〝匠と最先端〟技術融合

インフラや建物、工場を整備したりする時にお世話になるのが建設・プラント会社だ。日本の建設産業では、ロボットや無人化施工や自動搬送などの技術が使われ始めている。また、情報通信技術（ICT）を使った管理手法も始まっている。プラント業界も、未来のクリーンエネルギーとして注目される水素の輸送・貯蔵に関わる独自技術に取り組んでいる。モノづくりの技と先端テクノロジーが融合し、次の時代を切り開こうとしている。

建設・プラント

建設現場にロボット投入

担い手不足

建設業界は技能者の高齢化が進んでおり、担い手不足が深刻化している。このため、建設現場の省人化や省力化など、生産性向上に向けた活動が活発化。建設作業ロボットなどの活躍の場が増えると予想される。

特に土木工事の現場では、建設機械の自動化が進む。例えば、大成建設は自動運転する振動ローラーを用いた無人化施工システムを開発し、ダム関連工事で適用した。物体を検知したり角度や速度を検出したりするセンサーなどを振動ローラーに搭載。合わせて位置情報を補正するトータルステーションまたは全地球測位システム（GPS）とパソコンを組み合わせて活用する。

パソコンに施工範囲などの作業計画を入力し、スタートボタンを押すだけで振動ローラーが作業を始める。地面を圧し固める転圧作業を終日連続施工できる。従来作業に比べ、人員やコストを減らせる。災害現場の復旧工事やダム工事、大規模造成工事などで活用できる見込みだ。将来はダンプやブルドーザーなどと組み合わせ一連の作業を自動化し、無人化施工を高度化する方針。

鹿島も自動化した建設機械を使った建設生産システムを開発し、ダム堤体建設工事で適用している。タブレット端末で作業内容を指示すると、ブルドーザーや振動ローラーなどの建機が自動的に作業する。市販の振動ローラーにGPSや障害物センサーなどを装着。熟練技能者の操縦ノウハウを制御プログラムに組み込み、誤差10センチメートルの施工精度を達成した。ブルドーザーは土砂の崩れ方をシミュレーションし、走行経路やブレードの高さを自動調整して施工している。

効率と安全性

清水建設は山岳トンネルの施工で、トンネル岩盤を支える「支保工」の設置ロボットを投入している。3本の長いアームを持ち、遠隔操作で崩れやすくなっている掘削面近くに支保工を施工できる。従来の人手による作業と比べ、作業員は4割減と作業効率の向上と施工時の安全性を確保できる。

ダムや港湾など水中作業用のロボットの開発も進んでいる。五洋建設の水中調査ロボットは計測用の光学カメラや音響カメラで構造物を画像撮影できる。水深150メートルの水圧に対応可能だ。

特徴は調査箇所をきれいにした上で、鋼材の肉厚測定やコンクリートの打音検査を行う機能があること。従来の水中調査ロボットは画像撮影に特化したものがほとんど。計測データをリアルタイムでパソコンに取り込み、調査後に解析して構造物の状況を確認。画像だけの点検に比べ高精度の評価ができる。

建築工事の現場でもロボットの導入が始まっている。大林組は東京都内の超高層オフィスビルの建設現場で、資材を自動搬送できる新型台車「低床式AGV」を投入した。無線コントローラーによる手動運転または磁気テープ上を走行する自動運転により、資材の揚げ降ろしと搬送を行える。長尺資材を運ぶ場合は通常2―3人必要だが、同AGVでは省人化できる。

AGVは車高が18センチメートルで、枕木に載せてある資材の下に潜り込み、油圧ジャッキにより資材を持ち上げて搬送する。2センチメートルほどの段差を乗り越えられるため、資材を積載したまま工事用の仮設エレベーターに乗降可能。全方位走行とその場での回転が可能で最大1トンまでの資材を積載できる。

ICT活用

こうした建設作業ロボットは可能な限り建設現場に導入されるだろう。さらにICTを活用した生産性向上も進む。ゼネコン各社は現場の調査・測量、設計、施工、維持管理などあらゆる生産プロセスに、3次元データによる運用を検討し、一部導入を始めている。将来的には建設作業における3次元データの活用が一般化する見込みだ。

建機の自動運転が進展（大成建設）

建設資材の搬送も省力化が進む（大林組）

熟練の腕 システムへ応用

経済産業省によると、水素・燃料電池関連機器、インフラ産業の国内市場規模は、2030年に約1兆円となる見通し。エンジニアリング会社や造船・重機メーカーは、水素の輸送・貯蔵技術の開発に照準を合わせる。千代田化工建設は、水素の輸送・貯蔵手法としてトルエンを固定し、メチルシクロヘキサン（MCH）に変換する技術を確立。川崎重工業は、水素の貯蔵・輸送・利用に向けた液化水素サプライチェーンを構築する。有望市場を巡る各社の動きが活発化している。

水素輸送・貯蔵技術探る

30年商業化へ

両社のプロジェクトは、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が進める可能。日本で水素を回収した後、トルエンは海外の未利用水素を日本国内で有効活用する水素の製造地に戻して技術開発プロジェクト再利用する。MCHにに採択された。20年までするこで水素の体積では気体時の500分の1程度となるほか、マイナス253度Cまで冷却する液化の必要もない。

