昭和26年6月5日第三種郵便物認可　平成14年1月25日発行（毎月1回25日）　第623号

ISSN 0285-5453

建設の機械化

2002 JANUARY No.623

JCMA

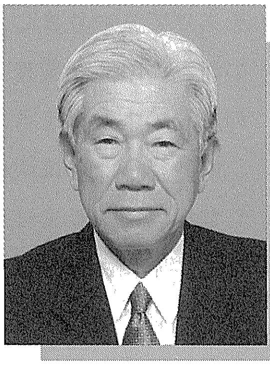
1

●21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術特集●

特殊シュート付きロータリ除雪車　2.6m級（300kW級），ツーステージ式，JR300（高速）型　TCM株式会社

巻頭言

2002年年頭のご挨拶



玉　光　弘　明

昨年は，輝かしい新世紀のはじめの年として，世界的にも経済の回復が期待されましたが，IT 産業のかげりは拡大し，それに，9月11日ニューヨークを襲った同時多発テロが追い討ちをかけるようにして，世界経済の一層低迷が加速されて，何か悪夢を見ているような年でした。大型の自爆テロや炭疽菌を使ったテロのように，思いもよらない，新しいタイプのテロが発生したわけで，相手の見えにくいこれらのテロに対する反撃や原因究明と除去には，かなり長い時間がかかるといわれており，将来に大きな不安を抱えることとなりました。

しかし，この対策にいかに時間と労力がかかろうとも，人類の恒久的な平和のために，中途半端で止めてしまえば，将来に大きな禍根を残すことになりましょう。

国内では，昨年4月に小泉内閣が発足し，国民の多くの支持を得て，構造改革をすすめてまいりました。バブル崩壊後，長期にわたるわが国経済低迷の最大の原因は不良債権処理が完全に行われなかったことにあります。この際，徹底的にこの処理を行い，あわせて，あらゆる分野での構造改善を行わねばなりません。大胆に発想を変え，規制や慣習を変え，刷新を図らなければ，このグローバル化，情報・IT 化の時代に対処出来ないのではないかといわれております。これらの改革を実行してこそ，経済の回復があるのですが，これにはかなりの時間が必要でしょう。忍耐強く，じっと腹を据えて将来を見つめ，ことを運ぶべきでしょう。失われたこの10年をなんとしても，この際取り戻さねばなりません。

このような意味で，今年，平成14年（2002年）は苦難を乗り越えて復活の兆しを求めるべき，大切な年であります。力強く走る馬の年にふさわしい年であってほしいと思います。

さて，日本建設機械化協会も設立以来50年以上を経過し，この間，建設事業の機械化に努め，建設施工の迅速化，安全の確保，難工事の実施と言う面では，大きな成果をあげてまいりました。これからも，新機種の開発，機械のIT化，自動化など，従来の流れに沿った業務も多々あると思われるが，同時に，新しい時代の要請する分野への業務の大変換を考えるべきでありましょう。

財政構造改革は次の世代へ負債を残さないため，健全なわが国の発展のために実行しなければなりません。このため，公共事業は抑えられ，建設事業はかなり減少することが予想されています。しかし，国民の健全な生活基盤として，また経済基盤として，インフラ建設事業は，その維持，改築事業を中心として，将来も重要不可欠であることに変わりはありません。工事費を出来る限り節約して，効率よく低価格で，しかも良質の建設事業を要求されます。この工事費低減対策と，さらに地球環境対策，省エネルギー対策などの新時代の重要課題にかかわる新技術開発とその普及推進事業は，当協会の大きくかかわるべき事業であると考えます。

協会の将来の業務，Visionについては，従来より，「建設生産システム研究会」等で議論してきましたが，今年はその議論をまとめ，それに沿って，協会本部の業務，各委員会，部会の全体を見直し，評価し，あるものはスクラップし，新しい緊急な課題に業務を集中できるように，いわば協会の構造改革も進めたいと考えております。あわせて，建設機械化研究所の業務，ならびに地方支部の活動について再評価を行い，本部と，研究所と，各支部相互の連携関係をより緊密にして参りたいと思います。

