

ハニカムセグメントを用いた全自動同時施工法

中 部 電 力 正 会 員 南 川 昭 夫

正 会 員 三 ッ 川 修 治

永 山 一 朗

奥村・フジタ・竹中土木・徳倉・ヒメノ共同企業体 正 会 員 ○ 桜 井 省 三

辰 田 憲 行

1. はじめに

最近のシールド工事では工期短縮とコストダウンを目的に急速施工法の開発が望まれている。これらを背景として、シールド掘進とセグメント組立を同時に行うことで施工サイクルタイムの大幅な短縮を図る同時施工法の実用化を目指した。本稿では電力洞道シールド工事において六角形状のハニカムセグメントを用いた全自動組立方式による同時施工法の施工結果について述べる。

2. 工事概要

本工事では、二次覆工を省略して工事費を低減することを目的に、下記の工事概要に示すように、覆工内面が平滑で従来のように継ぎ手金物が露出しない構造のハニカムセグメント（幅 1200mm、6 分割）をシールド路線のほぼ全線に使用した（図-1 参照）。

- ・工事名称：桑名地区洞道新設工事（第3工区）
- ・工 期：平成9年7月1日～平成12年5月20日
- ・工事内容 泥土圧シールド工法 L=1,386m（掘進延長）
仕上がり内径 $\phi 4,200\text{mm}$ 、 $\phi 4,120\text{mm}$ （盛土部 L=330m）
セグメント外径 $\phi 4,680\text{mm}$ RC（ハニカム、平板形）

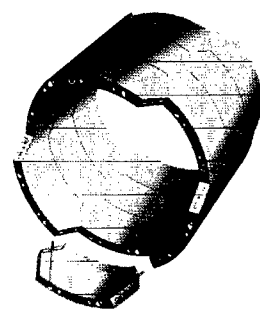


図-1 ハニカムセグメント

3. ハニカムセグメントを用いた同時施工法の概要

エレクタ搭載型のシールド機で掘進しながら図-2に示す方法でセグメントを順次組み立てる。同時施工ではシールド掘進中に反力部材となるセグメントを組み立てることから、セグメント組立後直ちにシールド推力を载荷する必要がある。ハニカムセグメントは組み付けたセグメントが既設セグメントの三辺で固定されるため、組立後すぐに安定した状態でジャッキ推力を载荷するのが特徴である。

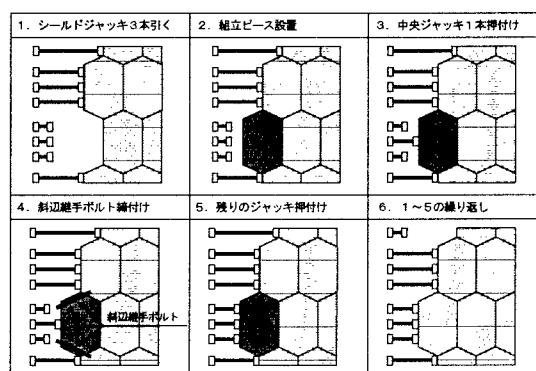


図-2 セグメント組立方法

4. 同時施工対応型シールド機

セグメントの供給から組立までをすべて自動化した同時施工

対応型シールド機（図-3 参照）を開発して工事に適用したり。以下に特徴を述べる。

- ①1 リング分（6 ピース）のセグメントを搬送コンベヤー上にストックし、セグメント自動組立装置（以下、エレクタ）に上部から自動供給する。
- ②ハニカムセグメント用に開発したエレクタ（石川島播磨重工業と共同開発）を用いて、セグメントの把持、旋回移動、位置決め、ボルト締結を自動で行う（図-4 参照）。
- ③エレクタに掘進同調機構を組み込み、掘進速度と同じ速度でエレクタを後方に移動してエレクタを見かけ上、セグメント組立位置に対して静止状態に保つ。
- ④シールド機の姿勢制御は中折れジャッキを用いて前胴部を屈曲させ、前胴部側部に生じる地盤反力によってシールド機の姿勢を制御する。

