

平成 13 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主催による平成 13 年度の建設機械と施工法シンポジウムは平成 13 年 10 月 25 日（木）～26 日（金）の両日、東京都港区の機械振興会館にて開催された。

シンポジウムは「土工とその機械」2 件、「基礎とその機械」2 件、「維持とその機械」1 件、「舗装とその機械」1 件、「除雪とその機械」1 件、「環境・リサイクルとその機械」3 件、「自動化・ロボット化・施工管理」7 件、「建築とその機械」6 件、「その他の機械」1 件、「トンネルとその機械」8 件、計 32 件と建設機械が直面する広範囲にわたる論文が提出され、熱のこもった討論が展開された。本シンポジウムの詳細は論文集に譲るとして、ここでは梗概を当日の座長にとりまとめて頂いた。

[1] 土工とその機械

（座長：間野 実）

「チェーンの打撃力による土質材料混合装置の開発」
（日本国土開発）

建設発生土を有効利用する目的で、発生土と添加剤を同時に細粒化・混合処理可能な「ツイスター工法」を開発した。性能確認試験における付着土対策（チェーン摩耗、電動機負荷増大、処理時間と手間）の問題点を改善し、本施工での実績を踏まえ、高精度な品質、良好な混合性および高い経済性を確保した。プラント機械としての汎用性、コンパクト化、低コストで手軽な手段として活用できる装置の開発を実現した。

「セルフクライミング式大型インクラインの開発と実用化」
（清水建設）

空港大橋を架設するために資機材をはじめ、掘削土砂搬出用ダンプトラックやコンクリートミキサ車を運ぶためインクライン設備の建設にセルフクライミング方式の昇降装置が採用されている。架台時昇降装置は、台車上にクレーンを設置し、杭打ちを行い架台架設を行い、1 スパン毎に昇降させるシステムで、作業性および安全性を向上させた。インクラインは、最大積載量 40 t、昇降勾配角度 34°、最大移動距離約 200 m、最高速度 75 m/min の資機材専用大型運搬設備となる。

[2] 基礎とその機械

（座長：間野 実）

「ストランド（SRD）場所打ち杭工法の開発と実用化」
（東日本旅客鉄道・大成建設）

都市構造物の基礎杭を構築する際に、狭隘で上部空間に制約のある状況での場所打ち杭の工事に、縦方向に継手を必要としないストランド鉄筋を用いて、低空頭での施工性の改善、トータルコストの低減を図った工法を開発した。ストランドを主筋とし、接続作業の省略による鉄筋建込み時間の短縮およびコスト削減、2.5 m の空頭での場所打ち杭工事の施工、付着性の高い可撓性のあるフレキシブルなストランド場所打ち杭工法を開発し、20%の工期短縮と安全施工を実現した。

「センターポール式深礎掘削工法」
（大本組）

大口径・大深度化・硬質地盤の深礎掘削工事における安全性の向上、省人化、施工効率の向上およびコスト縮減に向けた機械化施工法を開発した。深礎杭の中心にセンターポールを先行して建込み、ポールを支柱軸にして、システム化された上下移動・旋回可能な掘削機、削岩機（鉛直・水平方向）を取付け、掘削・積込み作業や発破装薬孔やロックボルト孔の穿孔作業を実施。また、アタッチメントとしてブレーカ及びコンクリート吹付けノズルを交換して、軟岩・中硬岩の小割作業や NATM 対応も実現した。

[3] 維持とその機械

(座長：間野 実)

「打音検査自動化システムの開発」(佐藤工業)

加振力を検出できるインパルスハンマを用いてコンクリート構造物を打撃し、フード付きマイクロフォンを用いて発生する打撃音を測定する打音法を用い、打音・測定部分をユニット化することにより、1回の打撃と打撃音の収録・評価を自動化して、連続的かつ効率的に測定が行えるシステムを開発した。検査台車に搭載した走行レールと円周方向のアーチ形状の走行ガイドレールにより広範囲の打音検査を可能とし、省人化、コスト縮減、施工性向上、安全性向上を実現した。

[4] 舗装とその機械

(座長：間野 実)

「SSP 施工機械の開発と施工」(大成ロテック)

