



1

背景

シールドトンネルを取り巻く背景

- ◆用地確保の課題から長距離化
- ◆都市部の地下がトンネルで過密しているため大深度化
- ◆少子高齢化による担い手不足
- ◆管理項目の複雑化



シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下茂樹

1

2

目的・目標

目的: 熟練オペレーターと同等以上の最適な方向制御を支援するシステムの実現

シールド掘進における線形の品質精度高度化および品質管理効率化を図る

シールド工法におけるセンシング技術



シールド工法熟練者のノウハウを学習した
AIが方向を予測



目的①: 高度なシールド掘進手法の確立

将来の到達点を予測しつつ最適な操作を探索する。
探索結果より、1リング毎の掘進指示書を迅速に作成し、掘進精度の向上を図る。

目的②: シールド工事における品質維持の信頼性を向上

掘進精度を高め、セグメント出来形の蛇行を抑えることで長期的な品質維持の信頼性を高める。

目標: 高精度な方向予測を高頻度で行うことで掘進精度を20%向上させる



奥村組
OKUMURA CORPORATION

シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

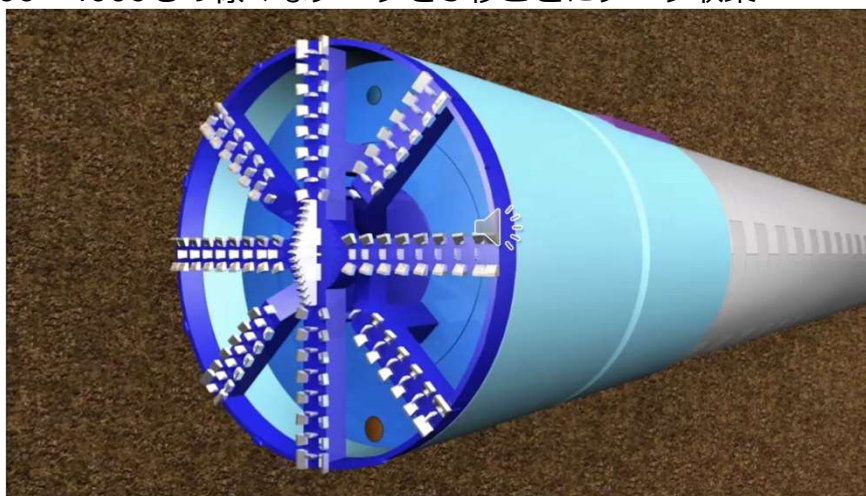
2

3

シールド掘進のデータ

【シールド掘進】

