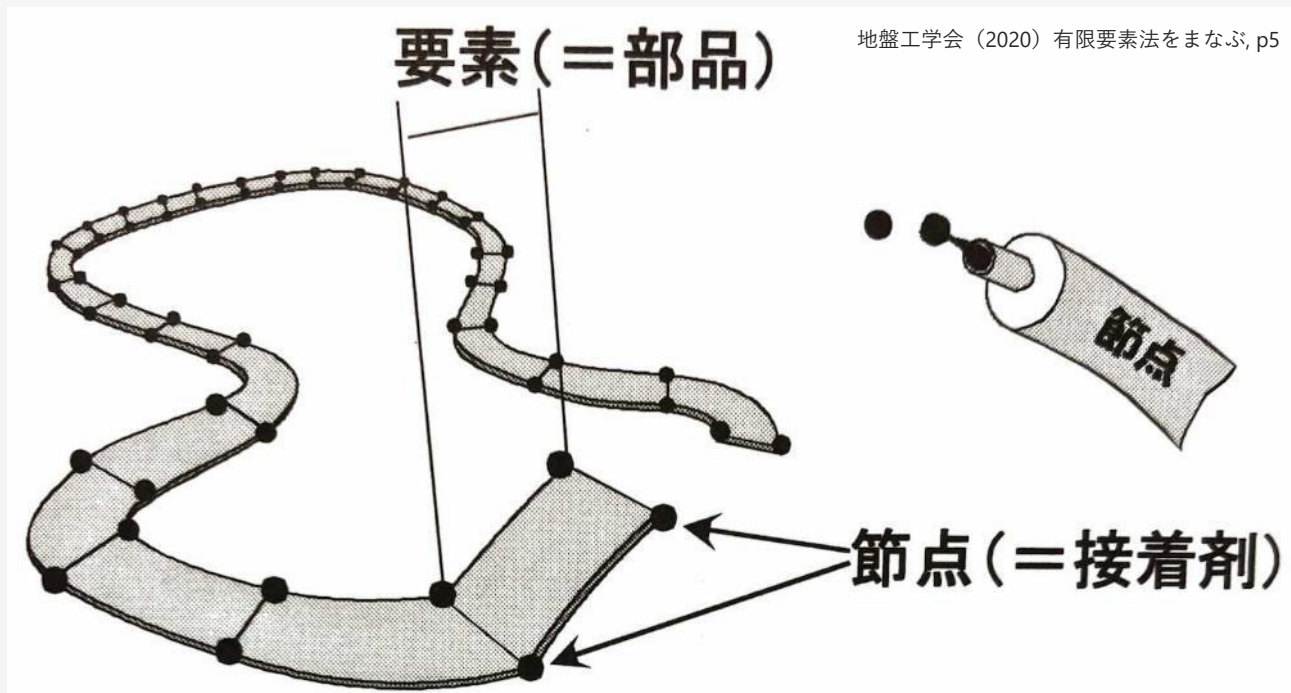
何の要因が
アンカー緊張力の
分布に影響するのか？



3次元FEM変形解析によって検討



有限要素法 (Finite Element Method)
...数値解析の一種



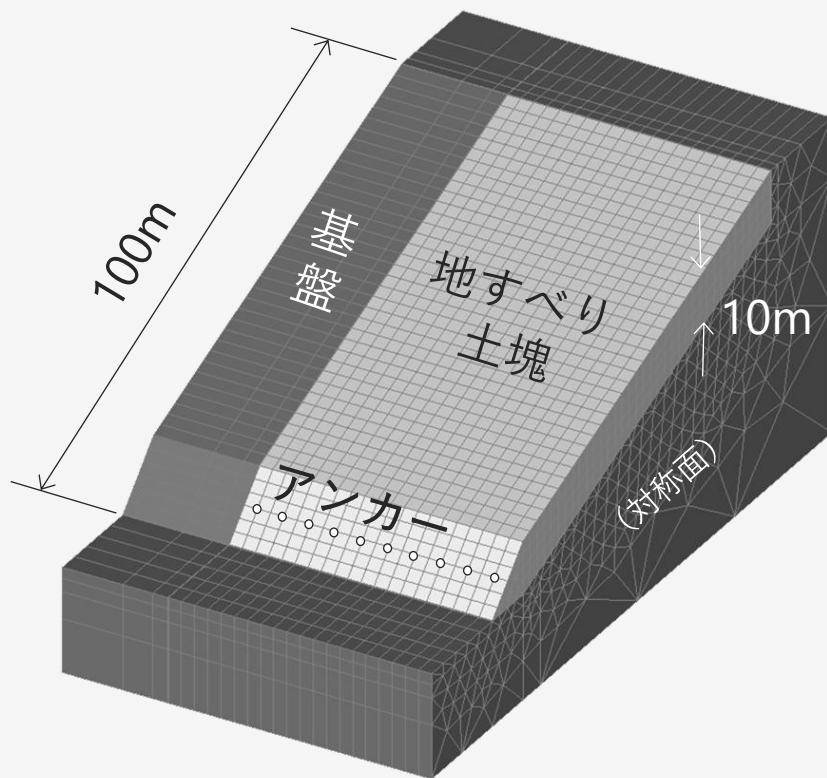
土塊の変形、アンカーの伸びを計算できる
→アンカー緊張力の変化を考慮できる

方法 地盤のモデル

