

平成 15 年度 建設機械と施工法シンポジウム報告

社団法人日本建設機械化協会主催による平成 15 年度の建設機械と施工法シンポジウムは平成 15 年 10 月 23 日(木)～24 日(金)の両日、東京都港区の機械振興会館で開催された。

シンポジウムは「土工とその機械」1 件、「舗装とその機械」2 件、「基礎とその機械」2 件、「建築とその機械」1 件、「環境・リサイクルとその機械」1 件、「トンネルとその機械」7 件、「維持とその機械」3 件、「コンクリートとその機械」1 件、「自動化・ロボット化・施工管理」2 件、「その他の機械」1 件、計 32 件と建設機械が直面する広範囲にわたる論文が発表され、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を参照して頂きたい。ここでは概要を当日の座長にとりまとめて頂いたので掲載する。

キーワード：建設機械、土工、舗装、トンネル、維持管理、コンクリート、自動化、ロボット、施工

Compacted Dam) 工法による高速施工を可能としている。

[1] 土工とその機械

(座長：内田克巳)

「簡易遠隔操縦装置による施工の効率化検討」(国土交通省九州技術事務所)

遠隔操縦機械による無人化施工は雲仙普賢岳の災害復旧工事以来、改良・発展を遂げ導入実績も多くなってきた。このような中、市販の建設機械を専用機として改造することなく、装置を搭載することで遠隔操縦を可能とした簡易遠隔操縦装置(通称ロボQ)を開発した。

一般工事への導入を目的に、各種の実証試験を行った結果、施工精度の向上が確認されると共に、掘削作業以外での有効性が確認されたとの報告であり、今後一般土木工事に幅広く普及していくことが期待される。

[2] コンクリートとその機械

(座長：内田克巳)

「テルハ型クレーンによるダムコンクリート運搬・打設設備の開発」(ハザマ)

テルハクレーンをベースに、ダムの打上がり高さに合わせてクレーン本体をリフトアップさせるクライミング装置を有した「昇昇式テルハクレーン」を開発し、ダムのコンクリート主運搬設備に採用したとの報告である。

この設備は仮設用地確保のための法面掘削など自然環境の改変を極力少なくできる。また、トランスファーカーと連動した自動運転やリモートメンテナンスを実施し、サイクルタイムの均一化、オペレータの負担軽減など大容量コンクリート打設システムとして順調に稼働し、RCD (Roller

[3] 維持とその機械

(座長：内田克巳)

「道路標識点検手法の開発」(国土交通省関東技術事務所)

道路標識落下事故を契機に、標識、道路情報提供装置等の点検手法を確立する必要が高まり、画像装置を用いた点検手法を開発したとの報告である。点検用の専用車に装備された伸縮ポール、アーム、旋回装置等に 3 CCD カメラを搭載し、車内より直接操作する。高所にある標識などの画像データを取込み、点検記録表として記録しデータベース化する。高所での近接目視点検に比べ、交通渋滞の発生がなく、作業の安全確保、作業効率の向上が図られており、現状での点検手法の代替として確立していくことが望まれる。

「消雪井戸の維持管理点検ロボットの開発」(国土交通省北陸技術事務所)

冬期交通確保に重要な役割を果たす消融雪施設の代表に消雪パイプがある。この熱源として重要な消雪井戸の揚水能力維持のため、水中ポンプを引上げなくてもケーシング内部を直視点検できる小型水中カメラと、部分腐食が修繕可能なロボットを開発した。動作確認試験の結果、施工性はよく、ロボット動作状況も良好であったとの報告である。これにより消雪井戸のライフサイクルに大幅なコストダウンが図れるなど、画期的な技術であり、同じ雪に悩む全国への展開など幅広く普及していくことが期待される。

「既設トンネルの覆工背面空洞調査法 PVM システムの開発」(古河機械金属)

既設トンネル覆工背面の空洞や地山性状を調査するため、小孔径で高速穿孔しながら精度よく調査できる PVM システムを開発した。一般に用いられている非破壊物理探査手法やコアボーリングに比べ、覆工厚や地下水の影響による調査精度低下も懸念されず、非常に信頼性が高い。小孔径のためトンネル構造への影響が小さく施工スピードも速い。また、一連のシステム機器は専用機に搭載され機動性、安全性に優れるとの報告である。今後、人工知能技術を用いるなど、多くのデータ解析による空洞規模調査の総合システムを目指す。

[4] 舗装とその機械

(座長：松本孝之)

