

部 会 報 告

50年後の建築生産機械 WGB

機械部会建築生産機械技術委員会ワーキンググループ (B)

はじめに

近未来から更に50年後の未来像を予測するに当たって、社会の変化とニーズのキーワードはエネルギー、地球環境、人口問題、国際化、都市再開発、食料の自給率、が考えられる。

特にエネルギーと地球環境とは密接に絡みあっており、現代主に使用されている化石燃料、天然ガスは資源として限りがあり、更にこれらの燃焼エネルギーには排ガスによるオゾン層の破壊、地球の温暖化等による異常気象の発生が伴い大きな社会問題になりつつある。

また、高速増殖炉等による原子力も核廃棄物処理の問題や安全性の面で使用が見直されている国も出てきている。

我が国はエネルギーの他、多くの原料資源を海外に依存しているのが実情であり、その中で生産、及び消費の経済活動や日常生活を通じて排出される廃棄物も社会問題となっている。

よって、資源の有効利用は将来益々重要性を増してくる事が予測され、廃棄物を最小限にするためのリサイクルがどの他の国よりも大きい意味をもってくると考えられる。

そうした社会ニーズの中で、我が国には蓄積された高度な技術が有る。

そこで環境立国、リサイクル等循環型経済により世界から尊敬される国家を目指すことと、少子高齢化による労働人口の減少に対処するため、建築の施工形態の変化(自動化、ロボット化)を第一のテーマとした。

また、少子高齢化、労働人口の減少、外国人労働者の流入、家族形態の変化等も予測され、これらに対処するためにバリアフリーで人間や生活を大切にす福祉重視社会の建設投資が求められるであろう。

よって、多くの人口が集中するこれからの都市社会はバリアフリー、職住近接で、防災対策、緑化、排ガス、騒音等環境対策された都市でなければならない。

それを実現するために、人、荷物の移動が少なくてすむ高層、地下の利用、鉄道駅や架線上部空間の有効活用、

徒歩、自転車、電車等省エネルギー、クリーンエネルギーにて移動出来る交通システム、情報システムの整備、都市緑化のための土壌作りを第二のテーマとした。

更に我が国の食料自給率は低い中、先に述べたように世界的な異常気象による農地の砂漠化、発展途上国の急激な人口増加、より高蛋白質の食料(穀物を消費する家畜)の消費率のアップ等により、穀物(含む飼料)等、食料の輸入が将来困難になる事が予想される。

よって、これらに対処し我が国の食料自給率を高めるために省エネルギー型食料生産設備を第三のテーマとした。

1. 建設資材の工場生産化、建物の長寿命化

(1) 工場にて生産されたユニット構造物を組上げる大型水平ジブクレーン (図-1 参照)

大型水平ジブクレーン開発の背景は次のとおり。

(a) 背景と根拠

- ① 人間を重視した環境が強く求められる社会である。
- ② 建設業から廃棄物が多いと言われ、削減の努力が求められる。
- ③ 廃棄物の発生抑制を求める結果、建設資材の標準化が進む。これら資材の工場での量産が進む。
- ④ 建物の長寿命化が進む。
- ⑤ 高強度軽量材、長寿命を考えた構造、これらに対応した新しい工法や機械の開発が進む。機械自身にも環境への配慮が要求される。
- ⑥ ビルの屋上の大型クレーンや高空にブームを伸ばすタワークレーンなどは歩行者や住民に転倒や落下の恐怖を与える。このため、コンパクトで張りだし部分の少ないクレーンが求められる。

