

平成12年度 建設機械と施工法シンポジウム

社団法人日本建設機械化協会による平成12年度の「建設機械化と施工法シンポジウム」は平成12年10月25日(水)～26日(木)の両日、東京都港区の機械振興会館において開催された。

シンポジウムは「建築とその機械」6件、「基礎とその機械」4件、「維持とその機械」2件、「自動化・ロボット化・施工管理」4件、「コンクリートとその機械」3件、「舗装とその機械」3件、「土工とその機械」1件、「その他の機械」4件、「環境リサイクルとその機械」5件、「トンネルとその機械」16件、計48件と広範囲にわたる論文が発表され熱心な討論が展開された。今回は画像による情報管理を取入れた論文が目立った。

[1] 建築とその機械

(座長：坪田 章)

「全自動ビル建設システムによる高層ビルの施工」(大林組)は建設業に従事する労働者の高齢化および技能工不足の解消、3Kに代表される労働環境の改善を目的として開発され、建設工事の自動化、ロボット化を図り、情報化を積極的に推進した建設生産システムである。SCF(Super Construction Factory)と並列搬送システムにより構成され、地上26階の本格的な高層ビル新築工事に適用し、新規開発機械の初期コストを抑制し、装置の組立て・解体を含め19フロアを8.5カ月で終了させ、トータルでの工期短縮が図れた。

「スーパーRCフレーム構法を支える新しい機械装置の開発」(鹿島建設)は超高層RC建築構法である「スーパーRCフレーム構法」において「施工効率の向上」「品質の向上」「安全性の確保」を目的とした「自動昇降式鉄筋縦組装置」と「自昇式型枠内蔵足場」の装置開発と実施工適用に関する報告である。これらの装置は太径鉄筋の配筋、プレハブ鉄筋吊込み、型枠取付け・解体、コンクリート打設の作業性を考慮し設計されており、いずれにもラチェット型油圧昇降装置による昇降機能を有している。実施工では、好評な作業性のもと所期の目的を達成した。

「頂部球形仕上部を有する煙突工事合理化施工法の計画と実施」(竹中工務店)は都市と環境の共存を目指して計画された清掃工場煙突工事の合理化施工法の実施事例

である。採用工法は、冬季でのコンクリート凝結時間短縮のための面状発熱体による採暖養生システムを導入した変断面スリップフォーム工法である。地上100mの煙突頂部に外筒より大きい径の球形仕上部を連続高揚程計測システム、無線作業所LANおよび振止装置を導入してリフトアップすることにより、「環境創造型モデル都市」にふさわしい清掃工場を安全に施工した。

「ラフテレンクレーンのパワーズーム仕様車の開発」(小松製作所)は狭所での補助ジブ張出し・格納・差込み作業を可能とし、その作業時間短縮をねらいとした油圧伸縮(パワーズーム)、ジブ仕様のラフテレンクレーンの開発報告である。パワーズームジブは1段目ジブと2段目ジブを復動式油圧シリンダで結合し、それを操作することで2段目ジブを伸縮させる構造を採用している。補助ジブの起伏・伸縮は操作レバー1本でコントロールができそのための充実した安全機能と1段目から2段目の範囲で定格総荷重の任意設定機能を有している。これらの機能により狭所での作業性が向上でき所期の目的を達成した。

「大型昇降ステージの開発と逆打工法への適用」(竹中工務店・小川製作所)は建築の地下工法である「逆打工法」による土砂搬出・資材搬送の効率向上による工期短縮を目的として、ダンプトラック等を地下掘削階に揚重可能とした「大型昇降ステージ」の開発報告である。本装置は3種類のスパンに対応できる門型架台とその架台よりインバータホイストで吊下げられているステージから構成され、ステージにはトラック乗降用のアウトリガとフラップの連動機構を有し、安全を確保している。1カ月

