

部 会 報 告

50年後の建築生産機械 WGA

機械部会建築生産機械技術委員会ワーキンググループ (A)

21世紀が始まり、今後建設機械がどのように進化していくのだろうか。これまでの過去50年の間にも、いろいろな建設機械が発明され想像を越える建築物がでてきた。しかし、今後は、過去とは比べ物にならない速さで、ますます社会環境・生活空間が変わっていくであろう。そのような中、21世紀のスタートを機に建築生産機械技術委員会のメンバーが、自由な発想で50年後の世の中を思い浮かべ、どんな建設機械が使われているのか勝手に想像してみた。

キーワード：50年後の社会環境、都市イメージ、土砂運搬機、建柱機、大型橋型作業装置、組立てロボット、建設プラットフォーム

1. はじめに

農業革命、産業革命を経験した人類は今第3革命といえるIT革命に遭遇している。20世紀後半のごく短期間に大量生産、大量消費の経済システムをつくり大量の産業廃棄物をも作り出した。

オゾン層破壊、地球温暖化、環境ホルモン等かつてない困難な問題に直面している。健康で快適な生活、豊かさを感じることが出来る生活を求めて持続可能な循環型社会の構築を模索しはじめた。環境との共生、失ったものの復元、再生を考え始めた。他から搾取する事なしに、そして子孫に負担をかけない適正な生産レベルをいかに設定するか、大きな課題が残されている。

一方建設機械の世界では、1920年「丸の内ビルディング」建設工事で米国フラー社がレール走行スチーム動力揚重運搬機、2.5トントラック、7.5トンガイデリック等の建設機械を使用し、日本の建設土木機械施工が始まった。以後世界先進国の機械施工技術を導入し独自の開発を加えて自動化システムや全油圧式建設機械、メカトロニクス化を発展させてきた。

今後の50年でこれらの建築生産機械はどのような発展を遂げるのだろうか。

都市とその交通、エネルギー、建築物、住宅等の社会環境から50年後の建築生産機械を考える。

2. 50年後の社会環境

(1) 都 市

少子高齢化社会も一息ついて安定期に入った。

人口8,000万人、労働力不足を海外からの短期滞在者

に依存しているものの安定している。都市は大きくその形態を変えた。情報と市場が都市を形成してきたが、今ではIT化によって自宅で自由に情報に接することができるし市場も都市部に集中する必要がなくなった。多様化する人類の生活様式、文化にいかにか適合できるか、健康で快適な生活を送ることが出来るか、これらが都市の形成の重要な条件となっている。

政府が小さくなった。

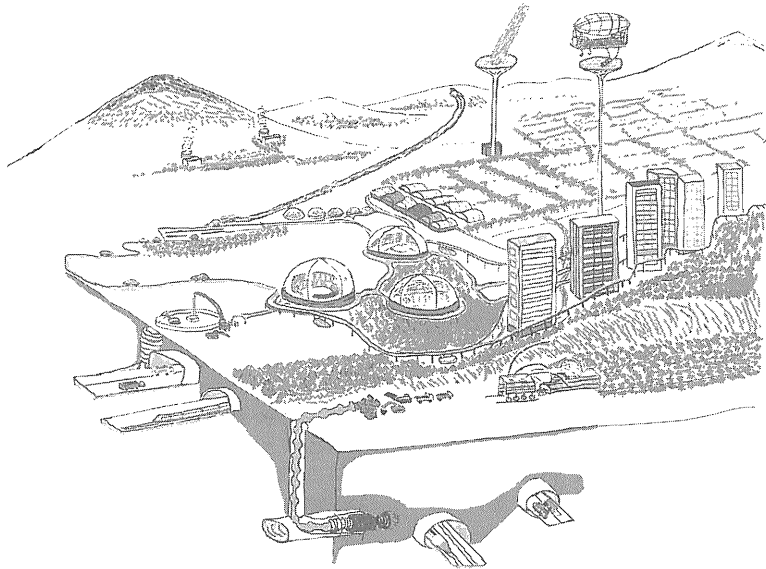
その組織、職員数ともにかつての5分の1に規模縮小されている。国、都市計画の作成も環境負荷を最大限に考慮し最適なエネルギー、手段を選択するコンピュータに負う部分が多くなっている。

政府と国民は24時間常時接続された端末機で直接結ばれ、市町村レベルの問題解決から首相選挙に至るまで直接投票で決定することが多くなった。都市の構成は高層オフィス住宅地区、低層住宅地区、ドーム型商業流通地区、大型工業団地、近郊農地及び公園緑地、外環山地河川自然地区になっている。