(b) 予想される建築生産機械(機械・工法・特徴) ユニット構造物を組上げるために予想される生産機械は次のとおり。

- 吊上げ能力 200 tクラス
- 非金属等の軽量材
- 駆動部、制御部、運転室を下部に装着した免震構造

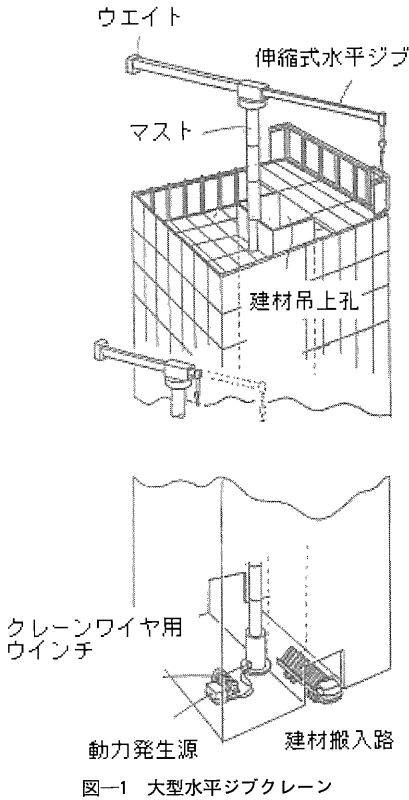


図-1 大型水平ジブクレーン

(工事の進行に伴う大型部位の引き上げを不要にする)

- 現場での組立ての容易化
- 荷は建物内部に設けたシャフトを通しての吊上げ方式 (高さが600mを超える場合、風の影響により外部での吊上げは困難になるため)
- 建物の中に工場があるイメージ (ビルの高さは1,000m位か)
- 省エネルギー・環境対策から電動駆動方式
- 作業範囲に応じてウエイト側とジブ側が伸縮、建物の外への張出しの最小化
- クレーンはセルフ・クライミング方式
- 地表位置から搬入された建築資材の移動、組立ては建物中央の吊上げ孔から屋上までの吊上げ方式

(2) 工場にて生産されたユニット構造物を組上げるホイスト付きバルーンと飛行船 (図-2, 図-3 参照)

(a) 背景・根拠

① 限られた敷地内で高層建築を建てる場合、従来のクレーンの設置が困難な場合にもこれに使える組立て方式が求められる。

(b) 予想される建築生産機械

ユニット構造物を組上げるために予想される機械は次

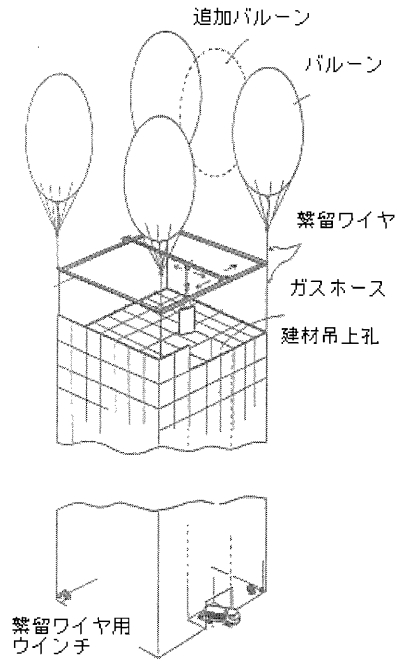


図-2 ホイスト付きバルーン

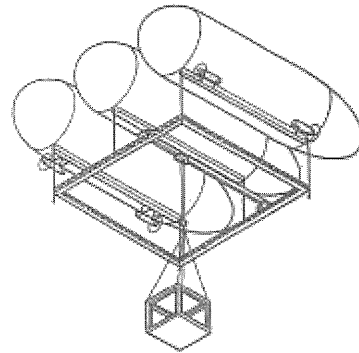


図-3 ホイスト付き飛行船

のとおり。

- 建築物の組立て工事の他、解体工事にも使用
- クレーンが組めない狭い現場、輸送が困難な現場に有効
- 大型貨物の輸送手段としても飛行船を活用
- 水平移動可能なクレーンとバルーンによる地上からの垂直組上げ方式。吊上げ荷重に応じてバルーンの数を増減。強風時には気体を抜いて屋上に収納
- 地上から資機材の搬入が困難な現場では現場上空までホイスト付きの飛行船で運搬、施工
- 風の影響による姿勢制御が重要

(3) 全天候型で全自動ビル組上げシステム (図-4, 図-5, 図-6 参照)