程度の試験的使用の結果、所期の開発目的を達成した。

「外壁板取付システムの開発」(東急建設)は積層工法で外壁板取付けにおいて障害物がある場合、その取付けを安全かつ容易に行うことを目的とした揚重補助システムの開発と最上階に養生足場等障害物のある超高層ビル建築工事への適用報告。本システムはSよりとZよりの2本のワイヤロープを反力とし、動力を用いて吊荷を回転させる「吊荷回転誘導装置」と揚重時資材の吊心を天秤構造により変更する「吊心変更バランス装置」により構成される。実施工に適用した結果、従来工法より時間当たりの取付け枚数が47%向上する成果が得られた。

[2] 基礎とその機械

(座長：志村英雄)

「浮体上からの硬質岩盤層への鋼管杭の施工」(鹿島建設)は、ダム堤体上流側湖底部に浮体(組立て式台船)上から、水面下20m、急傾斜地、硬質岩盤層という状況下で鋼管杭(φ700)の打設を実施した報告である。大掛りな施工設備等を要さない簡便な方法を検討した結果、鋼管杭先端にビットを溶接し、ダウンザホールハンマ掘削等の補助工法も可能なケーシング回転掘削機を用い、回転力、スラスト力を加え、鋼管杭を直接岩盤層に根入れさせる方法で実施した。作業足場は浮体を使用し、掘削時の回転反力対策はダム堤体を利用した。傾斜部はダウンザホールハンマの併用、事前のチゼルによる破碎での基面整形で対応した。打設精度実績は杭芯ずれが±5cm以下と型枠支持杭としては予想以上の結果を得た。

「掘削機5台の遠隔操作による大型ケーソンの掘削管理」(大豊建設)は、ニューマチックケーソン工事において作業員が高気圧下に入らずに、5台の掘削機を遠隔操作することによる無人化施工に関する報告である。

「掘削機監視システム」「接触防止統括監視システム」「ケーソン形状設定システム」からなる「DREAMⅡ型ケーソン掘削機制御システム」は、掘削機本体と遠隔操作盤内にプログラムコントローラを装備し、PCL専用通信線により操作盤と掘削機のパソコン等を結び、遠隔操作を行うものである。このシステムを導入したことにより地上遠隔操作室にて掘削機の状態、位置関係等を的確に把握でき、かつ相互接触防止トラブルも未然に防いで、作業効率と安全性を高めることができた。

「SAVEコンポーザー(静的締固め砂杭工法)の開発・実用化」(不動建設)は、液状化防止工法である従来型SCP工法の施工時の騒音振動を押さえ、同等の効果を有する工法の開発・実用化に関する報告である。

この工法の特徴はパイプロの代わりにケーシングを回転させる駆動装置と油圧式ギヤ駆動の強制昇降装置で構成される静的回転圧入機構の採用である。また、施工管理システムによりケーシングの動き、砂面の動きをリアルタイムで検出、制御できるので信頼性の高い確実な施工ができる。工費は従来型SCP工法の1.3~1.5倍であり、環境対応型地盤改良工法に比べ経済的である。実用化から5年弱で、市街地や近接工事を中心に150件以上の実績がある。

「遠心力吹付け工法の開発」(三井建設・東京電力)は、深礎工法基礎杭の品質、施工能率、安全性の向上及びコスト削減を目標に開発した、遠心力を利用してモルタル土留め壁を構築する吹付け工法に関する報告。本体はモルタルホップ、スクリュウ、インペラ等で構成されるが開発に当たり試作機を製作し数々の実験を重ねた。スクリュウ、インペラの回転は調節可能なインバータ制御とした。良好な急結剤混合方法や適正なモルタル配合等についても確認した。同時に中空変位測定方法、土留め設計方法も開発した。本工法は本体をクレーンで吹付け位置に吊下げ、遠隔操作で本体を上下させ所定の範囲の吹付けを行うもので、低粉塵、低リバウンド等の特長から送電線鉄塔、道路橋梁深礎基礎に330本の実績がある。

[3] 維持とその機械

(座長：志村英雄)

「新型路面清掃機械の開発」(建設省関東技術事務所)は、路面清掃作業効率の向上およびコスト縮減を目的に散水車、路面清掃車、塵埃運搬用トラックの機能を複合した新型路面清掃機械の開発に関する報告である。