◆200~4000もの様々なデータを5秒ごとにデータ収集



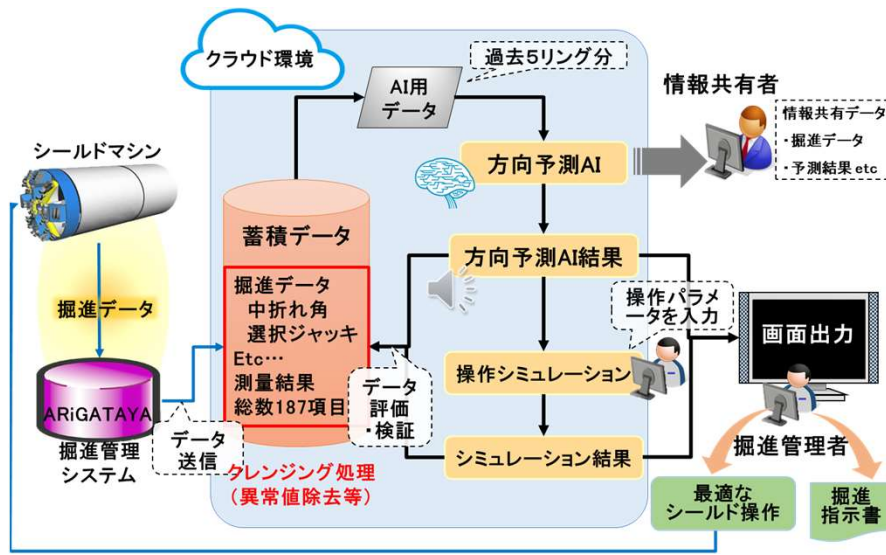
奥村組
OKUMURA CORPORATION

シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

3

4

AIシステムの構成

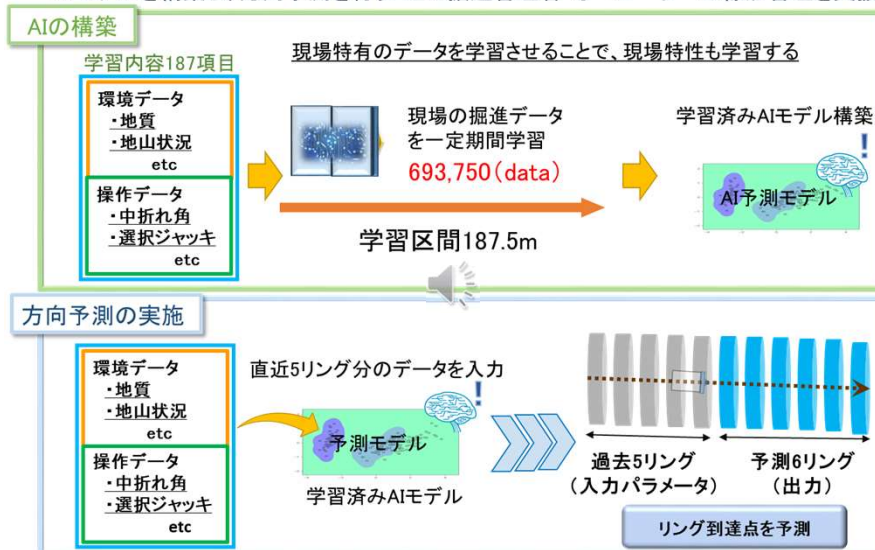


奥村組 シールド工事におけるAI方向予測システム
OKUMURA CORPORATION (株)奥村組 木下 茂樹

5

方向予測AIの学習について

AIモデルを構築し、方向予測を行うことで掘進管理者・オペレーターの線形管理を支援



奥村組 シールド工事におけるAI方向予測システム
OKUMURA CORPORATION (株)奥村組 木下 茂樹

6

方向予測 AI の学習について

データ	評価対象	初期掘進および本掘進データ 最大約11リング/日(17m/日)
	使用データ	1データ/リング 掘進管理システムから出力される1データ/5秒を基に変換を実施
AIモデル	目的変数	水平偏差(先端) 垂直偏差(先端)
	説明変数	187項目の説明変数を定義
	アルゴリズム	SVM(サポートベクターマシン)
	モデル数	分析に必要なモデル数を検討(20~80モデル程度)
システム	予測頻度	1リング単位
	システム構成	PC(windows10)内で予測、画面表示を実施
	評価方法	評価用の画面を掘進管理室に表示

