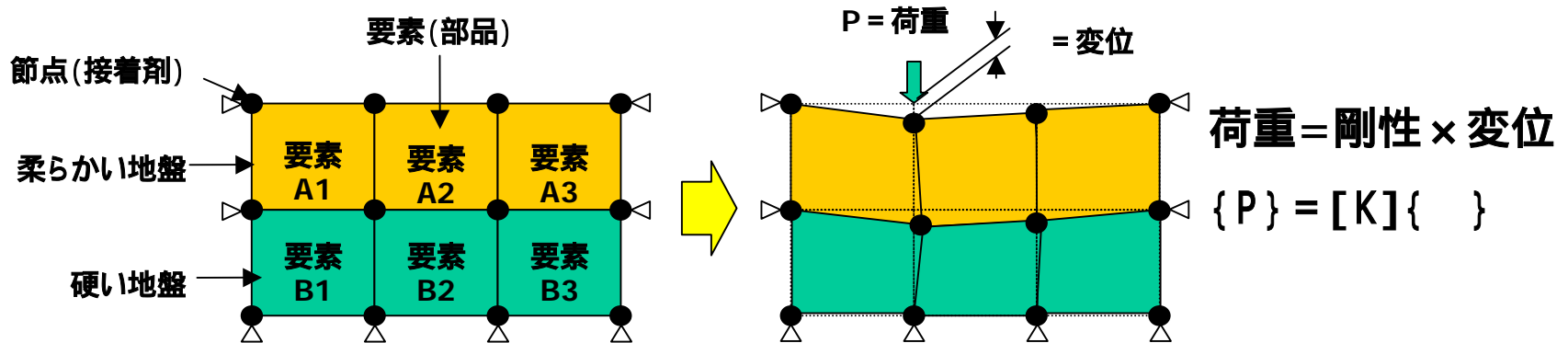


# 環境影響を考えた工法検討のために

- 環境への影響を考えた、よりよい工法を検討するためには、数値解析によるシミュレーションが有効です。
- FEM(有限要素法)解析は、汎用性・柔軟性が高い解析手法のひとつであり、当該区間の沈下解析にはFEMを用います。
- 沈下解析は、地質調査結果(土の構成・物性値、地下水位)、測量結果(地形の正確な座標)などを元にモデル化し、解析を行います。

# FEM解析とは

- FEM解析とは、数値解析のひとつです。
- 解析対象の連続体を、有限な個別の要素に分割し(メッシュ分割)、
- 各要素の剛性や座標を評価・入力(モデル化)し、
- 各要素を重ね合わせ、全体系の行列式(マトリクス)を構成、
- 行列式を数値計算により解くことにより、変位などを求めます。