開発内容は

- ① ブラシ部にエアフードを取付け、粉塵を押え、塵埃を吸込み部に直接回収することで散水量を60%低減し清掃車の水タンクのみでの作業を可能とした、
- ② ホップと水タンクの仕切りを可動床とし、水量が減るとともに床が下降し、ホップ内容が60%増す機構を考案し、1回の作業での回収塵埃を収納可能とした、ことの2点である。

開発車の新機構の確認試験、実作業での性能試験を実施し機能及び効果を確認した。清掃車1台での作業が可能となるため安全性の向上、渋滞緩和も期待できる。

「非開削配水本管布設替工法(プラズマモール工法)」(清水建設)は、老朽化等による水道管の布設替えに際し工事に伴う制約や近隣への影響の多い開削工法をとらずに旧管を拡張破断し、新管と置換える工法の開発に関する報告である。本工法は布設替えする埋設水道管の内部

にブラズマ切断機で円周及び軸方向に切込み溝を入れ次に水道管用推進管（新管）の先端に取付けたクサビ状の破断機を旧管に押し込み破断しながら押広げ旧管内側に新管を布設する工法である。コンクリート製箱型水路下に布設された管路（内径φ708）6mを、本工法により新管（内径φ700）に布設替えを実施した。その結果、開発段階の目的である、振動騒音の低減、同口径管への布設替えの品質確保等の効果が十分実証された。

[4] 自動化・ロボット化・施工管理

（座長：荒井政男）

「大規模土工事における車両総合管理システムの開発」（清水建設）は、休日を中心に渋滞が頻発している中央自動車道の拡幅事業のうち、上り談合坂SAの拡張工事で採用した、盛土運搬車両などの管理システムの開発に関する報告である。

本システムは、

- ① 土運搬車両入退場システム、
 - ② 渋滞監視システム、
 - ③ GPS 盛土地形測量システム、
- から構成され、1日2,000台を超す土運搬車両等の入退場や行先をスムーズにコントロールするとともに、盛土を自動画像処理して管理することにより、工事管理に関する省人化等に大きな効果をあげる事ができた。

「トンネル断面形状測定システム」（大成建設）は、レーザ距離スキャニング装置とコンピュータを利用して、トンネルや地下構造物の内空断面形状を測定するシステム開発に関する報告である。

本システムは、トンネル内の任意の位置に装置を設置し1箇所の内空断面1周360°を720点の測定点として一括処理し、測定データ中の欠落・異常測定データは自動的に補完処理され高精度（2mm以下）に内空断面形状として表示され、内空断面積の算出や設計中心とのずれ確認などにも利用でき、従来に比較し自動的かつ、高精度の管理をすることが可能となった。

「壁面作業ロボットの石炭サイロ補修工事への適用」（東急建設）は、壁面作業ロボットに高圧洗浄ノズルを取付け、埃やかび等で汚れた石炭サイロ壁面を清掃するシステムと施工結果に関する報告である。

実施した工事は沖縄県石川石炭火力発電所の建築後12年が経過したRC構造の石炭サイロで、壁面全体の82.8%である18,508m²を本ロボットで清掃した。

施工に当たり、作業条件に適合した洗浄パターンや屋根吊り台車、施工時の安全警報システム等を開発して採用し、工費や工期の短縮を実現した。今後も本システム

を利用した塗装洗浄工法の現場適用を推進する。

「ICカードによる大型重機稼働の集中管理」（間組）は、施工情報化協議会で標準化されたカードを使用した大型重機の集中管理システムに関する報告である。

本システムは、有資格者か否かを識別する「オペレータカード」と重機の稼働データを記憶する「機械情報カード」の2枚を1セットとし、車載ターミナルと給油ターミナルより重機の稼働データと給油データを収集し、カードデータを事務所のパソコンで読取り自動的に稼働日報や月報を作成し、従来数時間必要とした管理作業を大幅に省力化する事が可能になると共に、効率の良い配置計画等が可能で生産性が向上した。