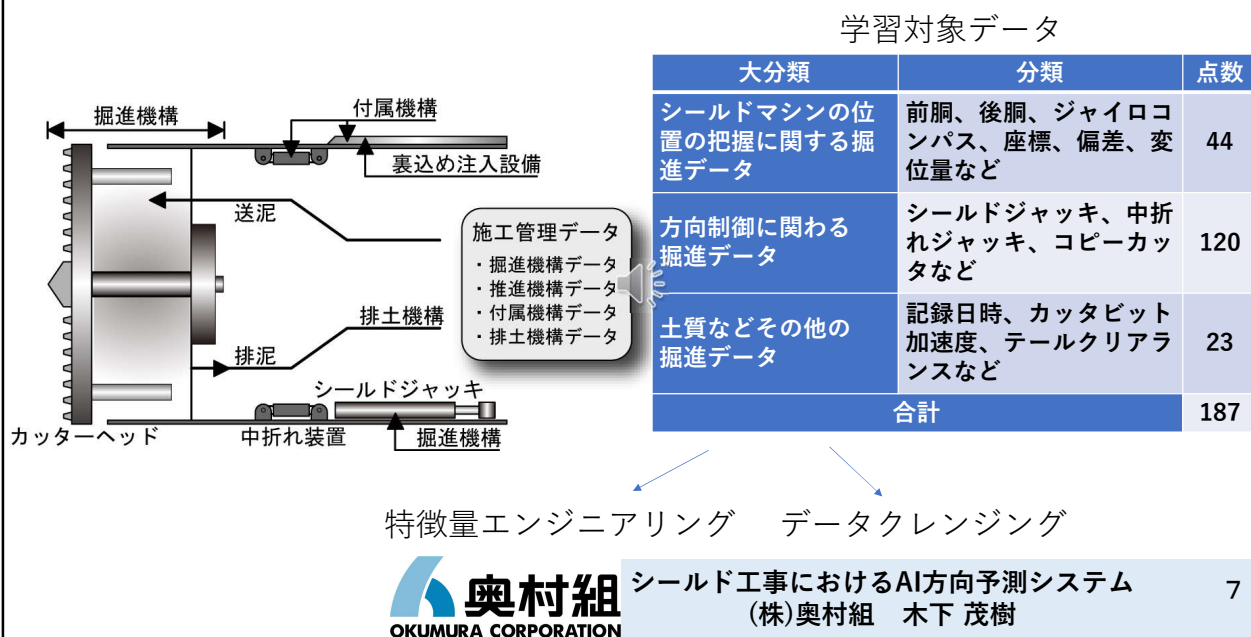


シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

6

7

方向予測 AI の学習について

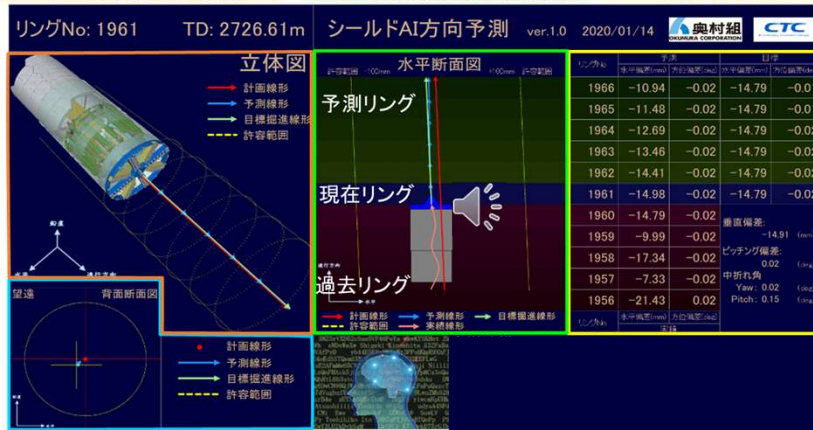


8

方向予測 AI の出力

方向予測AI出力画面

立体図 計画線形に対して、現在のシールドマシン位置を立体で表現
水平断面図 計画線形に対して、現在のシールドマシン位置を水平方向で表現
数値表示 過去リング実績偏差・予測偏差 目標偏差値など



背面断面図

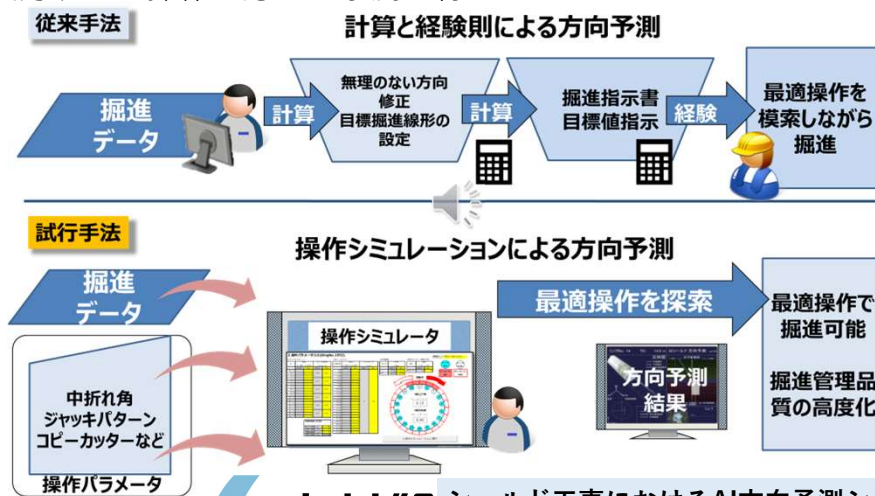
計画線形に対して、現在のシールドマシン位置を円形断面で表現 掘進データをリアルタイムで読み込み予測結果を表示



