

DeepSWING法

開発と施工中トンネルでの適用

DeepSWING法とは

- 予測した坑口湧水量を効率的に施工に反映する為、湧水の鉛直浸透と切羽前方の地下水位低下の影響を考慮できる予測手法を開発
※従来のSWING法の簡単に水理定数を修正できる利点を保持
- データ同化手法と深層学習を併用することで観測結果のフィードバックを行い将来予測精度を向上

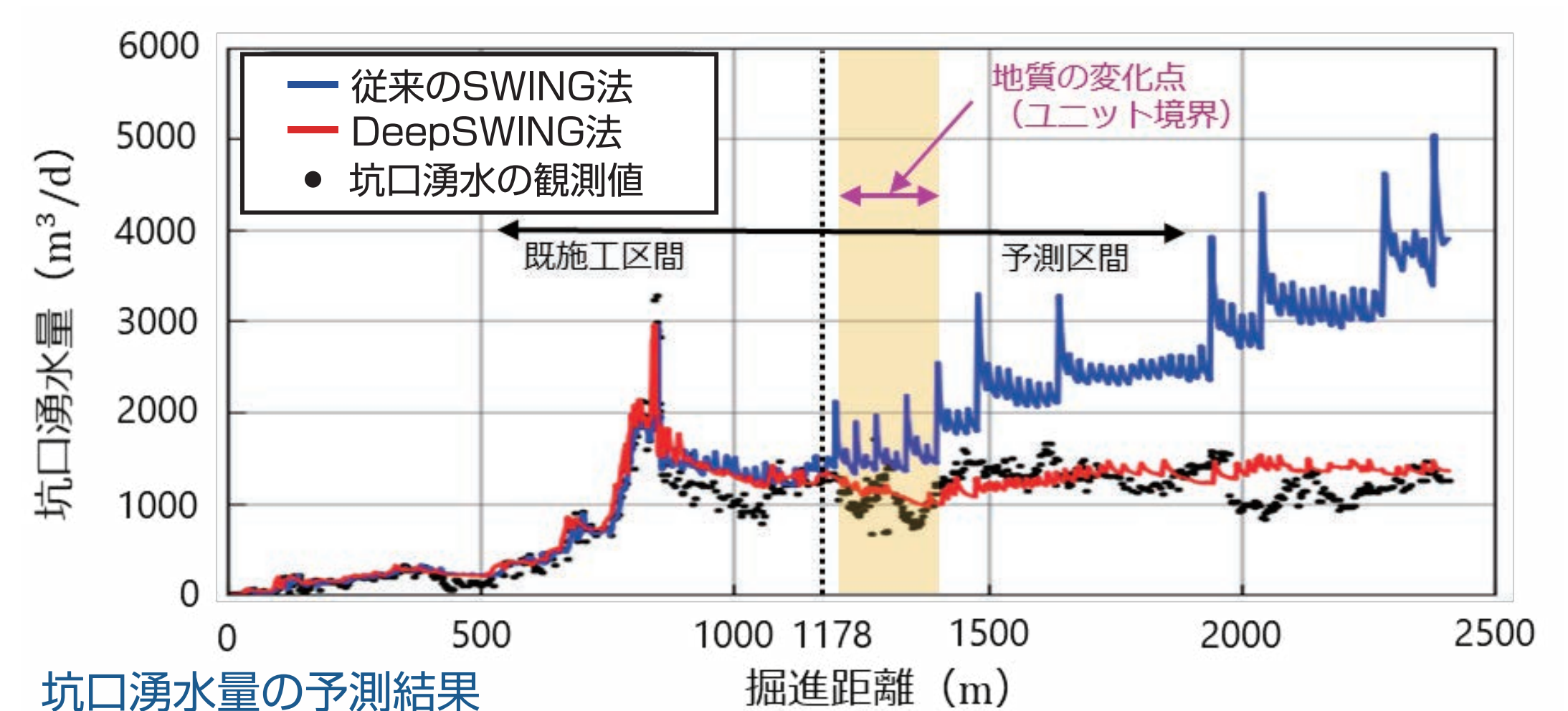
令和4年度 地盤工学会 論文賞受賞
「トンネル施工時の湧水量の予測手法の拡張と実トンネルへの適用」