「高速型排水性舗装機能回復車の開発」(NIPPO, 石川島播磨重工業)

作業速度の高速化及び作業コストの低減を目的として、従来にない機構の洗浄ユニットを有する高速型排水性舗装機能回復車を開発した。同機は、多量の高圧水を路面に対して斜めに噴射し、路面で跳ね返る勢いを利用して空隙詰まり物と洗浄水を回収する洗浄方法を採用している。真空吸引装置が必要なく、同クラスの機能回復機より安価である。また、作業速度が6~10 km/h と速く、車線規制を行わずに機能回復作業を行えるため、作業コストを低減できる。平成15年8月までに5件、約6万m²の施工実績がある。

「三次元マシンコントロールシステムを応用した道路建設機械」(鹿島道路)

三次元マシンコントロールシステム「3D-MC」を国内で初めてモータグレーダに適用し、北海道縦貫道工事の路盤工に使用して、有効性と施工精度を確認した。3D-MCグレーダは、光通信機能を付加した自動追尾型トータルステーションがブレードに設置された受光センサを追尾、測定し、その一つに合致する設計高さ及び横断勾配データ等をパソコンから引出して、レーザー光として発信し、ブレードの高さ及び横断勾配を自動制御するものである。今後、出来形管理の合理化、省力化及び熟練オペレータ不足問題の解決策として期待される。

「路上再々生路盤工法の効率化」(NIPPO)

施工から十数年が経過して修繕時期を迎えた路上再生路盤を効率的、経済的に再々生するため、破砕能力が大きなロードスタビライザ「ロードリサイクラ」を開発し、路上

再々生路盤工法「スーパーFRB工法(Field Recycling Base)」を実用化した。

ロードリサイクラは、厚さ15cmのアスファルト舗装を破砕でき、全ての再生路盤用添加剤に対応できる。スーパーFRB工法は、ロードリサイクラを用いて再生路盤や水硬性鉄鋼スラグ路盤、セメント安定処理路盤等を路上で破砕して再利用するものである。条件により路盤の予備破砕が不要で、施工コストを従来工法より最大30%削減可能である。平成15年5月までに、約4万m²の施工実績がある。

[5] 基礎とその機械

(座長：小滝 裕)

「完全無人化を目指した New DREAM 工法のトラベリングシステムの開発」(大豊建設)

ニューマチック工法の大深度化に伴い、潜函作業の完全無人化を目指して、自動掘削機のメンテナンスを大気圧下で安全に実施するシステムの要素技術開発である。実大規模の試験装置で自動掘削機の回収と据付け機能及び煩雑なケーブル類の遠隔脱着操作機能の耐久性等が確認出来たとの報告である。このシステムが完成することにより、高気圧作業の大幅な削減が期待される。

「地盤に適合したスラリー供給によるソイルセメント柱列式地下連続壁の施工」(佐藤工業)

本工法は、土とセメントスラリーを原位置で攪拌、混合し、地中に連続壁を構築する工法であるが、現地土質に適合したセメントスラリーのW/Cを制御、注入することにより、高品質、低コストの連続壁を施工したことの実績報告である。また、発生するスライム(産廃)を再利用するシステムとW/C制御システムを付加した工法を構築することで、より高度化が期待される。

[6] 自動化・ロボット化・施工管理

(座長：小滝 裕)

「加速度応答を用いた締固め度管理手法の検討」(大成建設)

締固め機械に加速度計を装着して、締固め度をリアルタイムに測定するシステムの適用性を検証するため、室内・現場試験を実施した結果の報告である。機械の振動タイプと加速度応答、基盤面の特性と加速度応答等の関係を詳細に分析したが、リアルタイムで管理できる実用化レベルに達するためには、数多くの現場試験等を実施したデータの蓄積と分析を図る必要がある。

「画像認識を利用した自動監視システムの開発」(大成建設)

動画像を利用して、指定した領域の変状を捉え、安全確認や異常警報を行うシステムの紹介と、他用途に対応できる柔軟なシステム開発への経過と適用事例の報告である。現場特有の環境、気象があり自動監視システムを運用するためには技術的な課題がまだ残されているが、認識ソフト等充実させることで現場への展開が期待される。

「煙突内壁煉瓦解体装置の開発」(東急建設)