排水性舗装よりさらに騒音低減効果が高く、持続性効果の長いと期待される超低騒音弾性舗装スーパーサイレントペーブ (SSP) を開発した。廃タイヤゴムチップ、細骨材及びポリウレタン樹脂からなる弾性構造物を現場で製造、敷均し、締固めを行う現場混合式弾性舗装である。全自動移動式プラント SSP 混合物製造装置 (材料計量、混合、排出)、SSP フィニッシャ、平面 SSP コンパクト (プレート内部に電熱ヒータを搭載) の構成により、施工能力の向上と省人化を実現した。

[5] 除雪とその機械

(座長：松下 清)

「運搬排雪車の開発」(国土交通省東北技術事務所)

除排雪作業を効率的かつ効果的に行うことを目的として、開発を進めている「運搬排雪作業用除雪機械」の開発報告である。本機械は車両側方に雪を掻込むロータリ装置を配備し、コンベヤで直接自車ベッセルに積込み、運搬排雪を1台で行うことで交通、歩行障害を解消した。ベッセルは立体交差橋梁等の実態調査から延長100m程度の除雪が可能な容量とし、作業はダンプトラックが不要で自車積込み方式であるため1車線のみで可能となり、迅速かつ容易に作業を可能とした。

[6] 環境・リサイクルとその機械

(座長：松下 清)

「底泥置換覆砂工法」(大成建設)

浚渫処理土が発生しない現位置での底泥浄化が可能な

工法の開発報告である。本工法はジェットパイプとガイドパイプを装着した作業台船を使用してジェット水流を噴射しながら湖底に貫入させ、汚濁底泥の下に堆積する砂質土をジェット水流により湖底上部へ浮上させて、表層に砂質土層を形成させる工法である。諏訪湖における実証実験では、汚濁底泥上に清純な砂質が確実に覆砂され良好な結果を得た。また、濁りの発生範囲も湖底の近傍に限定され、湖底表層の有機物含有量が約1/3に低下する底泥浄化効果が確認された。

「堆肥化した木チップを緑化基盤材とする工法」(前田建設工業)

建設現場で発生する伐採材を場内にて短期間で堆肥化し、法面緑化基盤材に有効利用する工法 (ウッドベース工法) を開発し、現地試験を行った報告である。工程はチップ化工程、堆肥化工程、吹付け工程に分かれ、チップ化工程では処理能力の高いハンマクラッシュ型の二次破碎機を使用して効率化を図り、吹付けでは堆肥化した伐採チップ混入基材でも閉塞なく施工可能とした。さらに、堆肥化の簡易化で工期短縮、コスト低減を可能として所期の目的を達成した。

「土圧シールドの掘削土再利用における流動化処理土製造方法の開発と実用化」(佐藤工業)

建設発生土の有効利用として、極めて粘性の高いシルト、粘土を改良して流動化処理土を製造する方法の開発、実用化報告である。製造工程は泥水製造工程と固化材混練工程に分かれ、泥水製造は加水しながら泥土を解泥、選別、調整をして所望含水比の泥水とし、固化材混練はその泥水に固化材を添加・混練して流動化処理土を製造する。実施工ではインバート築造等に流用し、硬化後の強度にばらつきの少ない良好な品質の流動化処理土を製造可能とした。

[7] 自動化・ロボット化・施工管理

(座長：小原由幸)

「遠隔測量システムの開発」(フジタ)

シールド工事における測量作業の自動化を計ったもので、中央制御室にいながらにして定期的に、マシーン測量やセグメント測量が実施できるシステムの開発事例である。システムの構成要素は、測量台車、光波測距儀、光波測距儀の水平保持のための整準台、キューブであり、キューブには既知点用と未知点用のものがある。システムの運用には、測量台車を後方台車レール上に独立駆動できるように設置した半固定方式と後方台車を編成車両に組込んだ後方台車牽引方式があり、それぞれの特徴と施工実績が報告されている。

「三次元マシンコントロールシステムによる現場施工の合理化」(鹿島道路・トプコン)

三次元的に建設機械を管理するため、自動追尾トータルステーション技術、レーザ利用の光通信技術、油圧制御技術を融合させた情報化施工システムである。システム構成は、自動追尾トータルステーション、受光センサ、建設機械の制御部、制御ソフト、パソコンから構成されていて、例えばブルドーザ等の重機に受光センサ、制御部を取付け、そのブレード操作を遠隔無人で行えるシステムである。平面的な整地と急勾配法面での整地実績およびそれらの出来高計測を行い、システム適用時の誤差を算出している。平面整地では平均で+10 mm、法面整地では平均で-22 mmであった。