通常業務としては，今年も年明け早々，除雪機械展示会が1月29日より3日間，札幌市で開催されます。今年はPIARC（常設国際道路会議協会）の国際冬季道路会議がわが国で開催されるので，これに合わせて実施されます。多数の皆さんのご来場をお待ちしております。

最後になりましたが，会員ならびに関係者皆様の本年のご健勝を祈念し，今年も，さらに一層，日本建設機械化協会をご指導，ご鞭撻して戴きますよう心から御願い申し上げます。

――たまみつ　ひろあき　社団法人日本建設機械化協会会長――

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

21世紀的建築と都市

宇野 求

20世紀の都市は機械時代の建築によってつくられた機械の都市であった。一方，日本では20世紀前半まで，都市の大部分は木造の構造物によってつくられていた。江戸時代に確立された，普請（土木）と作事（建築）の体制による都市建設は，自然と人工の平衡を巧みに造形，操作，制御する技術であった。近代化の過程で機械の力による鉄とコンクリートの都市建設は爆発的な普及を遂げた。21世紀には巨大化，複雑化した機械の都市の構成を整理，再構築して，新たな自然と都市の平衡状態をデザインする必要がある。木造の伝統にならい，鋼構造の建築・都市が必要に応じて更新されていく都市形態，都市のアーキテクチャが考えられるだろう。

キーワード：機械時代，木造都市，普請と作事，巨大都市，アーキテクチャ

2001年9月11日，日本時間の20：00前後，ニューヨークの超高層ビルであるワールド・トレード・センター（WTC）に，テロリストのハイジャックした旅客機が激突爆発し，その後ビルは完全に崩壊する大惨事となった。自分の周辺にもWTCで働いていた人がいて行方不明となっている。まず，この事件に巻き込まれた方々とその家族，友人たちに深い哀悼の意を表したいと思う。

1. はじめに
20世紀的建築－機械時代の建築－

21世紀の建築と都市基盤のあり方についての論考が本稿のテーマである。そのためには，20世紀が生み出した建築型である超高層建築について考える必要があり，超高層建築を生み育てた都市としてニューヨークについても考察を加えなければならない。不幸な事件の舞台となったWTCは，いくつかの理由で20世紀という時代を象徴する建築であった。マンハッタン島の突端に立っていた2棟の超高層ツイン・タワーは建設当時（1970年代前後），シカゴのシアーズタワーと並び高さを誇る究極のオフィスビルで装飾のない細長いシンプルな外観が特徴的であった。

階層が外観からはわからないミニマルな（単純化された）デザインのWTCは，1970年代の中期に建設されると，それまでのアールデコ様式による超高層ビル，たとえばエンパイアー・ステート・ビルにかわってニューヨークの象徴となったのである。日系アメリカ人の建築家ミノル・ヤマサキのデザインによるこの建築では，平面の中央部にまとめられたコア（エレベーター群や設備シャフト系の集中部分）とビルの周囲に密に配された細い柱列によって構造体が形成されていた。言うまでもなく，超高層建築の設計分野でたいへんに有名なオフィスビルで，20世紀の世界建築史においても象徴的な建築であった。

その圧倒的な大きさと高さ，デザインと形態と立地から生みだされる象徴性，オフィスとしてそれを成り立たせる構造形式，それらが一体化した超高層建築が世界経済の中心地マンハッタンのシンボルとなったのは必然だった。欧米の建築史・都市史の文脈に沿っていえば，技術と象徴性が一