[5] コンクリートとその機械

（座長：中村俊男）

「特殊形状超高RC塔状構造物の施工技術」（大林組）。

高さ150m～200mの超高RC塔状構造物として知られているものとして、発電所や清掃工場の超高煙突がある。近年は周辺環境、景観に配慮した六角、楕円などの特殊断面形状の超高煙突がある。このような超高煙突の施工にあたっては、従来以上の精度、品質が要求される。こういった厳しい条件に対応できる新型スリップフォーム（ジャッキ、ヨーク、型枠、計測、制御装置等から構成される）の性能、機能について述べられている。

「トータルリフトアップフォーム工法によるRC矩形ケーソンの製作」（運輸省第二港湾建設局ほか）。

RC矩形ケーソンは港湾施設の岸壁、護岸あるいは防波堤などに用いられる。従来の製作手順は鉄筋組立て、型枠脱着、コンクリート打設、足場設置などの繰返しであった。さらに、作業は人力によるところが多く、施工が進むにつれて、高所作業となっていくことで、墜落災害の危険性が大きかった。トータルリフトアップフォーム工法は油圧式自動昇降型枠設備の採用により、自動化を図り安全性作業効率の向上を図ったものである。

「ダムフォームスライド機の開発」（鹿島建設）。

コンクリートダムの打設作業は、鋼製型枠を使用し、逐次所定の高さまで上昇（スライド）させて、コンクリート打設を行ってダムの堤体を構築していく。この場合ダム型枠の堤体への固定やスライドは、小型移動式クレーンによる型枠移動作業と、型枠上足場の作業員による取付け作業との協調作業となる。また、このような作業は危険かつ熟練を要する作業である。ダムフォームスライド機はダムフォームスライド作業の専用機として、型枠の把持、脱型、スライド、位置決め、ボルト締結な

どの作業を遠隔操作により行うものである。

[6] 舗装とその機械

(座長：中村俊男)

「情報管路敷設ペーパーの開発」(鹿島道路)。

従来の情報管路埋設工法はバックホウにより深さ1～1.5m、幅50～70cmの溝を掘削した後、管路を設置して発生材の埋戻し、砕石敷均し、舗装の仮復旧まで人力とバックホウにより敷設するものである。本開発技術は、アスファルトフィニッシャーでスクリーン部分を改造したトレンチペーパーにより行ったもので、埋戻し材の投入から敷均しまでを行う。従来方法に比べ、埋戻し材の敷均し高さ管理を容易にし、また仕上がり品質の向上、工期短縮、安全性の向上が図られた。

「ウッドファイバーフィニッシャーの開発と施工」(大成ロテック)。

ウッドファイバー舗装とは、針葉樹チップを繊維方向に破碎したウッドファイバーに安定化剤として湿気硬化型ポリウレタン樹脂を混練りし、舗装した木質系の自然色舗装で、散策路や公園歩道などに使用されている。この舗装材は高粘度で流動性に乏しく、比重が小さいことから機械化が難しかった。本件は生産性の向上、省力化、施工精度の向上を目指して、ミニアスファルトフィニッシャーをベースマシンとして作業機構の改造により、ウッドファイバーフィニッシャーを開発した。

「マルチアスファルトペーパー(MAP)の開発と施工方法」(東亜道路工業)。

近年の道路事情として騒音の苦情など、環境問題に対応する必要性に対して長寿命舗装や低騒音舗装等の開発がなされた。このような新工法に対して、従来舗装機械は外国製が多かったが、MAPは日本で開発された初の舗装機械である。本機械はユニットの組み合わせにより、

- ① デュアルアスファルトペーパーメント工法、
- ② マルチレーンペーパーメント工法、
- ③ スムーズアスファルトペーパーメント工法、

が可能となる。

[7] 土工とその機械

(座長：高橋繁夫)

「スカイステーション工法」(スカイフォース)は、急傾斜地の崩落防止工事における安全性の向上、工費の削減、工期短縮、作業員の高齢化対策などを目的とした機械化施工システム「法面作業車スカイステーション」を開発し、その特徴と適用事例についての報告である。ス

カイステーションAT-550Sは最大積載重量6.7tの重量物旋回デッキを装備した高所作業車で、最大地上高55m、最大作業半径30mを実現している。また、軟岩掘削では従来工法に対して経済性が67%、工期で33%の向上効果が報告されている。