「GPS を利用したダンプトラックナビシステム」(鹿島建設)

大規模造成工事等におけるダンプトラックの運行管理システムであり、ダンプトラックの位置情報取得と運転手が入力する土質情報を組み合わせ、走行ルートを決断してタイムリイな施工管理、運土計画を目的としている。使用機器は、GPS 受信機、運転室内の操作盤、ダンプアップを検出するセンサ及び業務用無線機移動局等である。中央管理室では、運行管理画面や土量管理画面、出来形管理画面等を表示でき、施工効率を高めている。

「マトリックス演算法を用いたトータルステーション変状計測システム」(東日本旅客鉄道・大成建設)

トータルステーションシステムを活用した計測の測定誤差をできるだけ小さくするため、その設置位置が変位または振動しても影響をキャンセルできるマトリックス演算法を開発し実証した報告である。その結果、81.5 m 離れた場所にトータルステーションを据付け、ターゲットの僅かな移動量 0.1 mm を検出できた。この手法を使うには、既知点として同一平面上にない 4 つの基準点が必要である。

「情報化施工による盛土締固め管理」(国土交通省関東技術事務所)

盛土の締固め管理のため、全周プリズムとパソコンを搭載した転圧機を自動追尾型トータルステーションで追いかけて、その位置データを現場事務所に送信して事務所内のコンピュータでデータ処理するとともに処理されたデータを転圧機のパソコンに戻し、オペレータが見ることにより所定回数の締固めが実施できる施工管理システムである。この管理では、転圧回数分布図、走行軌跡図、層厚分布図、盛土断面出来形図等が出力できる。管理ブロックサイズの大きさと転圧不足率との関係を実験で明らかにした。管理ブロックサイズの大きさは、作

業能力を考慮し 0.5 m 四方が実用的であるとしている。

「ジャンボマシンの作動特性を基にした地山地質構造の可視化」(室蘭工業大学・三井建設)

NATM の主要な支保部材であるロックボルトの打設長さをリアルタイムでかつ簡便に決められることを目指して、削岩機であるドリルジャンボの穿孔時の打撃圧、回転圧、フィード圧、フィード長を測定し、地山の脆弱部を判定できるシステムを構築した報告である。各種の穿孔データを可視化してモニタリングさせている。検層実証結果では、削孔速度データがかなり正確に地山を評価できるものとなっている。

「電波を用いたシールドでの移動体所在管理システムの開発」(佐藤工業)

トンネル工事のうち、特に小断面のシールド工事における作業員と車両(バッテリーカー)の衝突や接触防止を計るため、作業員を含む坑内の移動体すべてに小型無線通信機(発信機)を取付け、中央監視室で安全管理するとともに、坑内では互いが接近した時に点滅する回転灯と急曲線部にはチューブライトを取付けた開発事例である。このシステムでは歩行者用昇降階段入口にはアンテナゲートおよび無線式入坑者管理制御装置を設け、坑内には 200 m 間隔で固定無線受信機を設置している。作業員は、コンパクトに収容される小型無線通信機と入坑時に個人を識別する RF (radio frequency)-ID シートヘルメットの中に常時格納している。

[8] 建築とその機械

(座長：荒井政男)

「(仮称) PCP 丸の内ビル新築工事におけるスーパーストラクチャーフレームの施工」(竹中工務店)

東京駅南口に建築される地下 4 階、地上 32 階の超高層オフィスビルの建築に、従来のスケールをはるかに超える巨大な部材からなる架構の合理化施工として直径 3.4 m のスーパーコラム 4 本の施工を逆打ち地下駆体工事に先行して構築し、地組みした 250 t 以上のトランスファガーダの狭小隙間でのリフトアップをローラ付き油圧ジャッキを用いて施工した結果、工期短縮とコスト削減が図れ、マイルストーンである地上高層鉄骨工事着手日を守り順調な工事工程が確保出来た。

「ウェイクアップ工法の開発と実施」—壁面鉄骨の安全・高精度建方技術—(竹中工務店)