トンネル壁面からの突発湧水状況

DeepSWING法の特徴

- 既往の物理モデルを拡張したことにより、地質の変化点であっても坑口湧水量を精度良く予測可能
- 複雑な収束計算がなくても、坑口湧水量の観測値を反映して解析モデルの透水係数の修正が可能
- 岩盤工学的な物性がほぼ一様で湧水量の変動の小さい地山を対象とした予測手法
- 同定済の透水係数と各種地山特性との相関を学習データとした深層学習とデータ同化とを併用して未施工区間へのフィードバックを実装

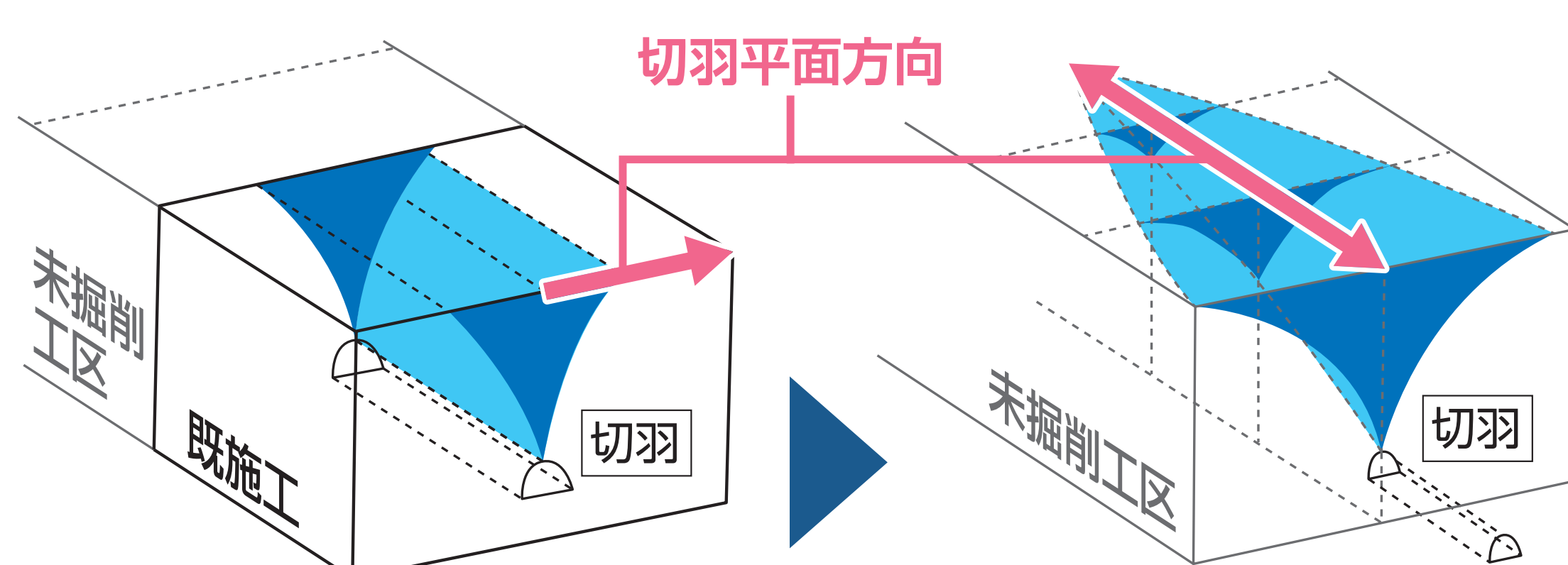


坑口湧水量の予測結果

物理モデルを拡張した湧水量の予測手法

- ・切羽前方スライスでも、切羽側面と同様にDupuitの準一様流に準拠した水位低下が発生すると仮定
- ・Bearの式を基に湧水の鉛直浸透も考慮できるように補正した式^{※1}を採用
- ・SWING法と同様に、逐次型データ同化手法であるアンサンブルカルマンフィルター^{※2}を用いて、坑口湧水量の観測値を基に水理定数を修正
- ・深層学習を導入することにより、現実の傾向に沿った未施工区間の透水係数を予測することが可能

