

ハニカムセグメントを用いた同時施工法（２）

- 全自動同時施工対応型シールド機による施工 -

中部電力 正会員 南川昭夫
 中部電力 永山一朗
 奥村組 正会員 桜井省三
 奥村組 正会員 畑山栄一

１．はじめに

シールド工事の工期短縮とコストダウンを目的に開発したハニカムセグメントを用いた同時施工法を、桑名地区洞道新設工事（第3工区；セグメント外径 4,680mm,幅 1,200mm, 6 分割,掘進延長 1,386m）で施工した。この施工法は、シールド機にセグメント自動組立システムを搭載し、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方法である。前年度はシールド機の計画¹⁾について述べており、本稿では施工結果について述べる。

２．施工結果

（１）セグメント自動組立

同時施工を実施する前に、掘進と組立を交互に行う従来の施工形態で図 - 1 に示すセグメント自動組立システムの調整と性能とを確認した。自動運転を開始すると搬送コンベヤーにストックしたセグメントを上部からエレクタへ受け渡し、エレクタで把持したセグメントを所定の組立位置まで巡回移動して位置決めとボルト締結を行う。

本エレクタの特徴は、図 - 2 に示すように、エレクタ把持部に取り付けた 2 本のガイドバーとセグ

メント斜辺部を利用して既設セグメントの内面および斜辺部に倣わせてはめ込む力制御を用いたことにあり、位置決め完了後、ただちに事前にセグメントにセットしてある継手ボルトを既設セグメント斜辺部のインサート孔に締結する。実施工の初期段階では、斜辺部の組立誤差（段差）が 1～3mm にばらついた。このため、斜辺部に設けた位置決め用の凹凸形状のプラグとソケットの隙間を少なくすることで精度向上を図った。その結果、位置決め精度は 1mm 程度に収まり、セグメント供給からボルト締結まですべて全自動で実施出来た。セグメント 1 ピースの平均組立時間は表 - 1 に示すように 4 分になり、1 リングの組立時間は 24 分になった。

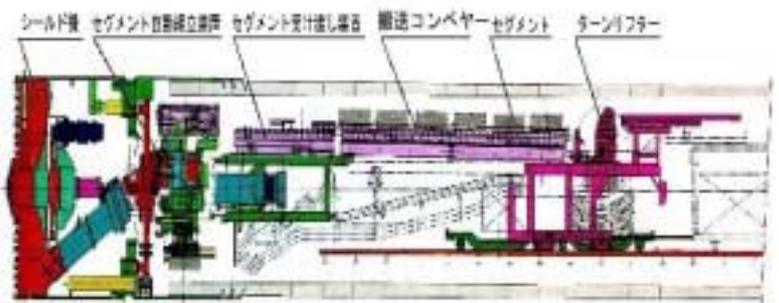


図 - 1 全自動組立・同時施工対応型シールド機

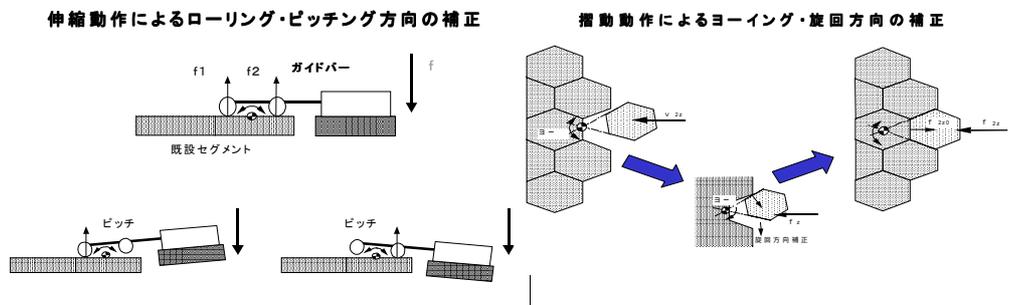


図 - 2 力制御による位置決め方法

表 - 1 セグメント組立時間

	セグメント供給・把持	旋回・組位置決め	微位置決め	ボルト締結	把持解除	待機位置へ移動	合計
1ピース平均組立時間	52	16	113	28	15	16	240 (4分)

単位: 秒

キーワード：シールドトンネル、工期短縮、同時施工、セグメント自動組立装置

〒300-2612 茨城県つくば市大字大砂 3 8 7

TEL：0298-65-1763

FAX：0298-65-0782

(2) 同時施工の実施

同時施工では、掘進速度と同じ速度でエレクタを後方に移動し、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った状態でセグメントを組み立てた。

開発当初から、掘進中にセグメントを組み立てることによるシールド機の姿勢変動への対応が課題になった。本工法では、図-2に示すエレクタ各軸の油圧ジャッキにクッション機能を持たせる力制御を採用することで、掘進中の姿勢変動(図-3参照)に影響を受けることなく、位置決めやボルト締結ができた。

(3) 施工サイクルの比較

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-2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。通常の洪積や沖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、従来の掘進とセグメント組立を分離した施工形態に比べて2倍の施工速度を確保できることが分かった。

(4) 姿勢制御

同時施工では、セグメント組立位置のシールドジャッキを引き抜いた状態で掘進を行なうため、シールド機に偏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る。このため、組み立てるセグメントと相対位置のシールドジャッキを大きく加圧せず、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中折れ装置を用いてシールド機を屈曲制御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。

(5) セグメントの出来形(図-4、写真-1参照)

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。

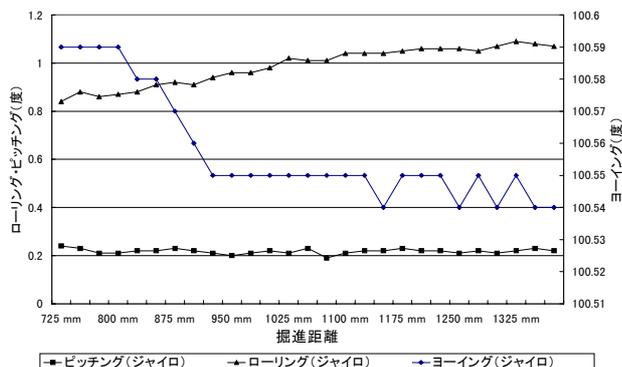


図-3 シールド機の姿勢変動

表-2 施工サイクル

	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

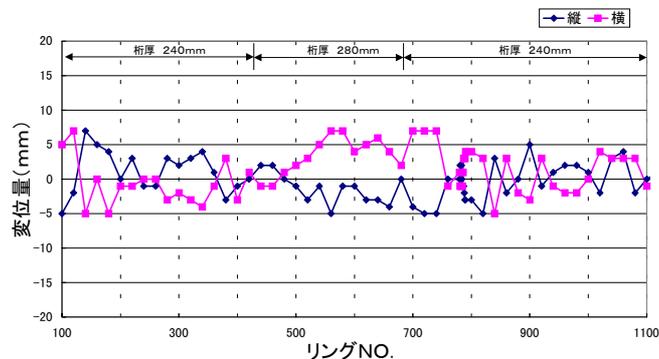


図-4 セグメントの内空変位



写真-1 トンネル坑内

3. おわりに

ハニカムセグメントを用いた同時施工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 -