国立国会図書館関西館(仮称)の建築工事において、外装ガラスカーテンウォールの下地となる全幅 127.5 m、全高 28.2 m、総重量 500 t の格子状鉄骨を 2 ブロッ

クに分け、地上に寝かした状態で鉄骨を組立てた後、鉄骨の一端に取付たピン支承を回転軸として油圧ジャッキで扇状に引き、本体鉄骨に取付ける新工法を採用した結果、高所作業の無い大規模な地組みが可能となると共に、本体鉄骨工事と並行して施工出来るため、500 tCW 下地鉄骨の施工を安全、高精度、高効率で施工できた。

「鉄骨生産システム」—Tower-SMART System—（清水建設）

清水建設で開発した「全天候型ビル自動施工・スマートシステム」の技術を鉄塔施工に応用して考案されたシステムに関する報告である。

本システムは、天井クレーンを応用した鉄骨の搬送・組立てシステム、プラントを覆う透光性の高い外周養生システム、プラント全体を迫上げるクライミングシステムで構成するボックス型の機械化施工プラントで、鉄塔を組立てながらクライミングしていくもので、工事全体工程の短縮、安全性と施工性の向上、鉄骨の施工品質、などが向上した。

「超高層 RC 集合住宅における機械化施工」（清水建設）

タワークレーンの揚重負荷低減や敷地の狭い場所での工業化施工を目的として開発した装置に関する報告である。

本システムは、作業ヤードが狭い、タワークレーンの配置に偏りがありクレーンの負荷率が異なる等の工事に有効であり、

- ① 昇降式ステージ、
- ② 梁システム型枠セッタ、
- ③ ピコス搬送トランスポータ、
- ④ テルハ式コンクリート打設システム、

などにより構成されており、これらの導入により、タワークレーンの負荷低減が図れると共に、工期の短縮が可能となった。

「逆打ち工事における土砂フィーダ装置の開発」（東急建設）

都市部の建築工事における狭隘な敷地条件や工期短縮を目的として採用された逆打ち工法により地下部の掘削発生土の搬送システムとして開発、採用した土砂フィーダ装置に関する報告である。

本装置は 1.6 m³ 油圧グラブによる土砂の断続運搬とベルトコンベアという連続運搬の異なる搬送特性の整合を図るもので、ヒンジ型テーブル（ベッセル）を油圧シリンダにてダンパアップさせる構造となっており、上下空間の制限された狭隘な現場での土砂搬出に有効であり、今後土木工事においても適用拡大が望める。

「鉄骨柱建起し装置の開発」（東急建設）

地上の作業ヤードに水平仮置きされた鉄骨柱を地組み完了後安全に建起す装置の開発に関する報告である。

本装置は、走行フレーム、昇降フレーム、柱下端部回転支持装置の3つの主要構造部により構成され、仮置き架台に水平に置いた鉄骨柱の下端部に自走させて設置し、鉄骨下端部と回転架台部を止め金具で固定し仮置き架台を撤去した後、柱上端部を建方クレーンで吊上げる事により本装置は吊芯方向に移動し鉄骨柱が鉛直に吊上がるため、狭隘な作業ヤードでも安定した建起し作業が出来、安全性、作業性が向上した。

[9] その他の機械

（座長：永森邦博）

「デメテル工法（水中構造物の合理的な解体工法）の開発」（京成電鉄・奥村組・日立建機）

水中の構造物の位置と解体装置の相対的な位置関係を数値化し、その結果をコンピュータ処理によりリアルタイムに画面に表示して、オペレータが運転席に居ながらにして水中の状況を容易に把握することを可能にした工法を開発した。水上の栈橋上等に設置した油圧ショベルなどの建設機械の先端に、油圧ブレーカや解体手段に応じた破碎装置を装着して、この遠隔システムを利用し、陸上と同様に水中の構造物を解体する技術を開発し、現場適用を図り、良好な結果を得た。

[10] トンネルとその機械

（座長：永森邦博）

「大断面泥土圧シールドにおける大型土砂圧送ポンプ採用実績の報告」（佐藤工業）

10 m クラスの大断面泥土圧式シールド工事において、切羽安定制御を行う1台の土砂圧送ポンプと台車後方から坑外まで搬出する二次圧送を1台で行うシンプルな1システムにより全坑長を圧送するシステムを採用した。これにより、大断面泥土圧シールドの土砂搬送において、1システム・1台の土砂圧送システムが、掘進管理の確実性、機械管理の容易性、及び坑内の安全性の面で有効であることを実施工により確認した。