[8] その他の機械

(座長：高橋繁夫)

「簡易油回収機の開発」(建設省東北技術事務所)は、河川の水質事故の約7割を占める油流出事故の初期対応として開発中の油回収機の報告である。

既存回収機の油回収率の低下原因を調査し、改良試作機による実験の回収性能が報告されている。

試作機の特徴としては、次のとおりである。

- ① 広範囲な集油と油膜厚さの増加を図るため、吸引口を扇型としている。
- ② 吸引部を支える浮体を大きくし、外乱の影響を少なくしている。
- ③ 作業時の動揺などが吸引部に作用しないよう、中間浮体を介して操作ハンドルを接続している。

今後製作される回収機は小型軽量化が図られるが、現在の試作機でも、油流出事故の初期対応には有効である。

「アーバンリング工法施工報告」(佐藤工業)はJR京浜東北線・同貨物線および住宅密集地に囲まれた狭小な場所でのシールド立坑工事を、日本最大径・最大深度の「アーバンリング工法」で施工した報告である。

本工法は立坑躯体に多分割された鋼製セグメントを使用し、地上で組立て、立坑内掘削と圧入沈設を繰返し所定の深度まで沈設し立坑を構築する工法である。

本工法の特徴は、

- ① 傾斜計・沈下計などを用いた制御圧入により高精度な施工が可能、
 - ② 地上作業が主体のため安全性が高い、
 - ③ 狭隘な敷地・上空制限の厳しい条件下でも施工可能、
 - ④ 躯体養生が無く連続施工が可能で工期短縮が図れる、
- などである。

実施では、JR線などへの影響や漏水もなく所期の目的を達成した。

「パイルベント橋脚の耐震補強“SSP工法”」(白石)は建設省土木研究所の官民共同研究である「既設基礎の耐震補強技術の開発」として共同研究中の5工法の一つである。本報告は施工法確立のために行った実証実験に関するものである。

φ650 mm 補強鋼板の圧入および SSP モルタル（高流動水中不分離無収縮モルタル）の充填性、施工精度、強度など所期の目標が達成できた。

今後は実験の供試体による押抜きせん断試験、曲げ耐力試験を行い、設計・施工法の早期確立を目指す。

「超大型ホイールローダの開発」（小松製作所）は鉱山業界での生産性向上のため、150～200 t ダンプに最適であり、300 t ダンプにも積込み可能なバケット容量 20 m³ の超大型ホイールローダ（WA 1200-3）に関する報告である。

同機の開発の狙いは次のとおりである。

- ① 既存大型ホイールローダの信頼性・耐久性の更なる向上
- ② 車輛情報の共有化と集中化を図る機械管理システムの採用
- ③ 従来機を凌ぐ整備性・修理性の実現
- ④ オペレータの長時間乗車負荷を軽減する操縦性・居住性の向上

今後もユーザーズに応える品質向上の努力を継続する、としている。

[9] 環境・リサイクルとその機械

（座長：佐藤政昭）

「タフコンシステム（固結粘性土連続土砂改良工法）」（東洋建設）は、塊状を呈する固結粘性土、固結した浚渫土砂、脱水処理した固結土砂等、比較的含水比の低い粘性土を連続的に改良する、建設発生土の再利用を目的とした、土砂改良システムである。

土砂改良装置は、土砂投入部（解泥部）、混合部、定量引出し部から構成され、以下の特徴を有している。

- ① プラント混合であるため、混合効率が高い。
- ② 均一な混合が難しい粘性土も、均一混合ができる。
- ③ 施工条件に合わせ、システム構成を選択することができる。

本報文は、本工法による試験工場の概要と、実施結果に関する報告である。

「掘削土を利用した地中連続壁の施工」（鹿島建設）は、建設副産物である泥水掘削に伴う、不良土の発生を抑制する工法の一つである。

近年、地下工事の大深度化に伴い、山留壁（遮水壁）工事も、40 m を超える深度の工事が増加している。従来の原位置攪拌工法で生じる、一部壁の不連続による止水不良等の問題を解決する工法として、工事の増加とともに施工実績を増加させている。