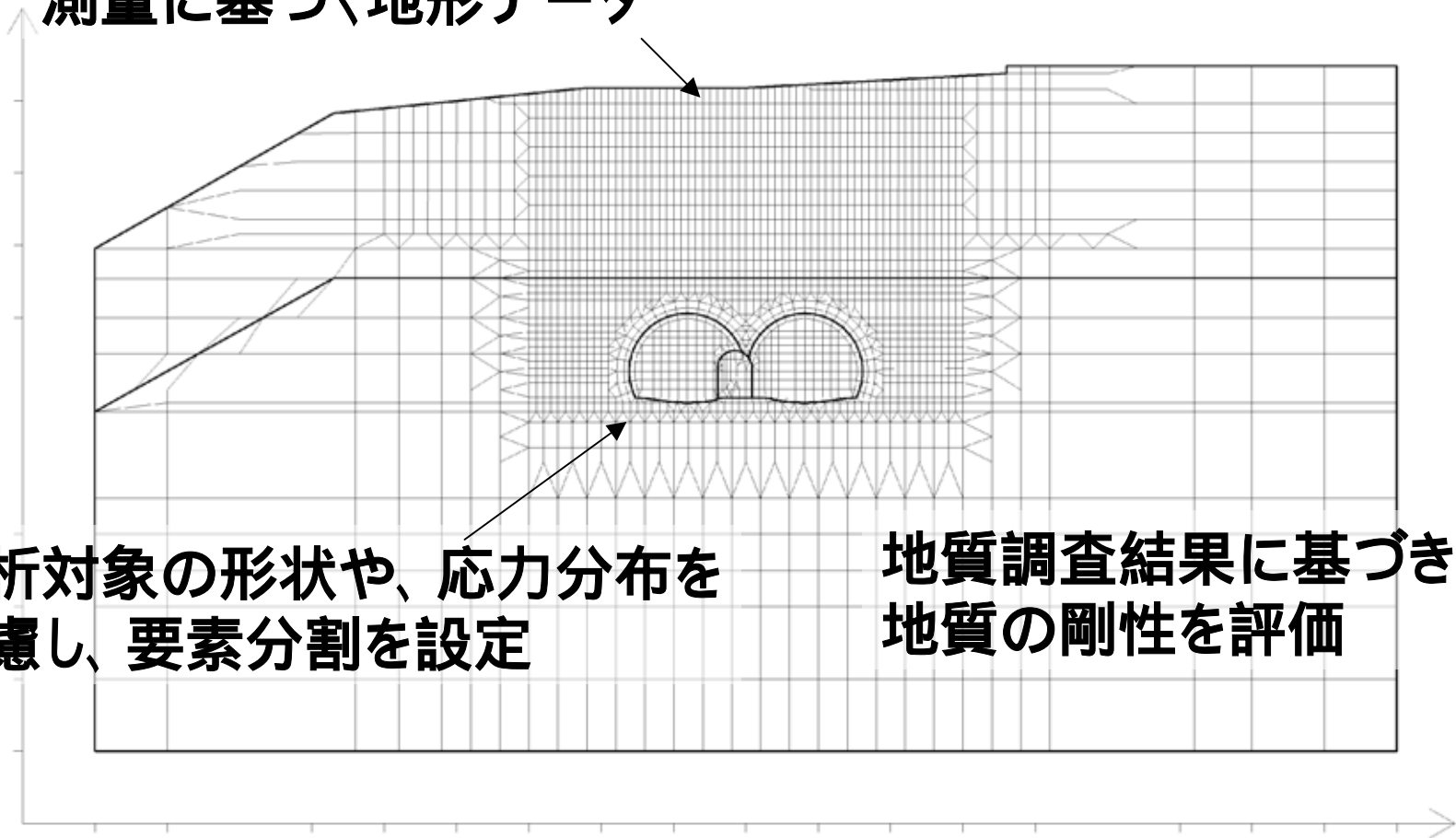


# FEM解析モデル(イメージ)

測量に基づく地形データ

解析対象の形状や、応力分布を  
考慮し、要素分割を設定


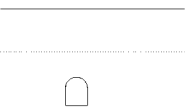
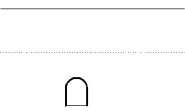
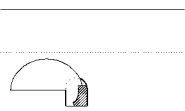
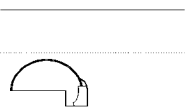
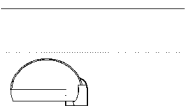
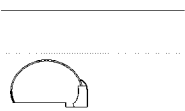
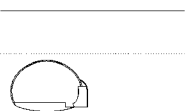
地質調査結果に基づき、  
地質の剛性を評価



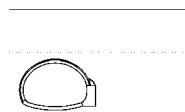
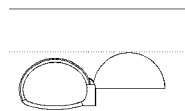
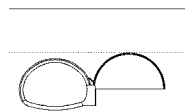
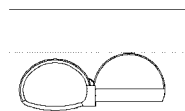
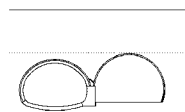
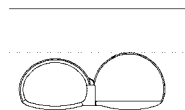
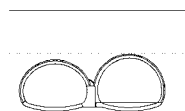
# FEM解析手順について(イメージ)