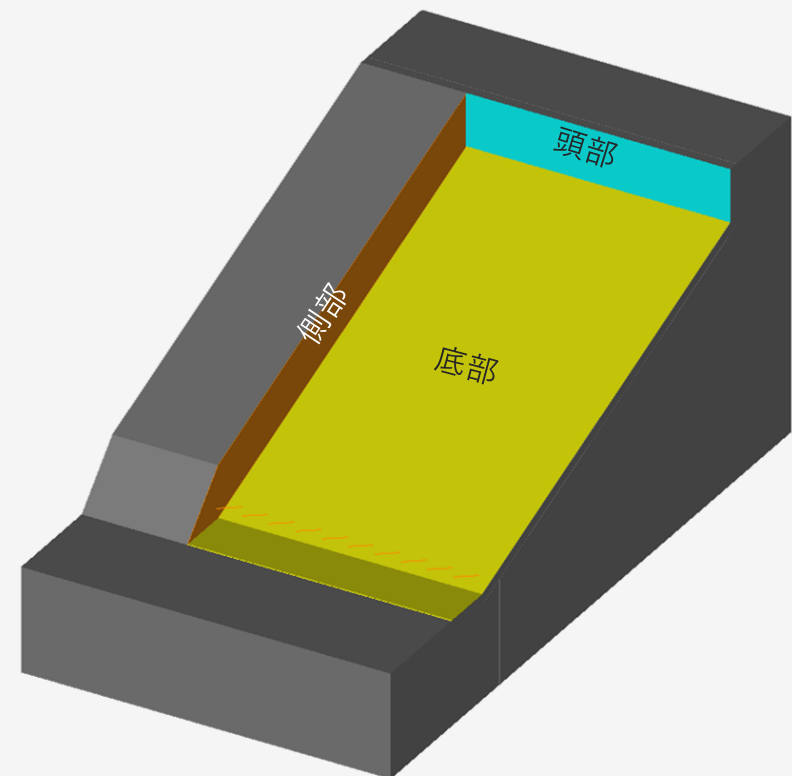
7

モデル化した地すべりを構築

全体像



すべり面部分



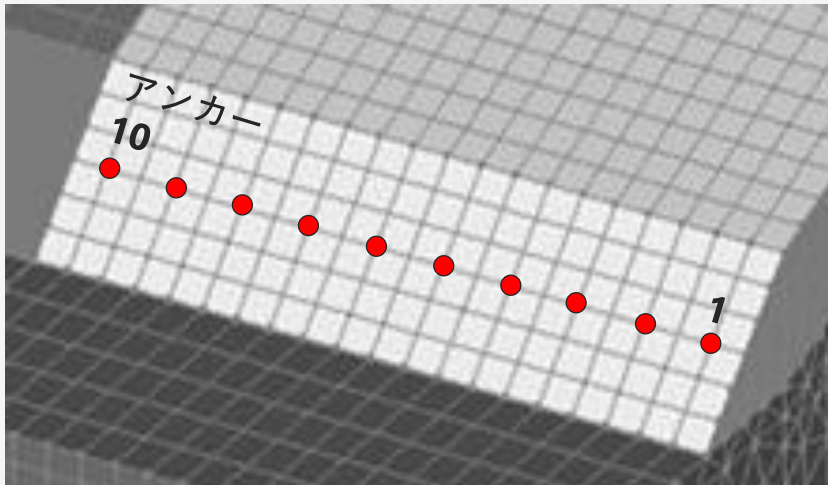
- ※ 弾完全塑性の構成則、MC-DPモデルを使用
- ※ 物性は一般値とした

資料LS01-5-7

方法 アンカーのモデル

8

アンカーは節点集中荷重 + 棒要素でモデル化



節点集中荷重
地すべり滑動前の
アンカー力にあたる

