

(Ⅵ-17) 自動化ニューマチックケーソンの開発について

建設省土木研究所 正会員 中野 正則
同 正会員 ○ 七澤 利明
同 正会員 芦達 拓哉

1. はじめに

ニューマチックケーソン工法は、圧気下での掘削作業となるため特殊作業員が必要となり、安全衛生上の制約を受ける。大深度になるほど潜函病等の危険に曝され、施工能率が低下するため、施工可能深度にも限界が生じる。大深度でも安全で能率良く施工するためには、一連の作業を無人化・自動化する技術の開発が必要となる。

そこで、建設省土木研究所では、平成2年度より自動化ニューマチックケーソン工法の開発を行い、平成4年度には要素実験、平成5年度から6年度にはその結果を基に実用化に向けた詳細検討および部分的な実大実験を行った。

2. 工法の概要

本工法（NPC工法と呼ぶ）は、①函内掘削設備、②土砂積替え装置、③地上排出設備、④制御システムから構成される（図-1参照）。

函内掘削設備については既に実工事ににおいて試験的に導入され、ほぼ実用化の域に達している。また、制御システムは遠隔自動操作方式で①～③の設備の監視・制御を行うものであり、ソフト面での開発が中心となる。従って、本研究では①および④を活用した②土砂積替え装置、③地上排出設備の自動化技術の開発を中心に行った。

②の土砂積替え装置のフローは、図-2の通りである。

また、③の地上排出設備には、クローラークレーンもしくは定置式タワークレーンのいずれかを用い、これらは現場条件等により使い分ける。

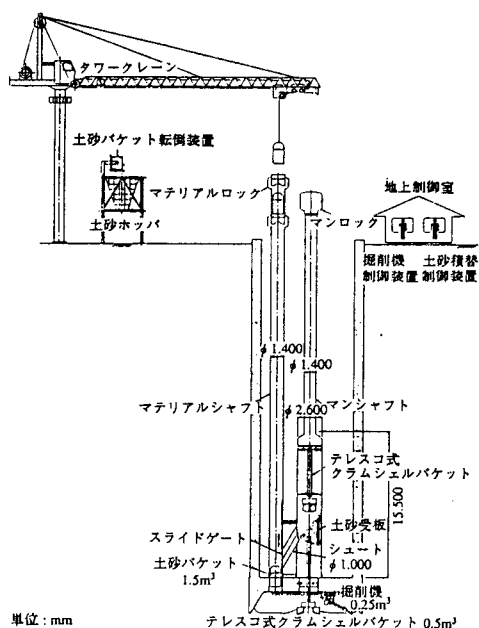


図-1 NPC工法概念図

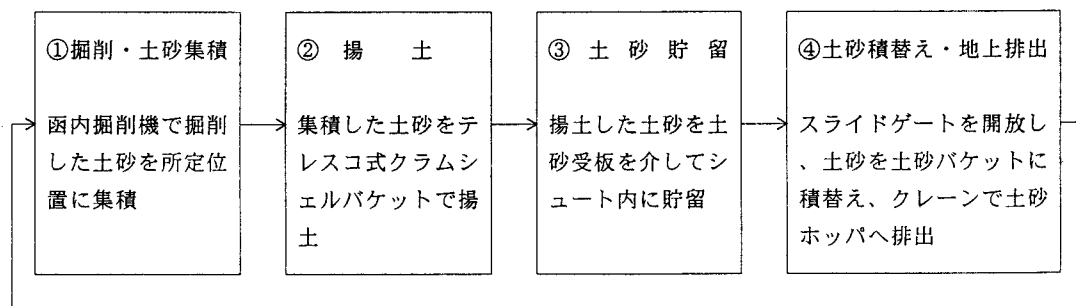


図-2 土砂積替え装置フロー図

3. 要素実験の実施

本工法の設計・製作に当たり、実工事への適用性を検討するため、以下の事項について実大規模の要素実験を実施した。

- ・土砂積替え装置の土砂受け板、シュートには掘削土（粘性土）の付着が予想される。そのため、土砂の滑落向上を目的とした傾斜角等の検討を行った。
- ・各設備を制御するために必要となる位置検出センサーの性能および耐久性の検証を行った。

表-1に、要素実験の結果を示す。

表-1 要素実験項目と結果

設備名称	実験項目	実験結果
土砂受け板	最適傾斜角	50°
シュート	最適傾斜角	60°
土砂バケット	バケットへの積替状況	良好
付着防止対策	最適付着防止対策	散水
制御用センサー	位置確認の精度	場所別にセンサーを設置

4. 詳細検討

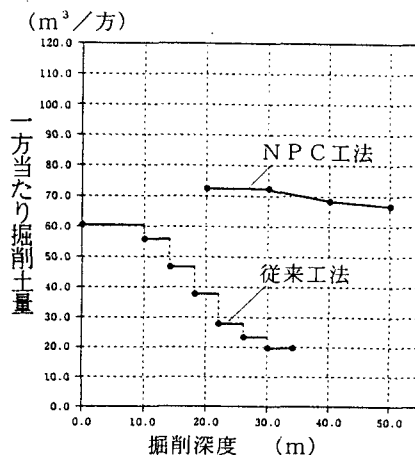
詳細検討に当たっては、目標とする掘削土搬出能力（10m³/h）を越えるように個々の機械装置の検討を行った。以下にその検討結果を示す。

① サイクルタイムの検討

掘削深度が20mのように比較的浅い場合には、全体のサイクルタイムは掘削および土砂積替えのサイクルタイムに左右され、掘削深度が深くなると土砂バケット搬出に要する時間に左右されることが判明した。

② 土砂積替え装置（テレスコピックコラムシェルバケット方式）の掘削土搬出能力の検討

従来工法における掘削土の搬出能力を「建設省土木工事積算基準書」を基に算定し、本工法と比較してグラフにすると、図-3のようになる（掘削断面積200m²、土質は普通土、現場条件等による係数は普通、地下水位は地表面と同一と設定）。掘削深度が大きい程、本工法が有利であることがわかる。



(注)「一方」とは7時間の作業量を意味する。

図-3 掘削深度別能力比較図

5. 実大実験

本システムの適用性を検証するため、土砂積替え装置を中心とした実大実験（写真-1）を行い、良好な結果を得た。また、現場への適用を考え、施工マニュアルを作成した。

6. まとめ

現在、実大実験で用いた装置を使用して本工法の初めの実工事を行っており、今後はその結果を受け、システムの改良や積算マニュアルの整備を行う予定である。

7. 謝辞

本研究は、建設省土木研究所と（財）先端建設技術センター、および民間4社との共同研究として進められたものであり、ご協力頂いた関係各位に深くお礼申し上げます。

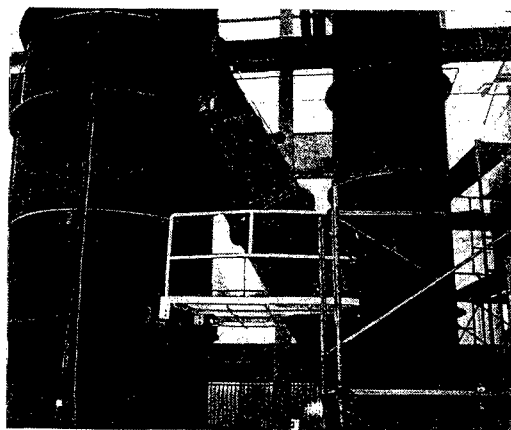


写真-1 土砂積替え装置

【参考文献】 建設省土木研究所他：橋梁基礎施工における自動化技術の開発に関する研究、共同研究報告書、平成6年3月