(a) 背景・根拠

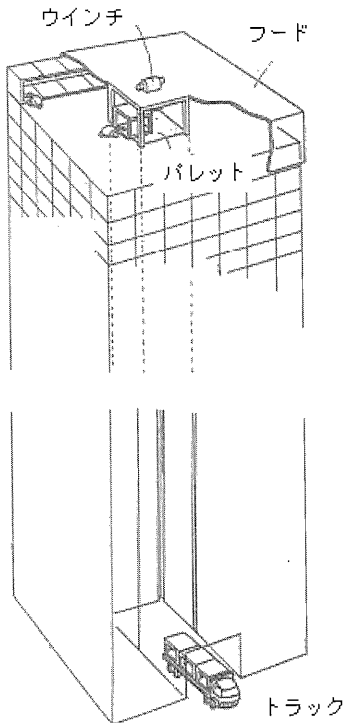
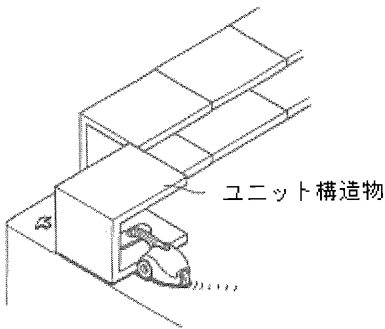


図-4 全天候全自動ビル組立てシステム

- ① 50年後には地球環境問題がほぼ解決され、豊かな自然環境を創造する社会が生まれていると考えられる。
- ② 建設工事では省エネルギー、有害物質の発生抑制、建設副産物の削減とリサイクル等の環境保護対策が積極的に推進され、現在に比較してクリーンな現場が誕生している。

(b) 予想される建築生産機械

現場の状況を超高層ビルの建築例で見ると工場生産されたユニットを順次積上げて建物を完成させる工法が多く用いられている。

現場内に搬送されたユニットを建物内部から垂直搬送設備により最上部まで揚重され、フロア上では自走ロボットにより所定位置まで水平移動されて取付けられ

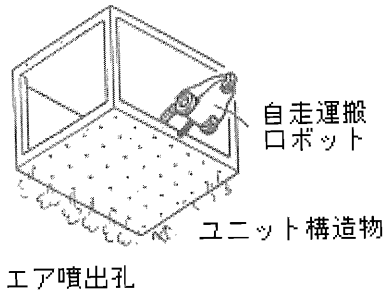
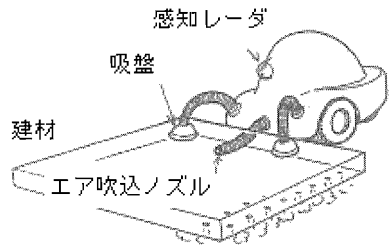


図-5 自走運搬ロボット

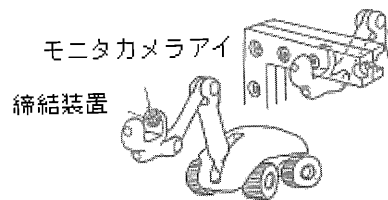


図-6 自動組立てロボット

る。

1フロア分の施工を完了後、作業エリア全面を風雨から防御するフードを上昇させて1フロアの施工を完了する。以降同様の手順を繰返すことにより各フロアを施工する。

現場内の建築生産機械は自動化が図られており、夜間、無人化施工が可能になっている。現場で稼働する主な建築生産機械は次のとおりである。

- ・人に代われる建設ロボット (3K対策)
- ・24時間稼働可能な超低騒音システム (揚重機等)
- ・資機材の夜間でも搬入、搬出可能システム
- ・新たな接合材 (溶接、接着)
- ・ホバークラフト型、風船取付け型、磁力利用型等の自走運搬ロボット
- ・階段を昇降する運搬車
- ・運搬と締付け機能を持つ自動組立てロボット

2. 職住近接に求められる住宅、交通、情報システム

(1) 新交通システムのための生産機械 (図-7 参照)