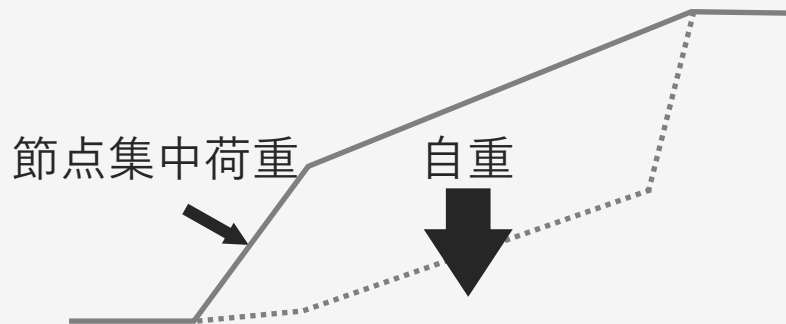


棒要素
移動と伸び/縮みだけの要素
引張り部にあたる

土塊の変形とアンカー緊張力の増分を算出

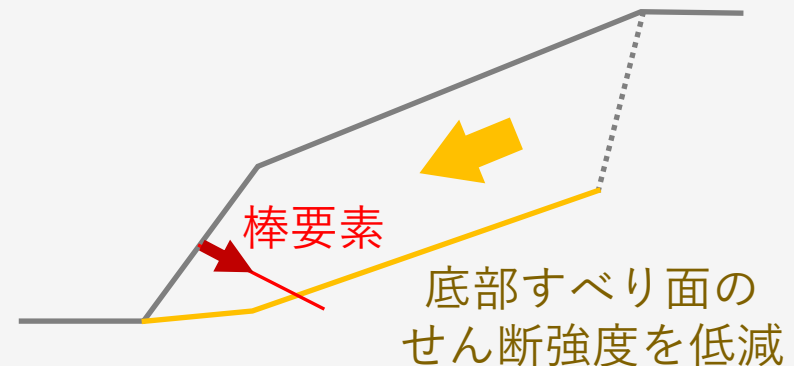
ステージ1

滑動前のつり合い状態を計算。
ここで求まる変位は消去し、
応力のみステージ2に引き継ぐ



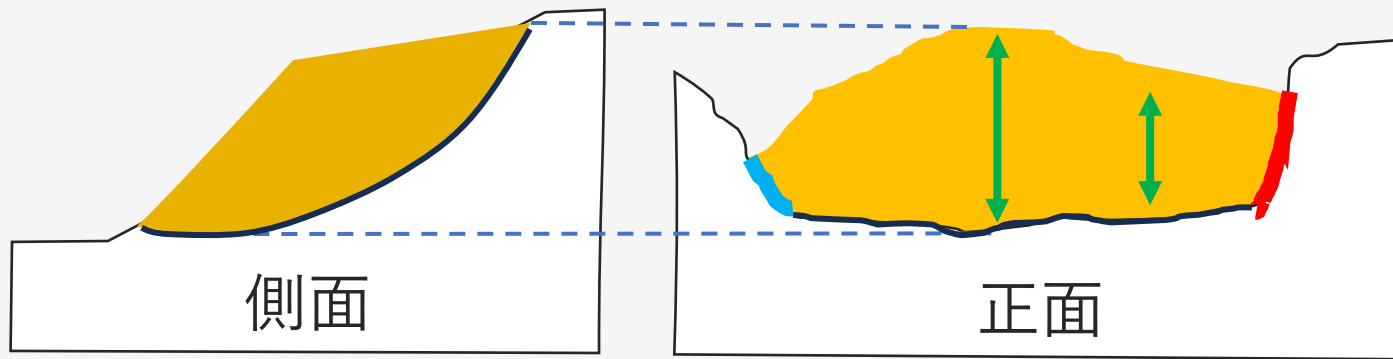
ステージ2

滑動後の静的つり合い状態