切羽前方の地下水位低下イメージ図

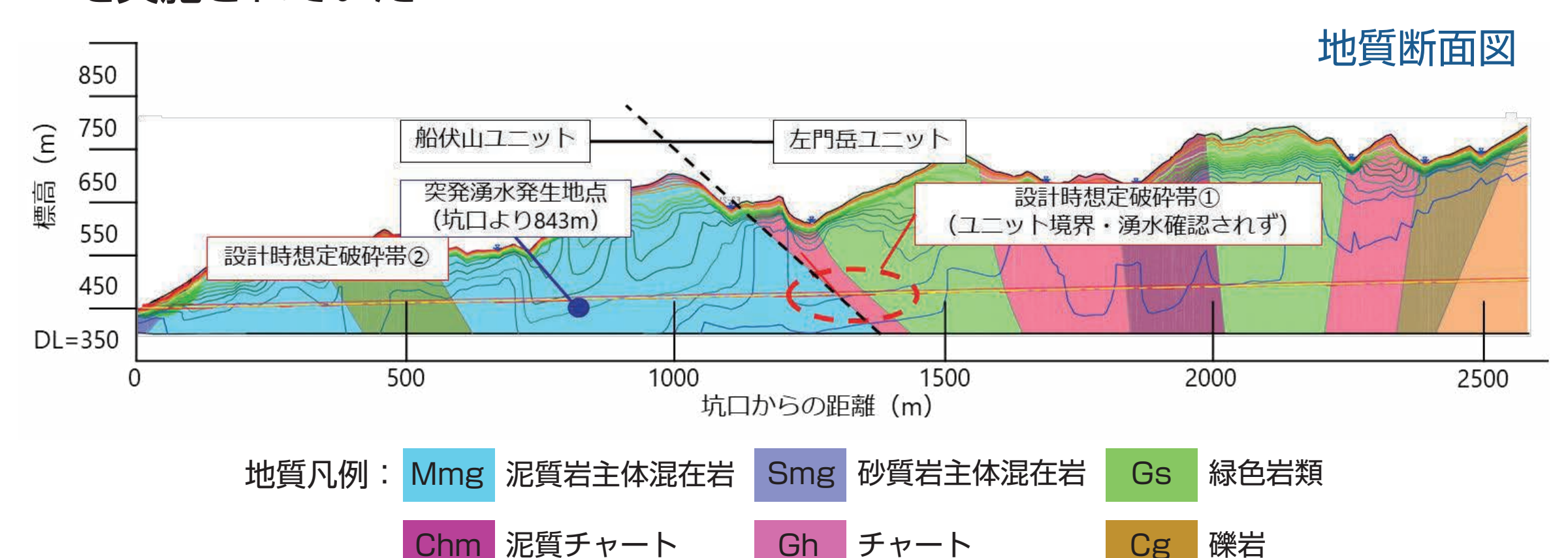


従来のSWING法

DeepSWING法

実トンネルにおける情報化施工の事例

- ・従来のSWING法の解析実績のある岩盤工学的な物性がほぼ一様で湧水量の変動の小さい実トンネルを対象に、提案手法を適用し、物理モデルを拡張することの有効性を評価した
- ・施工区間の地上部は人間の立ち入りが難しい山間部であり、実施工では坑口から843m地点で突発湧水が確認され、それ以降の施工で、地質の変化点での支保パターンの見直しを行うため、従来のSWING法を用いた情報化施工を実施されていた



地質の変化点で支保パターンの変更を検討する際にも
予測結果を反映できる可能性がある

※1 西垣誠、小松満、入江彰、矢野耕一郎、太田拓郎：
山岳トンネル掘削時の地下水変動の簡易的予測と適用性、土木学会論文集、No.778/Ⅲ-69, pp.125-137, 2004
※2 樋口知之、上野玄太、中野慎也、中村和幸、吉田亮：
データ同化入門-次世代のシミュレーション技術、pp.78-100、朝倉書店、2011。
※3 パシフィックコンサルタンツと共同開発