(a) 背景・根拠

- ① 50年後の都市作りは大气污染防治及び省エネルギーの観点、人間や生活福祉を重視した、環境都市作りが求められる。
- ② 職住近接都市の交通手段は省エネルギー又はクリーンエネルギーによる大量輸送手段が必要となる。
- ③ この新交通システムとしてモノレール（電気エネルギー）の運用が考えられる。
- ④ このための生産機械として水平ジブクレーンの使用が考えられる。
- ⑤ モノレール駅からの移動手段としてハイブリッドエンジン搭載の無人バス運行が考えられる（駅から職場、住宅）。
- ⑥ 無人バス運行で地表近くにセンサー（信号系統）の埋設が必要となり、そのための埋設用機械が求められる。

(b) 予想される建築生産機械

新交通システムのために予想される機械は次のとおりである。

- ・モノレール建設用生産機械

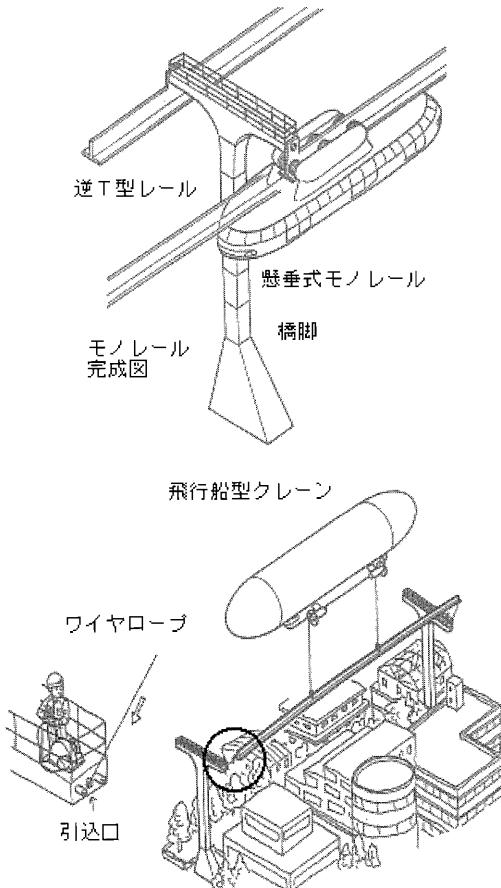


図-7 モノレール建設生産機械

- (2) 情報システムを地下埋設するための機械設備 (図-8 参照)

(a) 背景・根拠

- ① 高速情報通信を可能にする光ファイバーの埋設工事や都市景観、交通障害対処、防災対策のために架線の地下化が進むが、工事を行うに当たって、既に埋設されている設備（ガス、水道、下水、地下道、地下鉄等）の地下マップが必要になってくる。
- ② 地球に配慮するため、機械装置の原動機にはハイブリッドエンジンの採用が考えられる。

(b) 予想される建築生産機械

地下埋設設備を見つけるための生産機械は次のとおりである。

- ・地下探査用機械装置
- ・地雷探査機を応用してレーザー光線、X線を照射して地下埋設物を探査する装置

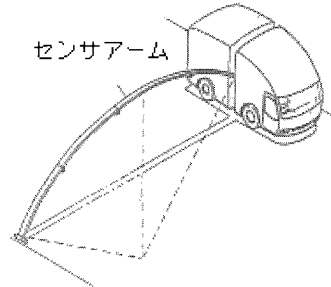


図-8 地下探査用機械装置

- (3) 地下掘削用機械装置 (図-9 参照)