(微小変形) を計算。
棒要素に生じる引張り力
= 緊張力増分とみなす



方法 影響要因の候補

10

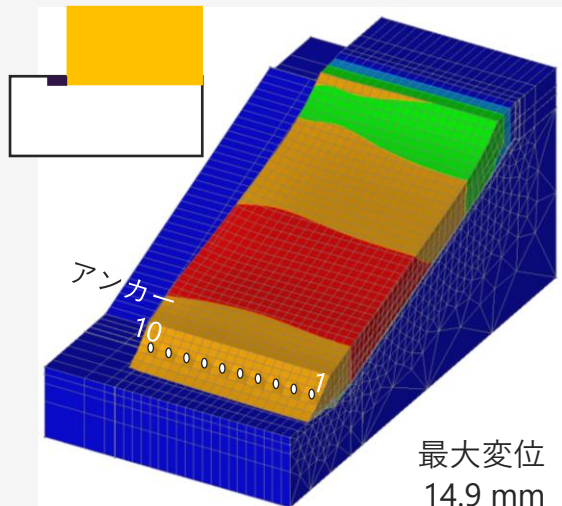


要因		モデルでの表現
側部の 摩擦抵抗	側部の地形 (開析や切土の有無)	側部の 層厚 (面積)
	構成物質、状態、 水平土圧	側部の せん断強度
土塊の地質	硬いか、軟らかいか	変形係数、 ポアソン比
土塊の形状	側部付近と 主断面とでの層厚の違い	横断形状