都市におけるオフィスピルの高層化は公園緑地空間を得る必要から、避けることができない課題であり今後も続くものと考ええる。

高層、中層部の住宅は短期滞在者、若い世代の勤労者が多く、また低層住宅地区には古くから住んでいる都市住民が多い。高層化のおかげで都市に公園緑地面積が増え、緑の空間が人々に安らぎを与えている。都市には一定面積割合の都市農地が必要とされ、自給自足経済の一端を担っている。都市住民は年間2週間以上を農業、林業、漁業のいずれかに従事する事が義務付けられた。

郊外地区にはドーム型商業地区、ドーム型大流通センターが建設され、オフィス住宅地区と地下の交通網で結ばれている。



図—1 50年後の都市イメージ

郊外の大型工業団地は、地下に埋められ表面は深い緑に覆われている（図—1 参照）。

（2）交 通

人は地上に、自動車は地下にはっきりと区分された。地上に走る自動車は無人自動走行の宅配車と公共交通手段のバス、タクシーそして大型貨物宅配のモノレールだけとなった。

各家庭、各ビルはコード番号化され無人宅配車が配送集荷する。タクシーは、テレビに入力すると各家庭まで送迎してくれる。

札幌と鹿児島は地下 100 メートルを走るリニアモーターカーで結ばれほとんどの都市は、地下 50 メートルの都市間高速道路で結ばれている。今では安全と環境負荷低減から自家用乗用車はなくなり、ドライブを楽しみたい人のためには 3D バーチャルゲームセンターがある。

空陸両用自動車も郊外では利用されている。ほとんど

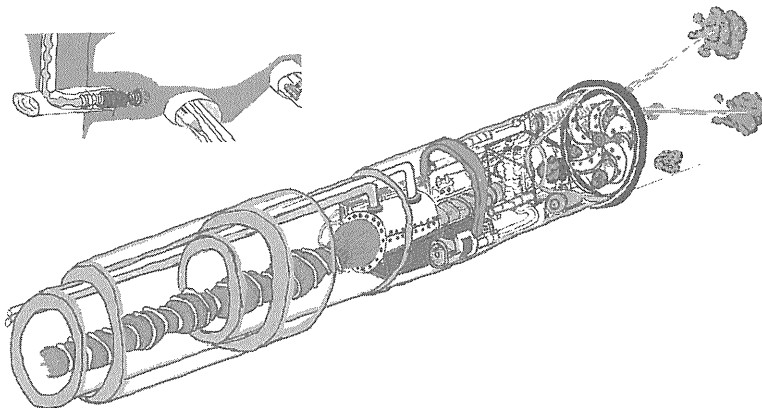
がジェットエンジンで騒音と気流の問題が解決されないため都市部では飛ぶ事はできないので郊外地区専用の交通手段となっている。宇宙工場、宇宙発電所には毎日定期のシャトル便が就航し、通勤者の足として利用されている。

（3）エネルギー

自動車のほとんどは水素燃料電池を搭載している。水素は当初石油から精製された燃料から取出したが石油の枯渇により天然ガス、石炭ガスからの精製が主流となった。日本近海に大量に埋蔵が確認されているメタンハイドレート（methane hydrate）からの精製も実用化された。

建築物の屋根、壁面、窓ガラスには太陽電池パネル使用が法制化されすべての建築物に適用されている。

パネルは光の透過率を自由に变化させる事ができ、その色、質感も選択できるようになったためタイル張りの



図—2 チューブ式蛇型土砂搬送機

質感の壁面も可能となった。もちろん無色透明なパネルもたくさん使用されている。

自然エネルギーの利用が進みその発電量は全エネルギー消費量の50パーセント以上になっている。

火山国日本では大型地熱発電所が建設され市町村単位の風力発電と、オフィスビルおよび家庭単位の太陽電池パネル発電で一般家庭公共施設の電力をまかなっている。

ほとんどの工場ではガスタービン発電施設を持ち安価な天然ガスが燃料となっている。

地下3,000メートルまで垂直掘削ができる無人地下掘削機とチューブ式蛇型土砂搬送機が地熱発電所を可能とした。チューブは卵を飲込む蛇のように土砂を送る。このコンビは地下100メートルを走るリニアモータートンネル掘削にも活躍した(図-2参照)。