シールド工事におけるAI方向予測システム
 (株)奥村組 木下 茂樹

操作シミュレーション

- ◆方向予測 AI を利用した、シールド操作のシミュレーター
- ◆操作を入力すると操作に応じた予測を行う



シールド工事におけるAI方向予測システム
 (株)奥村組 木下 茂樹

操作シミュレーション

- ◆ 6項目のシールドの掘進操作を自由に入力し、シールドの線形を予測できる【最適な操作を探索】

ジャッキパターン	ジャッキ速度	コピーカッター選択	コピーカッターストローク	中折れ角	切羽カッター回転方向
18項目 ON・OFF	6項目 数値	24項目 ON・OFF	1項目 数値	2項目 数値	1項目 右・左

操作パラメータの入力画面

2. 操作パラメータ入力(RingNo.1952)

ジャッキパターン				コピーカッター				中折れ角		切羽カッター回転方向	
No.	選別	ジャッキ速度 (mm/rev)	選別	ストローク (mm)	中折れ角	選別	選別	選別	選別	選別	選別
No.18	1	1			1	1					
No.1	1	44.0	42.0		1	1					
No.2	1				1	1					
No.3	1				1	1					
No.4	1	44.0	42.0		1	1					
No.5	1				1	1					
No.6	1	44.0	42.0		1	1					
No.7	1				1	1					
No.8	1				1	1					
No.9	1	44.0	42.0		1	1					
No.10	1				1	1					
No.11	1				1	1					
No.12	1	44.0	42.0		1	1					
No.13	1				1	1					
No.14	1				1	1					
No.15	1				1	1					
No.16	1	44.0	42.0		1	1					
No.17	1				1	1					

中折れ角: 上下 0.13, 左右 0.00

切羽カッター回転方向: 選別 (1:右, 2:左)

中折れ上下角 (上: [+], 下: [-]) 0.15

中折れ左右角 (左: [-], 右: [+]) 0.00

3. 操作シミュレーション実行

方向予測システム



(株)奥村組 木下 茂樹

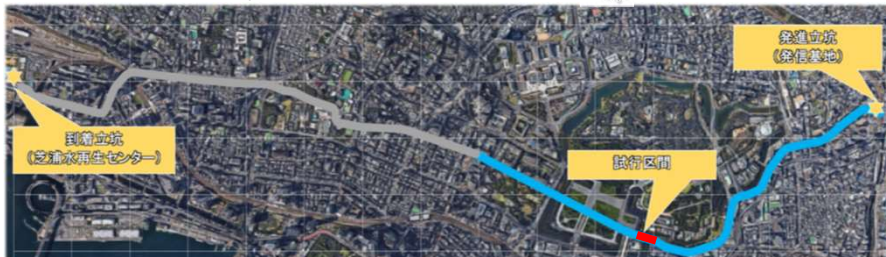
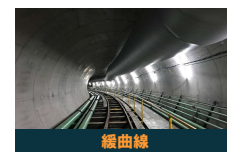
10

11

適用概要

現場概要①

工事名：千代田幹線工事
 発注者：東京都下水道局
 施工者：奥村組・大豊建設JV
 場所：東京都千代田区3丁目～霞が関1丁目
 ～芝浦水再生センター
 内容：泥水式シールド工法
 仕上り内径 Φ4900mm
 延長 L=8,701m (試行時の対象延長 L=4,300.5m)