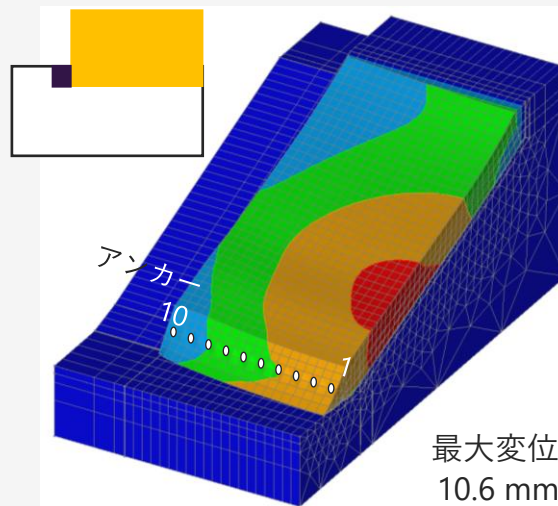
結果例① 側部の層厚（面積）

11

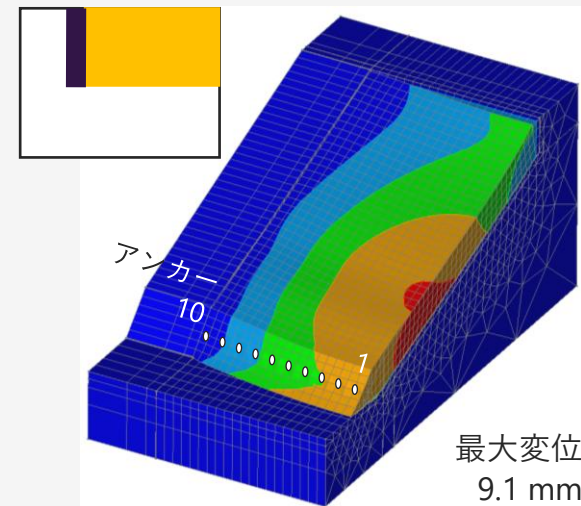
層厚 0.1 m



層厚 2.5 m



層厚 10 m

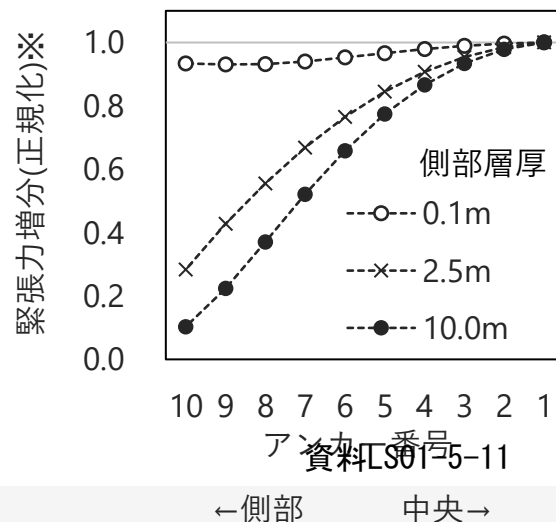


1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0
合成変位（正規化）※

※変形は1,000倍強調。
変位量段彩・
アンカー緊張力増分はそれぞれ、
各ケースの最大値で除して正規化

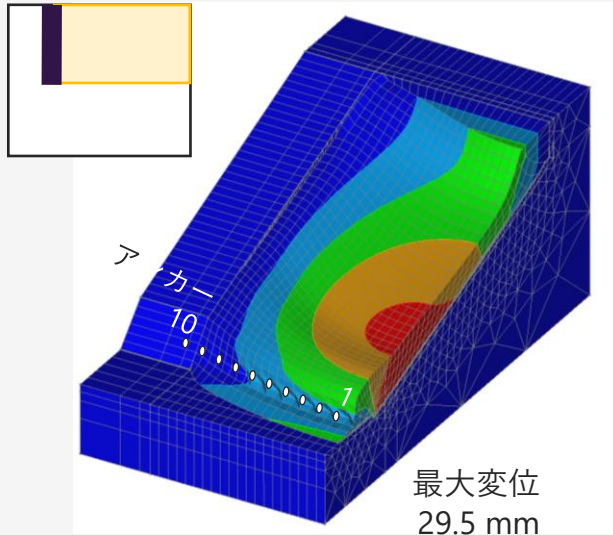
側部が**厚いとき**、

- 変位は側方ほど小さく、土塊の中央がせり出した
- アンカー**緊張力の分布は中央に偏った**

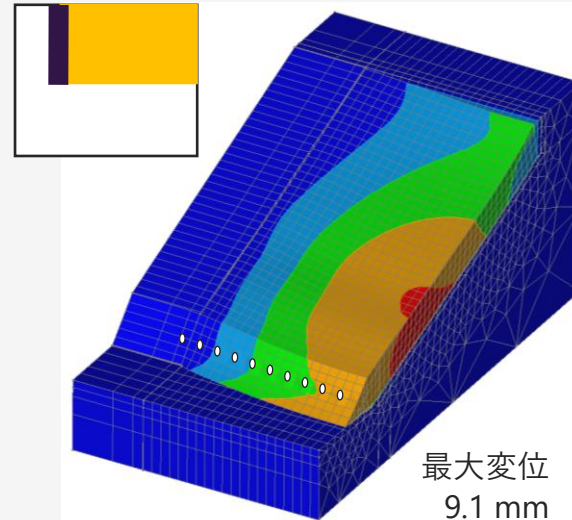


結果例② 土塊の硬さ（変形係数 E） 12

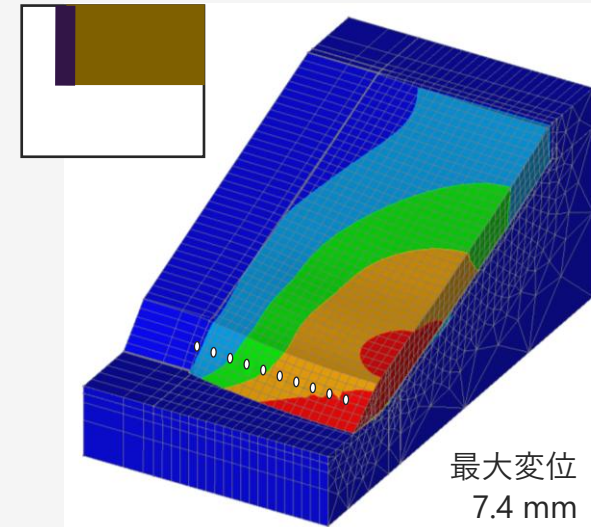
E = 20 MPa



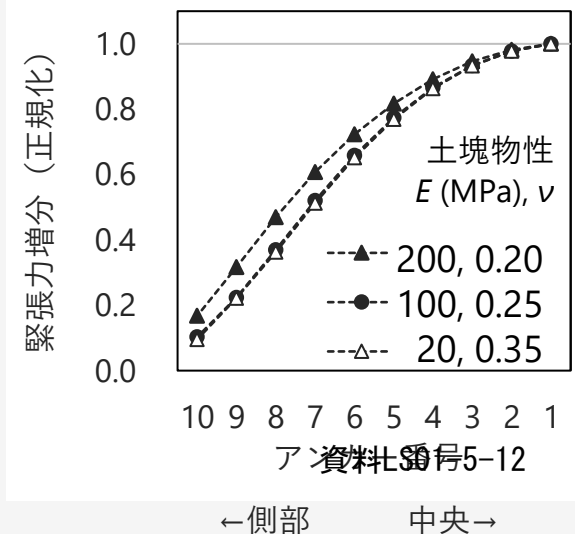
E = 100 MPa