(a) 背景・根拠

- ① 地下の有効活用が今以上に求められる。
- ② 汚泥等の廃棄物を出さずに現場内で処理出来る仕組みが求められる。

(b) 予想される建築生産機械

地下掘削用の生産機械は次のようなものがある。

- ・ハイブリッド原動機付き掘進機
- ・汚泥化した土砂を高周波及び固化剤によって焼き固め、トンネル内壁として形成。余った土砂はトンネ

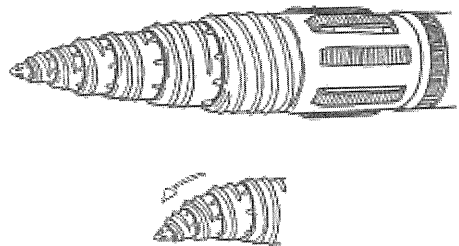
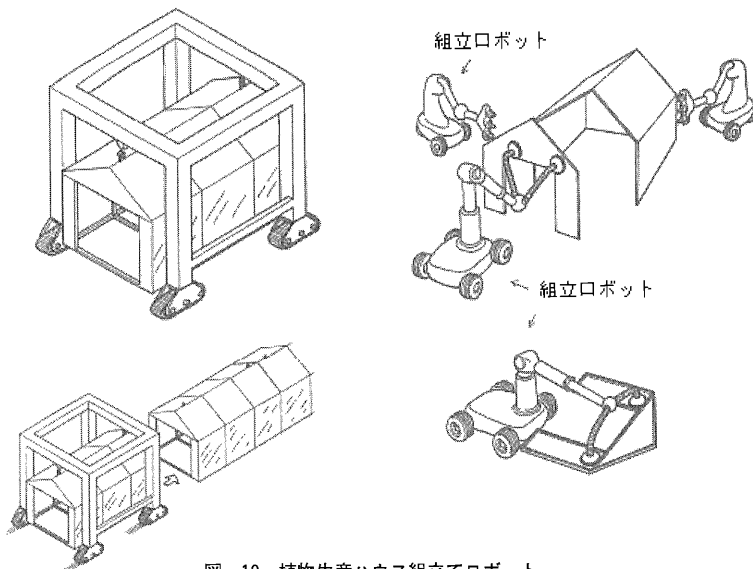


図-9 ハイブリッド原動機付き掘進機



図—10 植物生産ハウス組立てロボット

ル外周に高密度に浸透させ、地盤を強化

3. 省エネルギー型食料生産設備

(1) 水耕栽培による植物工場 (図—10 参照)

(a) 背景・根拠

環境、目的により規模、設備は異なる。

① 温帯地域 (日本国内) の場合

大量生産による自給量確保、異常気象による減産回避、常時生産による価格維持、野菜中心の生産工場、規模としては比較的小規模で簡易、使用するエネルギーを確保しやすい、水処理も容易等、が必要となるであろう。

② 熱帯地域 (砂漠地帯) の場合

主食確保、安定供給、大規模工場の建設、中層階、免震構造、エネルギーの確保、自家発電機、軟水化プラント (水の循環システム)、汚水処理、保管庫の併設等が必要となるであろう。

(b) 予想される設備

水耕栽培のための必要とされる設備は次のとおり。

- ・太陽光、風力、温泉熱等、自然エネルギー及び人工エネルギー (太陽電池) の利用
- ・コンピュータ制御の、全自動、完全循環式
- ・捨てられていた資源の活用 (ごみの焼却熱、糞尿から出るメタンガス)。

- ・水処理プラントの、設置、循環、再利用、終末処理を一連としたプラント
- ・省エネルギー構造ハウス (断熱構造や熱のコンピュータ制御)
- ・収穫、保管 (冷温、大量)、出荷のベルトコンベヤ方式設備

(c) 予想される建築生産機械

- ・大型重機、水平クレーンによる建設
- ・類似形状の建築物が安価で大量に必要なため、建物自体はユニット化された構造
- ・製造工場にてサブアッセンブリ化されたユニットを自動化されたクレーンにより、所定の位置に設置していくシステム
- ・クレーンは高度な位置や角度の制御機能を持ち、プログラミングされる事により、同じものを繰り返し組立てていくことが可能

おわりに

以上、50年後に予想される社会の未来像からキーワードを環境、福祉、食料など、人間のより文化的な生活に密接に結びつく項目にテーマを絞り、そこで使われる設備、生産機械について考察した。

J C M A

ワーキンググループメンバー

東京レンタル株式会社	大 森 孝 夫
株式会社竹中工務店	落 合 実
株式会社鴻池組	平 野 武 範
株式会社タダノ	小 田 淳
川崎重工業株式会社	田 中 正 弘
産業リーシング株式会社	斎 木 成 治
日立建機株式会社	小 平 勝 彦
日立建機株式会社	岩 崎 章 夫
新キャピラー三菱株式会社	飯 塚 哲 史
東京レンタル株式会社	古 閑 進