焼却施設解体工事におけるダイオキシン類の除染技術開発の一環として煙突内壁解体装置を開発し、実証工事が完了したため、装置の概要と工事実績報告である。装置はエンドレスチェーンを高速回転させながら旋回、昇降し、アームが自在に拡張して煉瓦を解体する。煙突内は汚染されているため遠隔操作で行い、解体状況は赤外線式 CCD カメラで監視しながら行える。今後、解体煉瓦の搬出装置等の開発で、解体工事の一貫したシステムの完成が期待される。

[7] 環境・リサイクルとその機械

(座長：前田純一郎)

「関門航路浚渫工事における土砂の分級ならびに今後の展開」(信幸建設)

関門航路の浚渫工事において、大容量かつ高能率な分級工法「ソイルセパレータ工法」を世界で初めて採用しその成果を確認した。約 30 万 m³ の浚渫土砂を分級して砂を取出し、建設中の空港の覆土材として有効利用した。さらに分級後の残された大量のシルト、粘土分泥水を効率的に処理して各種建設材料としてリサイクルできる安価な固液分離システムを開発した。本固液分離システムと分級工法を組み合わせることにより、浚渫土砂を 100% リサイクルできるトータルシステムが完成した。今後は、分離されたフロックを低コストで減容化する処理技術の開発が課題である。

[8] その他の機械

(座長：前田純一郎)

「プラズマによる破碎技術 (PAB 工法) の開発」(熊谷組)

従来の機械掘削とは異なる破碎技術として、放電により発生する衝撃波を利用することで非接触で対象物を破碎するプラズマによる岩盤破碎技術 (PAB: Plasma Acoustic Blasting) を開発した。騒音、震動が少なく、破片の飛散がないことや、電圧を調整することにより破碎力を調整で

き、重要構造物の近傍でも施工できる技術である。岩破碎試験の後、実施工に導入した結果、静的破碎剤では壊れにくい鉄筋量の多いコンクリート構造物も放電により細かく粉碎でき、硬岩についても 200 MPa 以上の岩も放電のみで破碎できることを確認した。

[9] 建築とその機械

(座長：前田純一郎)

「モルタル剥離装置を用いた耐震補強システムの開発と実用化」(佐藤工業)

耐震壁の増打ち工事の工期短縮と、低騒音、低振動、無粉塵化を図り、施主が建物を使用しながらでも工事ができるように、コンクリート躯体部とモルタルの界面で切断分離するモルタル剥離装置 (フレックスソー工法) と、後施工アンカを打設するサイレント工法を組合せた耐震補強システムを開発した。フレックスソー工法は、コンクリート躯体部とモルタルの境界部をコンクリートカットでスライスして剥離させるものである。本工法により騒音は従来工法に比べて大幅に改善し、工事ストップを指示されることも少なく、安定した工事管理を実現できた。

「外部作業用セルフクライミング足場の開発」(東急建設)

RC 造の集合住宅建設の外部作業用に、セルフクライミング式の足場を開発した。本足場は、安全にセルフクライミングを行え、かつ装置が小型で盛替え作業に時間がかからないこと、転用が可能で、一般形状の建物に対応できることを特徴とする。足場ユニットには 2 台の巻上げ装置とガイドローラが設けられており、ユニット間の干渉がなく安全にクライミングできる。13 台のユニットを設置した実施工現場に適用した結果、セルフクライミングを行うことで、揚重機の使用日数を削減でき、工期を短縮することも可能となった。今後、盛替え作業の簡素化により一層の工期短縮とコスト低減を図る。

「超高層マンション施工革命 セルフクライミング天井クレーンシステム—シャトライズ工法—」(鹿島建設)

免震構造の超高層マンションで、柱配列が短辺方向は 2 列の柱、長辺方向は長い板状構造の建物の施工に適用され、狭隘な敷地条件でも合理的に短工期で施工できる機械化施工システムを開発した。構工法は、柱や梁の架構をフルプレキャスト化し、PC 鋼材で締付け、一体化する PCaPC 工法である。20 t を超える PC 部材を建設用リフトで施工階まで垂直搬送し、さらに建屋上部に設けた天井クレーンで水平搬送して建方を行う。天井クレーンシステムは、進捗に合わせてクライミングする機構になっている。実施工