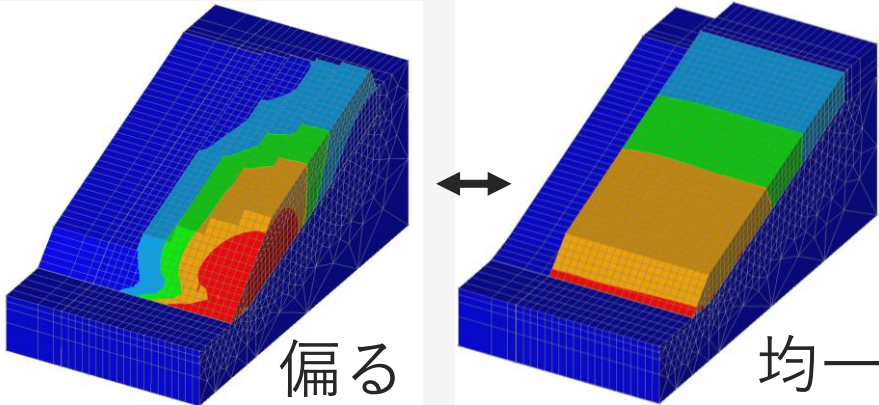
E = 200 MPa



- 土塊が軟らかいとき、変形が顕著だが斜面下方の変位は小。
- 土塊の硬さが異なってもアンカー緊張力の分布には大差なし。



モデル地すべりを用いた3次元FEM変形解析により、
アンカー緊張力分布の要因・傾向を明らかにした。

要因	傾向			影響度
側部の層厚	厚	↔	薄	大
側部の強度	強	↔	弱	大
土塊の層厚	偏る	↔	均一	大
土塊の硬さ	軟	↔	硬	小
土塊の変形 アンカー緊張力				

よって地すべり対策においては、**側部の厚さ**や
土塊の形状の把握・解析への反映が重要と考えられる。

研究を進めることで、

アンカー緊張力増加時の追加対策の計画・施工がより効率的に行えるようになると期待される

(例えば、地すべり側部の抵抗が期待できる状態ならば、中央付近よりも側部付近の追加対策量は少なくても良い、など)

今後は、実務の上で生じる次の課題を実例で検証する必要がある

- 対象とする地すべりが、
側部の抵抗を期待できる状態にあるかどうか確かめる方法
- 算出する対策量において、
長期的な安定を確保するための余裕量の決め方

また、実務上はすべり面の強度定数 c, ϕ をどのように決定するか、も課題となる

そこで現在、地すべりの変位速度から c, ϕ を逆算するべく弾粘塑性解析が試みられている