## 施工ステップに応じて、逐次計算を実施

CASE-1 (無対策時)

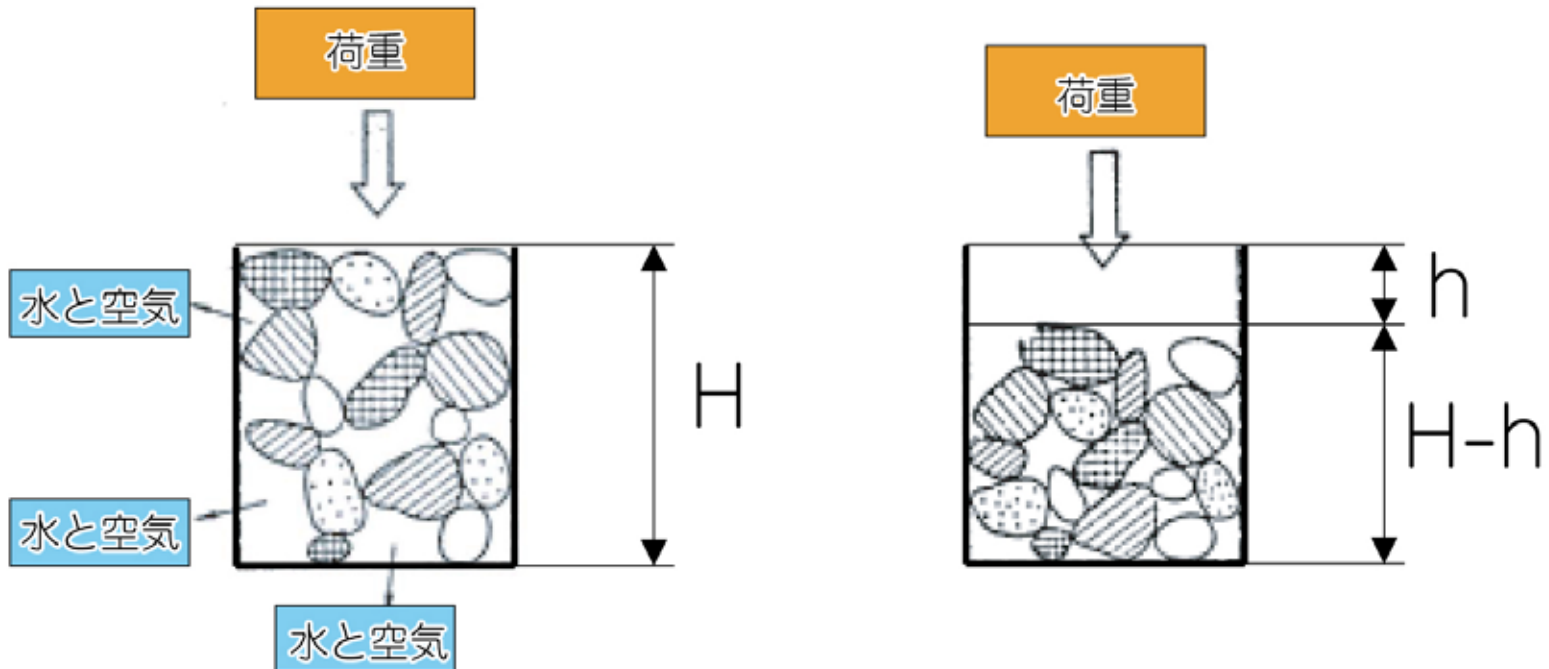
STAGE-1		・初期応力解析
STAGE-2		・導坑掘削 (解放率 $\alpha = 40\%$ )
STAGE-3		・導坑支保工設置 (解放率 $\alpha = 60\%$ )
STAGE-4		・invertコンクリート打設 ・先進坑上半掘削 ( $\alpha = 40\%$ )
STAGE-5		・先進坑上半支保設置 ( $\alpha = 60\%$ )
STAGE-6		・先進坑下半掘削 ( $\alpha = 40\%$ )
STAGE-7		・先進坑下半支保設置 ( $\alpha = 60\%$ )
STAGE-8		・先進坑invert掘削 ( $\alpha = 100\%$ )