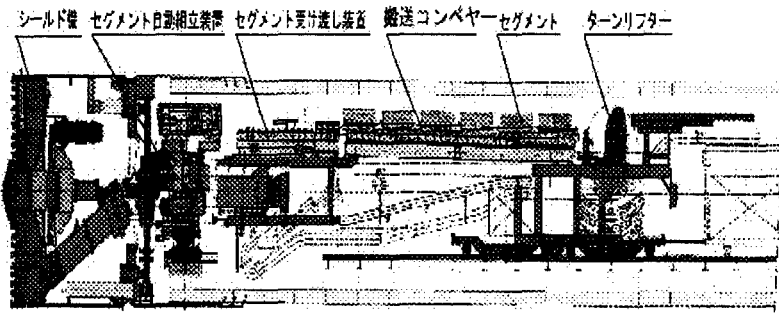


図-3 同時施工対応型シールド機

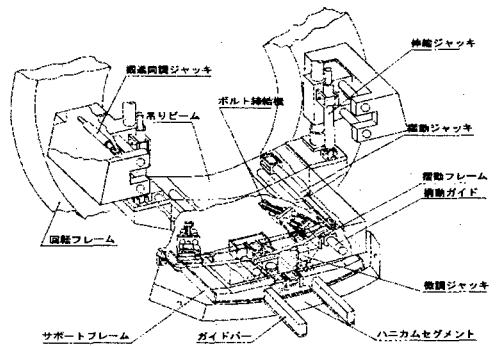


図-4 セグメント自動組立装置

5. 施工結果

(1) セグメント自動組立システムの性能

同時施工では図-5に示すように掘進中にシールド機が姿勢変動することから、セグメントとの位置決めが最大の課題となった。今回開発した位置決め方法は、エレクトラにガイドバーを取り付け、このガイドバーを既設セグメントの内面に沿わせながらトンネル軸方向からはめ込む方法である。エレクトラの各駆動軸の油圧ジャッキにクッション機能を持たせることで、シールド機の姿勢変動の対応が可能となり、位置決め中のセグメントやエレクトラに不具合を与えることなく組立できた。なお、セグメント1リング（6ピース）の組立時間は24分/ringである。

(2) 1リングの施工サイクル

セグメント1リングあたりの逐次施工および同時施工のサイクルタイムを表-1に示す。掘進時間が当初計画の30分に対し、40～60分になり、同時施工の時間短縮割合は0.62～0.71になった。これは、掘削地盤が予想に比べて非常に硬質な地盤で、計画掘進速度4cm/minに対して実掘進速度が2～3cm/minとなったためである。通常の洪積や冲積の比較的掘進が容易な地盤条件では掘進時間が25分程度になることから、従来の逐次施工に比べて2倍の施工速度を確保できることが分かった。

(3) 姿勢制御

セグメント組立位置のシールドジャッキが使用できないため、シールド機にトンネル軸を中心に回転モーメントが発生して姿勢制御に悪影響を及ぼすことが懸念された。このため、セグメント組立位置と相対位置のシールドジャッキを加圧せず、シールド機の姿勢制御はジャイロ測量システムの結果をもとに前胴と後胴を屈曲させる方法を用いた。その結果、所定の施工精度が確保できた。

(4) セグメントの出来形

セグメントのローリングは掘進管理を綿密に行うことで、管理基準値(max100mm)に対して最大で60mmに収まった。また、組立精度は非常に良好で、継ぎ手目開き1mm以内、内空変位10mm以内であった。

6. おわりに

セグメント自動組立システムを用いた同時施工法の実用性を確認することができた。今回の施工が今後増加傾向にある長距離施工への対応技術の一助となれば幸いである。

〔参考文献〕1) 中山、南川ほか：ハニカムセグメントを用いた同時施工法—同時施工対応型シールド機の計画—

土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、第6部門、pp.134-135

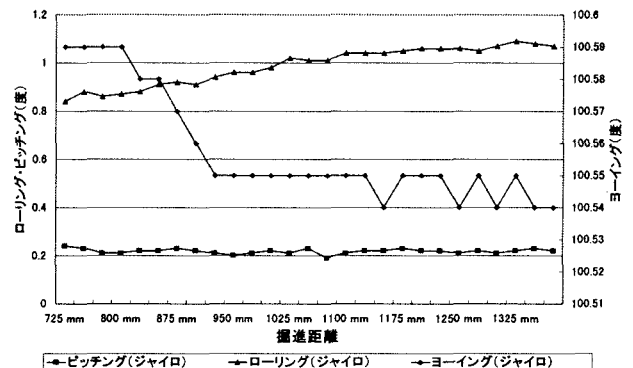


図-5 シールド機の姿勢変動

表-1 施工サイクルタイム

	掘進時間	組立時間	計	比
逐次施工	40～60	24	64～84	1
同時施工	40～60(組立24含む)		40～60	0.62～0.71

単位:分