輸送には既存のタンカーも利用でき、大幅なコスト削減にもつながる。

調達も容易

また、旭化成などの組み、風力発電を利用した製造・貯蔵システムの開発も推進。風力由来の電力で水を電気分解し、水素をMCHにして貯蔵。発生した水素を燃料に、固体酸化物型燃料電池（SOFC）で発電して電力を得る仕組み。風力由来の電力を直接利用するよりも、大量に貯蔵を積み下ろす装置や貯蔵タンクを建設する。

水素の大量活用手段として期待されるのが、水素を燃料とする発電システムだ。川重は水素燃料を100％利用した上で、窒素酸化物（NOx）発生量を大幅に抑制したガスタービンの燃焼技術を開発。ドイツのアーヘン工科大学で新開発燃焼器の試験に成功し、NOx発生量が大気汚染防止法の規制値（84ppm）を大きく下回る40ppm以下になることを確認した。17年に燃焼器を完成させ、ガスタービンへの搭載試験などを経て20年の実用化を目指す。

NOx低減

ガスタービンでの水素燃焼は、燃焼速度が速く、火炎温度が高いことなどから、NOx発生量が天然ガスの2倍近くになるのがネックという。川重は水素ガスを混ぜてもNOx発生を抑えるドライローエミッション（DLE）燃焼器を開発済みだが、別アプローチで水素専焼DLE燃焼技術の開発を進める。

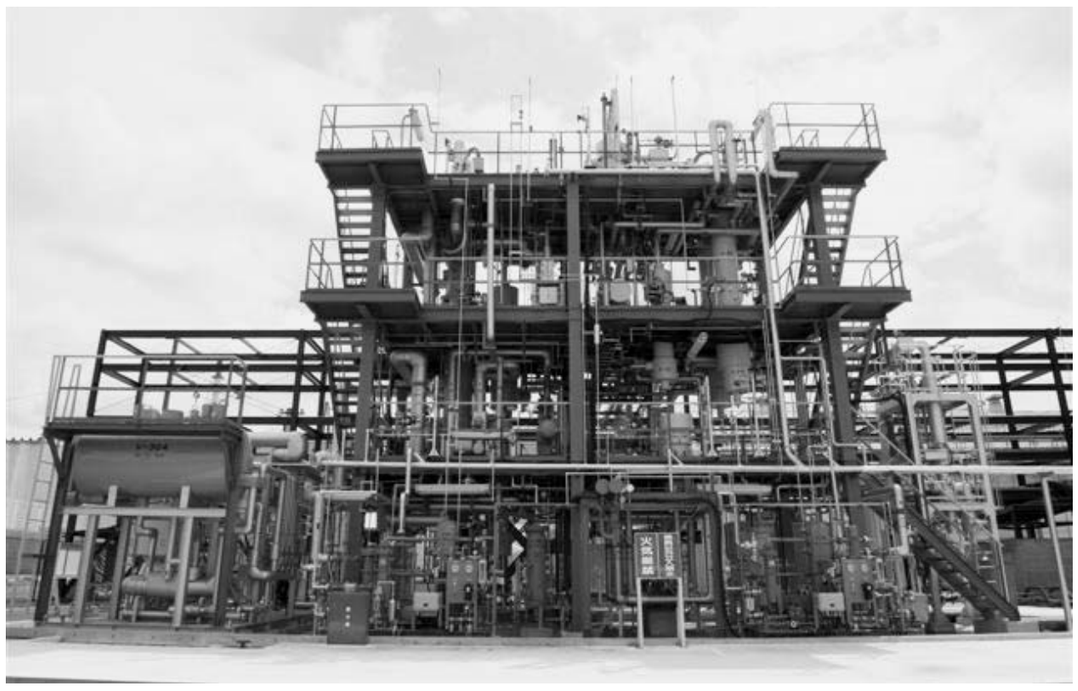
NOxの発生は、高温箇所と反応時間の長さに比例する。燃焼器にある数百個の噴射孔から微小な水素火炎を発生させるマイクロミックス方式を採用し、火炎自体を小さくすることで、NOx発生源となる局所的高温箇所を減らし、反応時間を短縮したことで、NOxの発生を抑制する。

NOx低減には、水や蒸気を噴射したり、燃料ガスと空気をあらかじめ混合するなどの方式があるが、効率が低下するなどの短所があった。

MCHに変換 安全管理

川重は高温で熱した褐炭から水素を取り出すガス化技術や液化水素の長距離大量輸送技術、液化水素荷役技術の開発を目指す。褐炭の供給源として、ビクトリア州政府や豪州の連邦政府と協議中。褐炭の用途は現在、発電用のみだがインドネシアなど世界に広く分布するため、調達も容易といった利点がある。

1月には水素の海上輸送と陸揚げの実証実験を、神戸空港北東部で実施することを発表。神戸市が持つ約1ヘクタールの土地に、液化水素を積み下ろす装置や貯蔵タンクを建設する。



千代田化工建設が横浜市内に建設した水素の製造・貯蔵の実証プラント

強靱な日本のインフラを築き上げる―。

大林組　鹿島　清水建設

大成建設　竹中工務店

（50音順）