CASE-1 (無対策時)

STAGE-9		・先進坑invertコンクリート打設 ・先進坑二次覆工コンクリート打設
STAGE-10		・後進坑上半掘削 ( $\alpha = 40\%$ )
STAGE-11		・後進坑上半支保設置 ( $\alpha = 60\%$ )
STAGE-12		・後進坑下半掘削 ( $\alpha = 40\%$ )
STAGE-13		・後進坑下半支保設置 ( $\alpha = 60\%$ )
STAGE-14		・後進坑invert掘削 ( $\alpha = 100\%$ )
STAGE-15		・後進坑invertコンクリート打設 ・後進坑二次覆工コンクリート打設

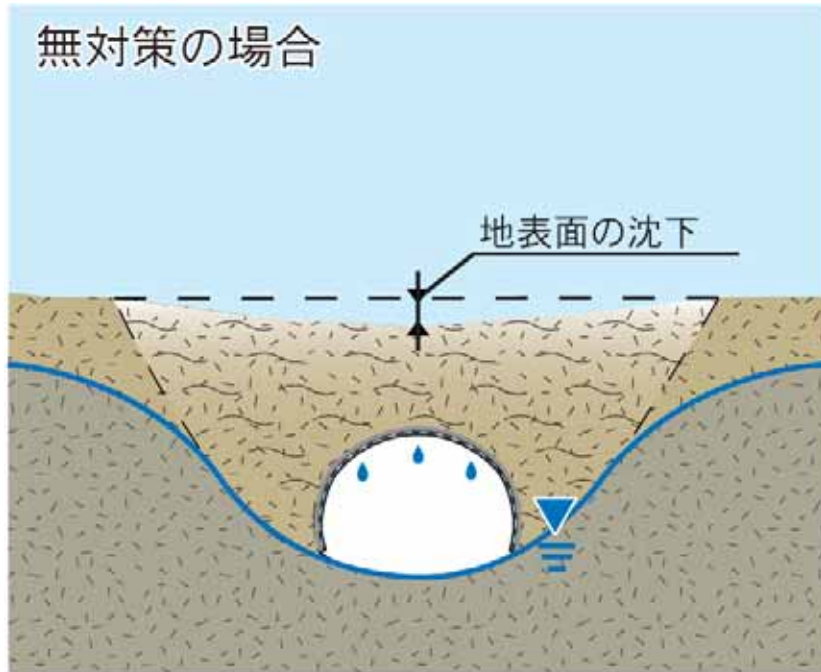
# 圧密沈下とは？

- 土の中の土粒子と土粒子の間にある間隙が(地下水位の低下等により)減少し、土の骨格構造が変化することにより体積が減少する。