本工法は、施工精度および品質に実績のある RC 地中

連続壁の掘削手法を用い、掘削残土を主材料とした泥土モルタル壁を、トレミー工法で打込み構築する工法で、掘削残土の 50～60% を再利用できる。

本報文は、工法の概要説明と、工法採用に至る経緯、施工管理の重点、施工実績等を報告したものである。

「アスファルト再生プラント用脱臭装置について」（鹿島道路）は、環境上大きな問題となっているアスファルト廃材のリサイクル工程で発生する臭気を除去するために、リサイクルプラントに装備されている脱臭装置を従来の直接燃焼式から、蓄熱燃焼式に換えることで、最高 99% の効率で脱臭することに成功した報告である。製造プラントに装備されているセラミック蓄熱体を使用した蓄熱式脱臭装置に、低温部でのアスファルトの凝縮防止、付着固化した成分の空焼きなどの工夫を加え、アスファルト成分を含む排気ガスに対応させた装置である。

本装置の導入は、プラントの経済性向上、CO₂ の削減などの効果もあることが、確認されている。

「PJ マッドスタビを活用した底泥浚渫土の処理事例」（日本舗道）は、浅層地盤を経済的に改良することを目指し開発した工法で、固化材を専用の設備から空気圧送で、連続的に施工場所にある混合装置に供給し、装置に取付けたノズルにより土中噴射しながら、同装置で土と混合するものである。この工法は、固化材を粉状のまま圧送するので、土の含水比を高めず固化材の添加量も低減でき、また水を全く使わないので、清掃時の汚泥の流失がないことが特徴である。

本報文は、庭園改修工事のヘドロの浚渫処理における施工事例を紹介するものである。

「建設工事における無薬注濁水処理及び固化改質システムの開発」（九州電力、ディーアイテクノ）は、トンネル工事、ダム工事から発生する濁水を、化学薬品を一切使用せず固液分離を行い、濾過水は放流もしくは再利用し、スラッジは石灰系固化改質材を用いて改質し、有価物として再生利用するシステムである。

本システムは、常に安定した放流基準以下の濾過水を得ることができ、またスラッジも短時間で再生土としての物性をもつ改良土となるため、環境問題もなくトータルコストの低減効果も期待できる。

本報文は、システムの概要と、ダム建設工事で実施した実証実験結果についての報告である。

[10] トンネルとその機械

（座長：植松勝之）

「小型・軽量で高効率のスロット削孔機の開発」（奥村

組、古河機械金属)は、市街地や既設構造物に近接した山岳トンネル工事等において、振動軽減のため発破の使用が制限される場合に採用される工法(SD工法)の開発報告であり、スロット削孔機を用いて岩盤やコンクリートにスロット(溝)を掘り、それを自由面として利用することで、振動を抑制して効率的な硬岩掘削を行うものである。今回、開発した2連式SD機は、従来の4連式のSDIII型機をさらに小型軽量化させたことにより、汎用機に搭載できるために、短期間での小規模な工事や狭い空間での工事に適用できるようにした。

「カッタービットの耐久性試験実績」(佐藤工業)においては、シールド工事の長距離施工において、特に重要視されるカッタービットの耐久性を調べるために、砂礫、岩盤層に用いられるディスクカッターの材質およびカッターリング形状に注目し、4種類のディスクカッターを用い、摩擦低減効果を調べるために試験施工を行った。その結果、カッターリング一体型においては、冷間ダイス鋼より改良冷間ダイス鋼が同等以上の耐摩耗性をもち、同材質の冷間ダイス鋼では、刃先形状改良型が従来型より1.6倍耐摩耗向上が図れ、超硬チップインサート型においても、摩耗は微小であることが判明した。

「シールド掘削とセグメント組立ての同時施工による高速施工」(東京ガス、清水建設)は、シールド機を本体部と前胴部に分けて、前胴部を上下左右全方向に向けることで、シールドジャッキの選択操作に関係なく、掘進方向制御を行いながら掘削とセグメント組立てを同時に行う施工法である。シールド機の構造はシールド機本体と前胴部を繋ぐテンションジャッキ、姿勢制御(前胴部首振り)を行うアーティキュレートジャッキ、追従エレクトラとロングジャッキから成り立っている。この同時施工法「F-NAVIシールド工法」を実工事に採用し、従来のシールド工法に比べて約2倍の月進量を記録した。