「大型土砂圧送ポンプから発生する振動・騒音対策」（佐藤工業）

大容量のポンプを使った土砂圧送システムにおける施工上の弊害として、圧送時に発生する騒音・振動の影響が、坑内の作業環境及び沿道住民に対して大きな問題となることから、これらの防止対策として、サイレンスダンパ（衝撃音と振動を同時に吸収し、低減できる装置）

やエアクッションを採用することにより、その影響を効果的に低減させた。

「コンパクトシールド工法の機械システムの開発」(東京都・小松製作所)。

工事費の低減や都市部固有の問題である生活環境への影響、地上や地下空間の過密化等の解決として、下水道管渠の再構築に適した「コンパクトシールド」工法を開発した。特徴としては、分割数が少ない、二次覆工を一体化したセグメントの使用、及び、供給から組立てまでの新しいシステムの開発、並びに、インバート溝をガイドとして活用する無操舵のタイヤ式坑内搬送システムの開発から成り、平成13年秋頃から実稼働の予定である。

「TBM用新システムによる合理的施工」(日本道路公団・奥村組)

鋼製簡易ライナ(ロックライナ)をTBMのサポート内でエレクタにより組立て、サポート直後でジャッキにより拡張することを特徴としたシールド型TBMを導坑掘削工事に適用した結果、不良地山でもTBMを長時間停止することなく安定した進行が得られた。また、TBMのサポート内で早期かつ短時間で支保構築が可能となり、支保作業の作業性、安全性を向上させることができ、連続した崩落性地山や湧水箇所においても問題なく施工できることを実証した。

[10] トンネルとその機械

(座長：大林正明)

「トンネル活線拡幅工事の移動架台(プロテクタ)の開発」(佐藤工業)

車両の通行を確保しながらのトンネル活線拡幅工事に、新たに開発した移動式架台(プロテクタ)を採用し、安全でかつ経済的な工法を確立した。この移動式架台は、先端架台、中間架台、後方架台の3つの部分より構成され、いずれの架台も作業床と下側に設けられた脚壁とから成り立っている。先端架台は発破による衝撃荷重にも耐え得るように強固に設計され、また、いずれの架台の脚壁も休工事に2車線の開放が可能のように、左右に開く構造となっている。

「長大トンネルずり搬出システムの開発」(佐藤工業)

トンネル工事の省力化、急速化と坑内環境、安全性向上を進めるため、ベッセルによる運搬・仮置き工程と、インパクトローラクラッシャを備えた連続ベルトコンベヤによる搬出工程を組合わせた「長大トンネルずり搬出システム」を八甲田トンネル市ノ渡工区に導入した。このシステムの採用により、重ダンプトラックの排ガスによる坑内環境の悪化を防止し、切羽開放までを大幅に時間短縮することから、急速施工を実現するとともに、ずり発生形態に影響を受けないため掘削工法の変更に柔軟に対応できる等の特徴がある。

「小断面TBMの合理化システムの開発と実用化」(佐藤工業)

小断面TBM工事を対象として、

「掘削と覆工の同時施工を可能にする自動吹付けシステム」、

「複線レール方式の採用を可能とした特殊ずり鋼車と積み込み装置」、

「TBM機械データによる地山評価」

の技術開発を行い、新大長谷第一発電所(第1工区)導水路トンネル工事に適用し、合理化システムとして実用化した。このシステムは掘削と覆工の同時作業を可能とし、急速施工のみならず、作業環境の改善、品質の向上を図れるとともに、切羽が直接観察できないTBM掘削において、地山状況をリアルタイムで把握できる。

「バルクエマルジョン爆薬発破システムの開発と実用化」(佐藤工業)

トンネル工事において、発破作業の改善による更なる高効率化施工を図るために、バルクエマルジョン爆薬と発破システムの実用化を目的に、「長崎自動車道現川トンネル工事」において実証実験を行った。特に機械による装填ポンプシステムについての実験であるが、爆薬量調整が容易であることから、制御発破にも有効で、湧水、削孔水の耐水性に優れ、込め物を必要としないために、装薬時間の短縮などの簡素化を図れ、次世代発破システムとして成立つことが判明した。

J C M A