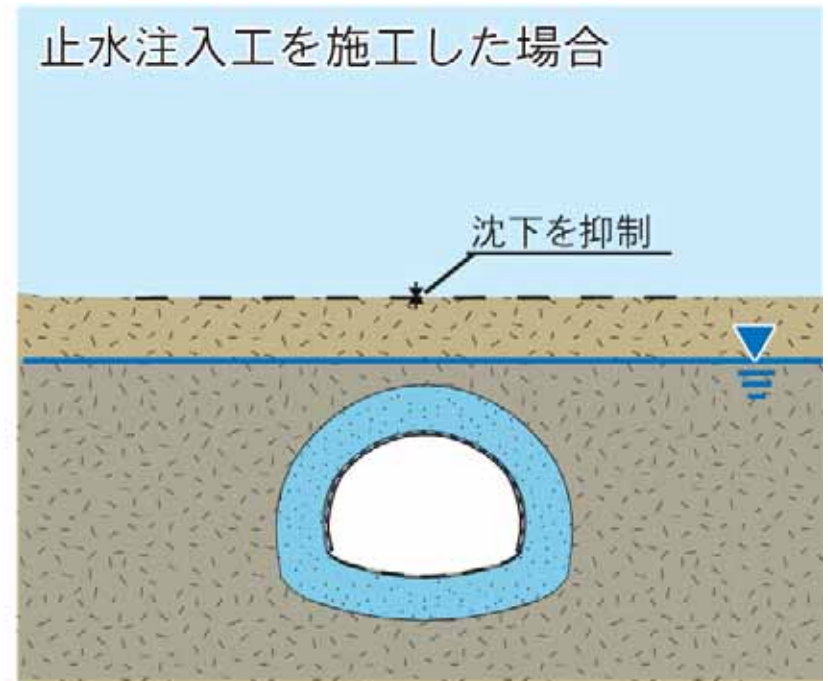


# 止水注入工法の効果

- 周辺地山への難透水性ゾーンを形成することで、トンネル掘削時での地下水の漏れ出しを防ぎ、地下水位低下による圧密沈下を抑制する。



トンネル内への漏水により、地下水位が低下し圧密沈下が発生



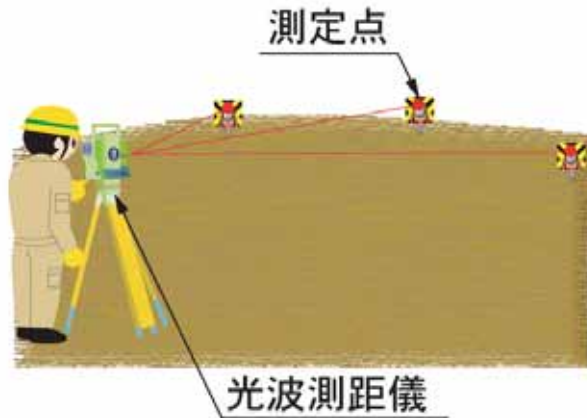
トンネル内への漏水、地下水位の低下を防ぎ圧密沈下を抑制

# 計測管理

- 施工時は、継続的な測定により、常に地盤の状況を把握。測定結果は、解析モデルにも反映し、最適化を図る。

- 坑外計測

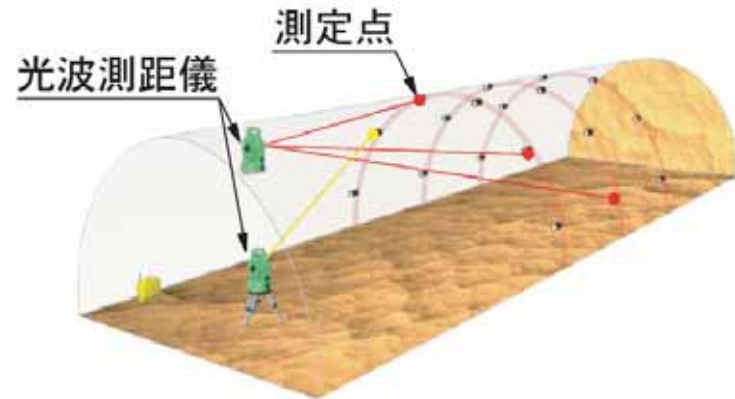
- 坑外計測
  - 地表面沈下測定
  - 地下水位測定
  - 地中埋設物沈下測定



地表面沈下測定のイメージ図

- 坑内計測

- 坑内計測
  - 切羽(掘削面) 観察
  - 内空変位測定
  - 天端・脚部沈下測定



坑内計測のイメージ図