「円形ワギング(揺動)カッターシールド工法」(鹿島建設)は、カッターヘッドを一定角度の範囲で往復運動(揺動)させながら掘進する工法である。カッターヘッドの揺動は油圧ジャッキを伸縮させることで、カッターヘッドをワイパ状に作動する機構を採用している。この機構を採用することにより、内部の機器を簡素化でき、機長の短縮および軽量化が図れることから、発進立坑をより縮小化できるとともに曲線対応が容易になる等の特徴を有している。同工法をS字状の急曲線を含む実工事に導入し、曲線施工における方向制御の有効性が確認できた。

「小断面トンネルTBM工法におけるずり搬出システム」(佐藤工業)は、従来の小断面トンネルでは作業空間

と汎用機械寸法の制約上、単線軌道方式が用いられているため、ずり搬出と資材搬入の同時作業ができないことから、搬送距離が長くなるほど作業効率が悪くなっていたのを、複線方式を取入れて改良した新しいずり搬出システムである。同システムは、トンネル半断面片側に配置したベルトコンベヤ下部にずり鋼車が侵入していない場合は、下からベルトコンベヤを支持し、侵入している場合は、鋼車で支持する方式であり、水路トンネルに導入した結果、ずり搬出と資材搬入を効率よく行うことができた。

「シールドのスポーク回転式カッタービット交換工法の開発と適用」(清水建設、三菱重工)は、これまで長距離や礫地盤シールド工事においては、カッタービットが摩耗し掘削に支障をきたすため交換の必要があり、従来は交換用の立坑を築造して人力による交換作業を行っていたのを、カッタスポーク背面に予備ビットを装着し、このスポークを回転させることで、損耗したビットと予備ビットを入替える工法についての報告である。スポークの回転はバルクヘッドに取付けられたラックとスポークの歯車を噛み合わせ、カッターヘッドを旋回して行う仕組みであり、現在、実機に適用中である。

[10] トンネルとその機械

(座長：阿部愛和)

「大口径下水管路補修工法の開発」(熊谷組)は、既設供用下の大口径下水管路の補修を可能にするための開発技術で、劣化コンクリートを削り取るはつりシステムと防食シートを巻付ける覆工システムにより構成されている。はつりシステムを防水型切削システムとし、シート覆工システムではゴム製エアバッグにより上下流を締切り、ドライ状態で作業を行うことを特徴としている。今後営業展開を通じて実施工への適用をめざすとともに小口径の管路や部分補修への対応、管路の無人調査ロボット等の開発を通じ総合的リニューアル技術の開発を進める。

「大型シールドマシンの水平移動の施工報告」(佐藤工業)は、みなとみらい21線にて使用した泥水加圧式シールドマシン及び後続台車を他工区で利用するために水平移動させた施工報告である。マシン及びマシン受台の合計重量1,000tをテフロン加工したスライドベースにより摩擦係数を軽減させ、70tジャッキ(ストローク1,700mm)2本を用い盛替え回数をできるだけ少なくすることにより、移動距離138mを約5日間で水平移動させた。マシンの重心が前方にあるために、前側からジャッキで引くことにより安定した水平移動を実現させた。

「トレンチャーによる中央排水溝の施工法」(大成建設)は、九州新幹線鹿児島ルート田上トンネルにおける中央排水溝の施工を従来他用途に使用されていたトレンチャーを用いて行った報告。本施工法の採用により他工種の車両通行が可能になり工期が短縮し、余掘り量が減少するなどの効果を確認した。また、集塵機・黒煙浄化マフラを取付け、連続ベルトコンベヤずり出しによりダンプを不要とし、坑内環境の改善を図った。硬岩盤地帯ではブレーカや発破工法との組合せ施工も可能とし、今後のトンネル中央排水溝施工の一方法を示唆した。