においては、1節（2フロア）を9日の短サイクルで施工を行うことができた。

[10] トンネルとその機械

（座長：北川滋樹）

「ツインスクリュシールド工法の開発と実用化」（大成建設）

高水圧下の泥土圧シールドでは、排土装置であるスクリュコンベヤからの噴発現象などにより切羽土圧の制御が難しくなる。この問題に対し、「ツインスクリュシールド工法」を開発した。ツインスクリュとは2本の軸付きスクリュを相互に逆方向に組合わせた構造を持ち、高水圧下でも高い止水性能を発揮し安定した排土性能が得られる。これにより掘進時、切羽土圧の安定制御ができ、スクリュ回転数を計測することで正確な掘削土量管理が可能となった。

「小断面トンネル吹付けシステムの開発」（三井住友建設）

トンネル工事でのコンクリート吹付け作業は、粉塵発生量が多く過酷な作業となる。特に小断面トンネルの場合、骨材の跳ね返りも重なるためエア方式以外の吹付けシステムが望まれる。ここで報告する吹付けシステムは、エア方式に代わる遠心力吹付け方式で、高速回転するインペラの遠心力により吹付け材料を投射し、吹付けを行う方法である。遠心力吹付け試験結果によれば、粉塵濃度は通常のエア方式に比べ1/6～1/9、さらに低粉塵対応型粉体急結剤を用いると1/20～1/30まで低減できた。

「センターホールジャッキ方式によるシールドの発進方法」（佐藤工業）

この発進方式はコンパクトシールド工法の一環として開発されたものであるが、通常の仮組みセグメント方式では発進時や初期掘進時の資材搬出入の作業性、能率、安全性に問題があり、仮組みセグメントの撤去にも手間がかかる。これに代わりセンターホールジャッキによりシールド機を直接地山に引込むことにより、シールド機後方のスペースが有効に利用でき、狭い立坑でも効率的な発進作業が可能となる。実施工を通して、この発進方式の作業効率や安全性向上などの優位性を確認した。

「都市部における既設下水管（φ700 mm）の引抜き撤去工事例の報告」（佐藤工業）

駅部の開削工事に伴う山留壁施工位置に埋設されている下水管を、地上から開削せず地下にて管撤去埋戻しをした事例の報告である。山留壁に支障する範囲は延長8～30 m

の4区間で、対象地質は関東ロームと土丹である。施工方法は引抜き用立坑を設置し、撤去部先端に鋼製引抜き治具を取付け、PC鋼棒を介し立坑より下水管を一体で引抜く。発生した空洞は引抜きと同時に鋼製引抜き治具よりCBを充填注入する。外周抵抗の縁を切ると引抜き力は、管自体の耐力及び引抜き想定値以下で施工できた。

「ラッピング工法（トンネル外周被覆工法）の開発」（大成建設）

シールドトンネルの大深度化に伴う止水技術は、トンネル構造物の耐久性向上の面からも重要な課題である。この課題に対し、トンネル全体をシートで被覆する「ラッピング工法」の概要と実証実験について報告するものである。防水シートは厚さ2 mm以上のポリエチレンシートであり、シールド機テール内に設置されたラッピング装置で巻立て、固定、溶着する。掘進と並行してシート巻立て作業をするため、実証実験により巻立て時間が掘進に支障しないこと、さらに、シート耐水圧試験を実施し、溶着品質に掘進やセグメント組立ての影響がないことを確認した。

「泥水式斜坑推進工法で施工した大深度換気立坑の施工機械設備」（清水建設）

内径10.8 mのシールドトンネル式調整池が、国道直下87 mの大深度に設置されている。この調整池の換気用立坑として、国道に隣接する公園敷地内から、伏せ角度75.6度で呼び径2,000 mmの泥水式推進工事により斜坑を施工した事例報告である。地上に反力構台を設置し、グラウンドアンカで反力を確保し推進を行った。推進管はダクタイル鋳鉄管で、大きな浮力を受けながらの推進であるため、管の接続には特殊な装備を持つ。掘進機の方向制御は中折れ装置の作用でなされ、到達後、掘進機は解体され地上に引上げられた。

「低土被りシールド機の開発と掘進実証試験の実施」（大成建設）

交差点や踏切部のアンダーパスをシールド工法で構築する場合、超浅深度施工となる。「ルーフプロテクトシールド工法」は、シールド機上部に装備した庇状の先受け機構（ルーフプロテクト）により、掘進時の切羽の緩みを遮断し地盤変状を抑制する。ルーフプロテクトは通常の泥土圧シールド工法と同様であり、この先受け部の掘削・排土・土圧調整機構の性能を確認するため、大型土槽を用いた試験機による掘進実験を実施した。掘進結果は、事前解析による必要な土圧変動幅以下で、高精度な土圧制御が可能であった。