3. 建築物と建設機械

(1) 高層建築物

無人化工法が一段と進んでいる。躯体は今でも鉄骨とコンクリートに変わりはないが、材料の進化はめざましく高強度鋼材が開発され著しく軽量化された。接合部はレーザー光線照射による溶接と接着剤による接着技術が進み今ではボルト締め、アーク溶接は使用されていない。鉄筋及びコンクリートの高強度化により床材が飛躍的に軽量化されユニット化工法が一般的になり、危険、汚い、きつい3Kイメージはもう遠い過去のものとなった。

設計段階で敷地条件、設計条件、近隣環境の情報をデータベース化し建物完成までのシミュレーションが可能となっている。それに基づき材料手配、カッティング、組立てを工場で行い完成されたユニットを無人自走型汎用ロボットが搬送および揚重作業を実施、建方まで完了する。その後は内装型ロボットにて施工する。このロボットはモード選択する事で塗装や掃除等異なる仕事をしてくれる。充電さえしてやると絶対文句はいわないかわいいやつだ。

(2) ドーム型商業流通地区建築物

太陽電池パネルの使用が義務づけられ同時に採光条件から透過率及びカラーを自由に变化できるパネルが開発されたため半径50メートルから100メートルのドーム型建築物が商業流通地区をかたち作っている。

成型自由な樹脂製建柱機から150メートルにも及ぶ支柱が空高く伸びだし、あらかじめ決められた曲線を硬化しながらかたち作ってゆく(図-3参照)。

全面パネル張りで雨天では蓄電されたエネルギーを使用し、パネルが点灯し、ライトになる。晴天時には蓄電

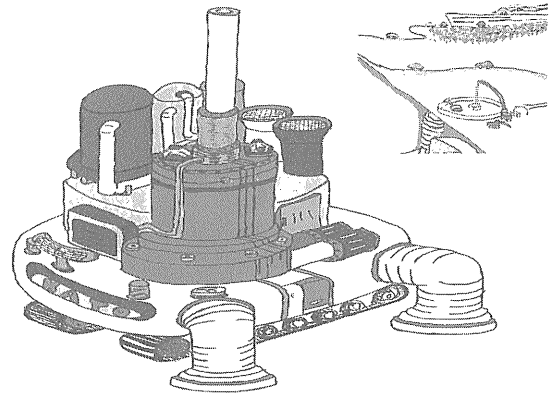


図-3 樹脂製建柱機

しながら透過率を最適条件に保っている。

直径20メートル以下の小型ドームは少量生産工場に利用され、これはビニール風船状の樹脂を空気によって大きく膨張させ、その中で空気と発泡スチロールのような特殊粉流体を満たすと瞬時に硬化しドームが建設される。

機械は空気-特殊粉流体充填機となる。

(3) 大型工業団地

大量生産工場は材料のストックヤード、部品製作、組立て、検査、梱包作業等一箇所に集合させる必要から、広大な敷地及び災害の影響を受けることが少ない郊外または都市計画の工業団地に建設される。

工場内の気温、湿度を一定に保つためと景観を保つ意味合いから工場建設後地中に埋められている。

基礎工事には無人の重機が使用されている。現場には人の姿が本当に少ない。現場事務所にはバーチャル現場室が設けられ重機の稼働状況が一目瞭然に把握できる。バーチャル現場には重機の運転室が据付けられ細かい作業や特殊作業をオペレータが1~2回運転するとその作業を学習し重機は無人で作業をはじめ。

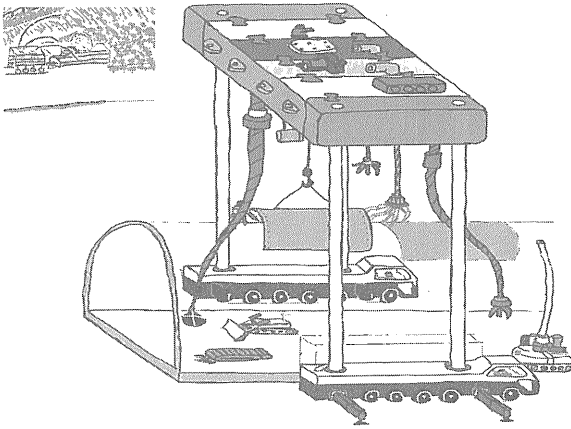
何かの拍子でひっくり返った重機はやおら起き上がり黄色いランプを点灯し自己診断をはじめ、そのうち青ランプを点灯させ、またもとの作業に戻った。