「都市部で施工の大断面シールドの泥水処理設備」(佐藤工業)は、鉄道単線(シールド外径 ϕ 7.26 m)工事と引続き施工される駅部トンネル(シールド外径 ϕ 10.3 m)工事で設置された共用の巨大防音ハウスと泥水処理プラントの実施報告である。都市部施工のため狭隘な敷地に近隣の日照権を考慮した2階建て防音ハウスを設置し、その中に振動節、タンク、フィルタプレスなどの東京湾横断道路の規模に匹敵する設備を効率良く配置し、工期の短縮とコストの低減を図ったものである。今回の事例で今後の類似工事の施行計画に役立たせる。

「既設トンネル覆工背面空洞のコンパクトな新充填システム」(清水建設)は、新規に開発した施工システム「アクアコンパクト」を実際の工事に適用した施工報告。NATM以前の工法で施工されたトンネルの覆工背面に存在する空洞の充填を新工法で行うことにより、

- ① 第三者交通への影響が最小限となる、
- ② 充填作業が季節や時間帯の影響を受けにくい、
- ③ 施工箇所数および配置が容易に調整可能となる、
- ④ 準備・片付け作業が少なくなり施工時間が長くとれる、

などの効果を確認した。現在15現場で適用実績があるが、今後より一層の施工性の向上と大量施工をめざす。

[10] トンネルとその機械

(座長：村本利行)

「勾配12%を含む上水道を急勾配搬送システムで施工」(大豊建設)は、5%を超えるシールド工事に適用する急勾配搬送車「じょくらいまー」の開発に関する報告である。

「じょくらいまー」の仕様と適用結果は次のとおり。

- ① タイヤ駆動式で、牽引力はI型の駆動レールにゴム製駆動輪4輪を左右から挟みつけて発生させる。
- ② 牽引力は33 kNで5種類の制動装置を備え、最小曲線半径 $r=15$ mの走行が可能である。
- ③ 12%勾配の実施工に適用した結果、所期の目的を達

成した。

「複線泥水シールドの調整槽の共有化」(佐藤工業)は、泥水シールドを2本同時に施工する場合の各調整槽を、大型調整槽一つに共有化した泥水処理プラントシステムの紹介と、長所と短所についての報告である。

本システムの通常と異なる点は、上記の他、排泥ラインにクロスバルブを設け、振動節の相互利用を可能とした点である。

長所は、比重変化量の減少、一次処理設備の相互利用等で、短所は、掘削土量管理のプラントからの算定の難しさ、比重調整のタイミングの難しさである。

「縦二連分岐式泥水シールド工法(H&Vシールド工法)に関する施工」(西松建設)は、標記工法での急曲線施工における姿勢制御、地中分岐等の結果に関する報告である。

本工法は、二つの円形断面シールドを接合した複断面シールドをらせん状に掘進することや、分岐したりするもので、本シールドには以下の特徴がある。

- ① 二つの前胴が相反する方向へ中折れするクロスアーティキュレート機構によるローリング制御機構を有する。
- ② 着脱可能な接合ピンによるシールド機間接続。

急曲線($r=15$ m)での姿勢制御は、満足な結果であった。

「泥土圧シールドの掘削土再利用における流動化処理システムの開発」(佐藤工業)は、泥土圧シールドの発生土の一部を、トンネルのインバート材および路上埋戻し用の流動化処理土として再利用するための製造システムの開発に関する報告である。本システムの特徴は、泥土を効率よく解泥する装置として混合混練と分散混合作用を兼ね備えたプロシエアミキサを、高速でセメントと溶解泥土を強制的に連続混合する装置としてスパイラルピンミキサを採用していることである。

「スパイクハンマー付きコンクリートはつり機の開発」(間組)は、コンクリートの劣化に伴い、増加すると予想される下水道管渠補修工事に対するコンクリートはつり機開発に関する報告である。

本機は、空圧式の打撃によってコンクリートを砕くスパイクハンマーをレール台車に搭載し、管渠アーチ部に沿ってガイドレールを中心に旋回する機構と、トンネル進行方向の前後2 mをスライドする機構とからなる。

実施工での結果、省力化、省人化の成果が得られた。

今後、自動化等を改良し、 ϕ 2.0 m級への適用を図る。