シールド工事におけるAI方向予測システム
 (株)奥村組 木下 茂樹

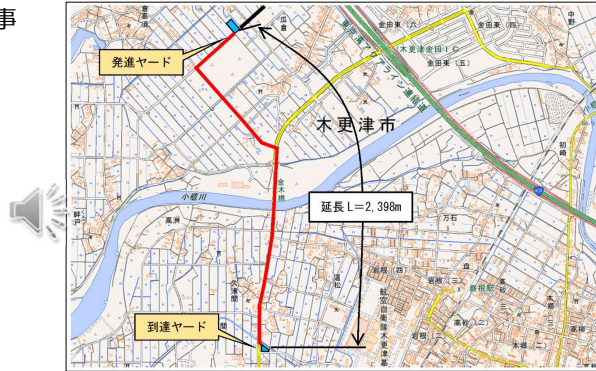
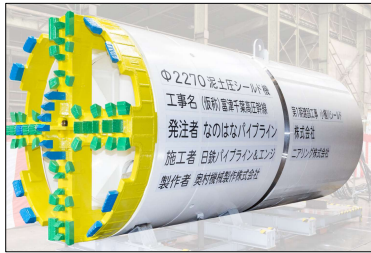
11

12

適用概要

現場概要②

工事名：千葉・富津千葉高圧幹線 第1期建設工事
 発注者：なのはなパイプライン株式会社
 施工者：奥村組
 場所：千葉県木更津市
 内容：泥土圧シールド工法
 仕上り内径 Φ2.0mm
 延長 L=2,398m



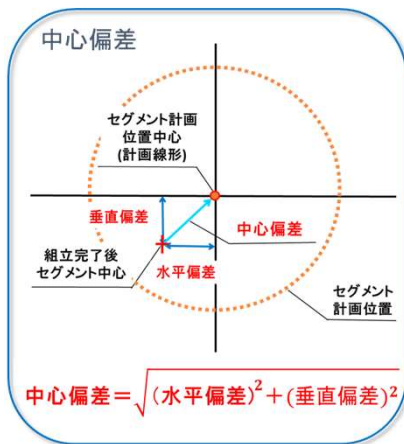
シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

12

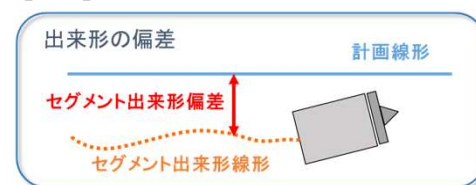
13

適用結果の評価 (品質・出来形・精度)