重機作業現場には作業者がいないため、安全に機械施工がなされている。

中国の機械もロシアの機械もアフリカの機械も同じ現場で無人化されている。国際的な標準化が進み建設機械メーカー、ソフト関連企業、部品メーカーは同じ規格のもとで平等な競争が可能となっている。

静かな現場は建設機械の電動化のおかげだ。現場の小型機は一回の充電で48時間の稼働が可能となった。大型機は充電と水素燃料電池の併用だ。

工場建設はホイール式的大型橋型作業装置が稼働している。数機の樹脂製釣竿型伸縮ブームをもつクレーンと



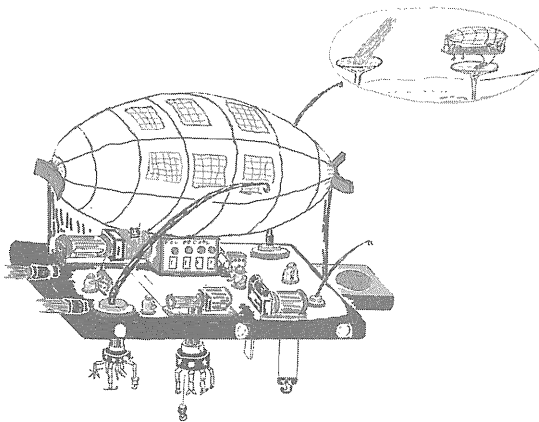
図—4 ホイール式大型橋型作業装置

ユニット組立てロボット，レーザー照射溶接機，マイクロガスタービン発電機等が装備されている（図—4 参照）。

（4）宇宙工場 宇宙発電所

ダイヤモンドや地球上に存在しない材料による付加価値の高い製品は，宇宙空間で生産されている。

高純度な材料，地球上にない材料を宇宙鉱山から調達し地球への環境負荷低減を実現した。宇宙工場は大型宇宙船により運搬されたユニットを組立てロボットが完成させる。地球からの遠隔操作や宇宙船からの操作で工事は進められる。組立てロボットは全体の形状はタコの形に似ている。フレキシブルな手足が20本程度装備されておりユニットを保持，移動させる。レーザー溶接設備の手は大活躍だ。



図—5 飛行船型プラットフォーム

不具合故障時には鳶ロボットが出動する。鳶ロボットは頭に太陽電池を持ちクラゲ型だ。どこにでも吸着する手足は非常に便利に働く。地球と違って墜落する事がないので危険手当は支給されない。

宇宙発電所は太陽光を圧縮，超高光エネルギーの束にかえて地球に送る。地球では雲の影響の少ない高さに受光設備が建設され，この設備に向かって圧縮光が照射される。このタワー設備は飛行船型建設プラットフォームによって建設された。空飛ぶ建設機械だ。GPSにより位置自動調整が極めて正確にできる（図—5 参照）。

（5）一般低層住宅

安く，早く，良質，100年以上の寿命を持つ住宅建設のため規格化が進み着工から竣工まで，一週間程度で完了する。

設計は施主の要望を共有データ化し建物完成までシミュレーションを実施，施主の承認後工場にて生産開始する。工場で組立て後現場にて建方，人手は最終調整と点検のみとなる。

住まいは周辺環境とかかわりあいながら人を精神的に満たされた状態に包み上げてくれる空間でなければならない。環境負荷低減を第一条件に環境と親しみ健康で快適な生活を過ごせる住宅がもてめられている。

ここでは小型な無人搬送型ロボットが使用され運搬，建方まで実施し職人ロボットが施工しているが入力拒否が多く気難しくて扱いにくいのが玉にきずと言ったところだ。

J C M A

《参考文献》

- 1) 外岡 豊，鈴木俊治，三浦秀一，中島祐輔：21世紀環境理想都市構想—東京都区部を例として社会経済情勢の変化を踏まえた東京の新しい都市づくりのあり方（東京都都市計画審議会 都市づくり調査特別委員会）

ワーキンググループ A メンバー

| | |
|-------|-------------------|
| 高品 弘 | グループリーダー；(株)加藤製作所 |
| 畠山 正夫 | 三井建設(株) |
| 佐藤 廣次 | 三成研機(株) |
| 荻原 純一 | 大成建設(株) |
| 石倉 武久 | 住友建機(株) |
| 柳田 隆一 | 清水建設(株) |
| 角山 雅計 | (株)テクノマテリアル |
| 林 憲彦 | コベルコ建機(株) |
| 井上 康夫 | (株)大林組 |
| 西村 正宏 | 大成建設(株) |