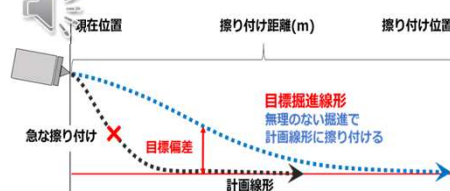
【品質】



【品質】



【精度】



シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

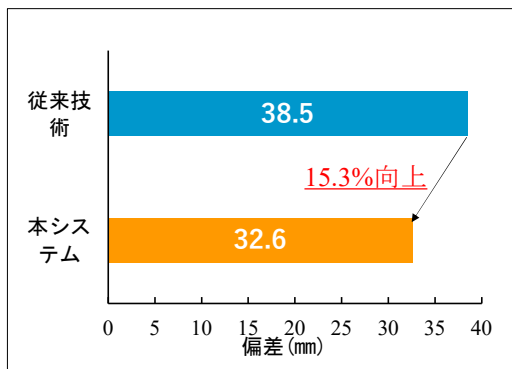
13

14

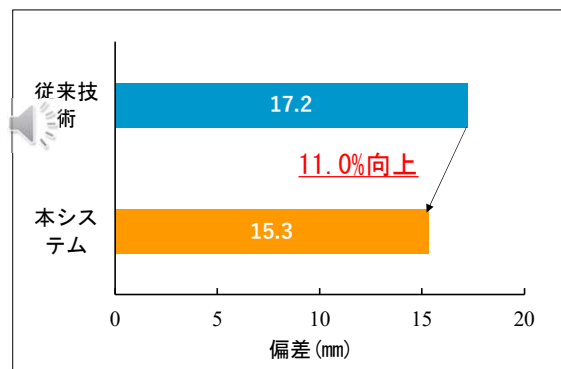
適用結果の評価（品質・出来形・精度）

（品質：計画線形との偏差）

適用現場①



適用現場②

シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

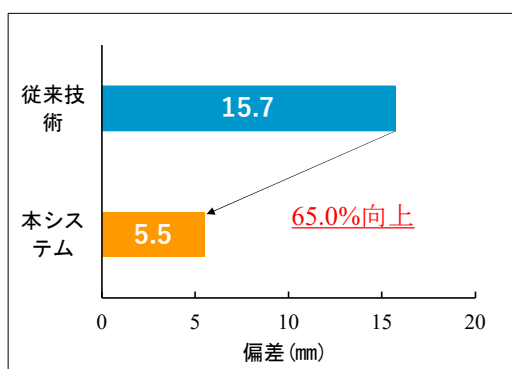
14

15

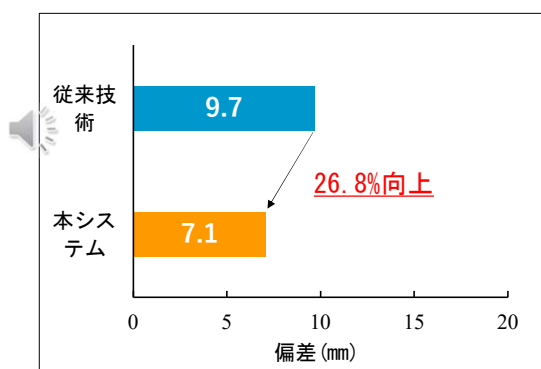
適用結果の評価（品質・出来形・精度）

（精度：目標線形との偏差）

適用現場①



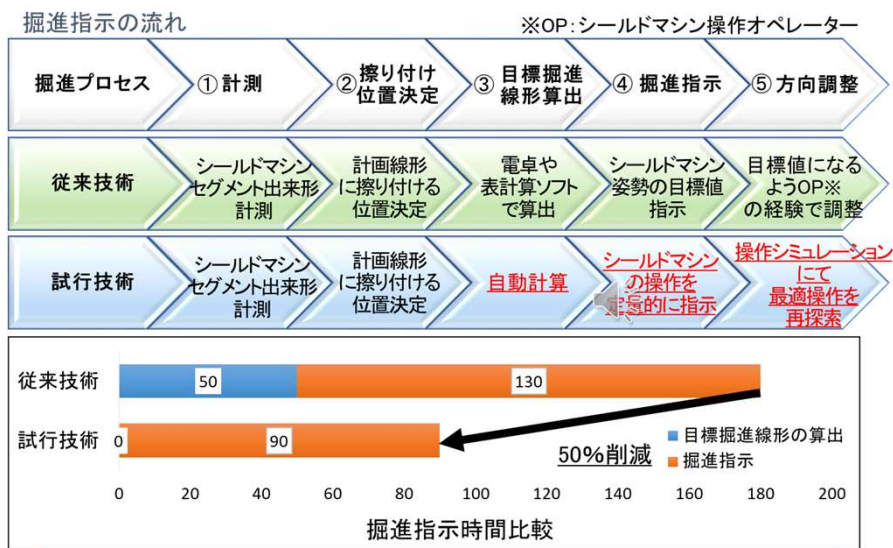
適用現場②

シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

15

16

副次的効果：業務効率化



方向予測AIと操作シミュレーションを用いると掘進指示時間が**50%削減**



シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

16

17

まとめ

掘進管理の高度化、担い手不足に直面するシールド施工において、

- ・ AIを用いた方向予測システム の活用
- ・ 操作シミュレーション

⇒ 熟練オペレータ同等以上の最適な方向制御を支援するシステムの構築した

⇒ 品質精度の高度化、品質管理の効率化が図れるものとして、
成果を得ている



シールド工事におけるAI方向予測システム
(株)奥村組 木下 茂樹

17

18