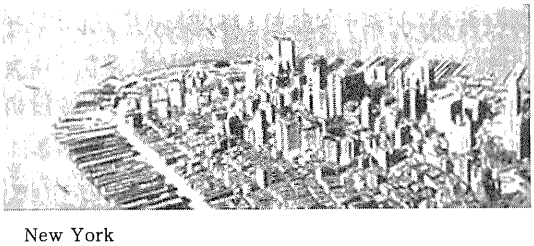
体になって高さを誇る建築という点において，この建築は大聖堂のようなゴシック建築の延長上にあった建築だと考えることができる。パリのノートルダム寺院やケルンの大聖堂など，ツイン・タワーのハイライズ建築が思い浮かぶ。

一方，超高層建築は，20世紀のアメリカが生み出した建築型（アーキタイプ）とされていて，20世紀的固有性を有している，つまり，19世紀までに人間がつくり出してきたどの建築型とも本質的に異なる性質を備えていると考えられている。20世紀の建築は，機能主義建築といって，機械によってつくられ，機械によって成立し，機械のような性能をそなえた建築であり，超高層建築はそのもっとも典型的な建築だとされているのである。事実，WTCのような超高層建築を成立させるクリティカルな技術は，機械による鉄やガラスの生産技術であり，建築を成立させる（建設し使用可能とする）クレーンやエレベーター，エスカレーターなどの昇降機械技術であり，要求される空間機能を満たすための設備機械技術であった。ひとことでいえば，20世紀的建築とは機械時代の建築だったのである[1]。

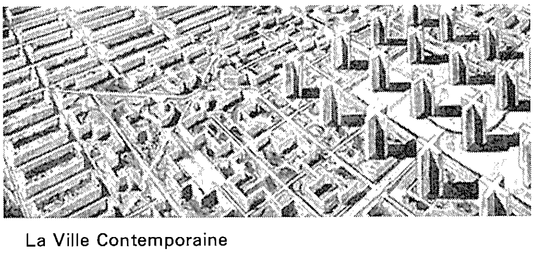
20世紀的建築の特徴であるこうした思想を設計や計画によってビジョンとして提示し，20世紀の世界の建築と都市の形成にもっとも大きな影響を与えたのが建築家ル・コルビュジェであった。スイス系フランス人のル・コルビュジェは「住宅は住むための機械である」と唱え，新しい建築は機械のようにあるべきだと20世紀初頭のパリで宣言した。

建築を機械としてとらえたル・コルビュジェの近代的合理主義思想はまたたく間に世界に伝播し，世界の都市には19世紀以前には見ることのできなかった箱状の近代主義建築が次々と立ち並ぶことになったのである。彼は，早くも1922年に，パリの再開発計画として「300万人の都市計画」を構想している。「300万人の都市計画」に描かれた近代的大都市は規模の上でマンハッタンをはるかに凌駕するものであったし，その都市空間のビジョンには機能主義が貫かれていた[2]（図—1参照)。

その特徴は，総合機械技術の結晶ともいえる自動車交通の効率的合理的適用にあり，高層建築によって日光と緑のオープン・スペースを確保するという点にあった。提示された都市空間の特性をひとことでいうならば均質性ということである。均質な自然，均質な空間，均質な生活，均質な素材による建築。機械時代の合理主義的建築が集合して形成される都市空間は近代的合理によって均質化されたものとして提示されている。20世紀初頭に示されたこのような近代主義の建築と都市モデルのビジョンは，大なり小なり現実のものとなり，20世紀の都市はつくられてきた。要約していえば，20世紀に世界各都市で一般化した近代主義建築は，機械による，機械のための，機械の建築であった。



New York



La Ville Contemporaine

図—1　300万人の都市計画，ル・コルビュジェ設計，1922年

2. 日本の伝統的まち－木造都市－

現代の日本の都市は，近代技術を総動員しておよそ半世紀という短期間に建設された成果であり，その建設はまさに機械力によっている。とくに石油をエネルギー源，動力源とする建設機械の果たした役割はきわめて大きいものであった。論を進めて具体的な現代日本の建築・都市と機械の関係について考察する前に，近代化すなわち機械化される以前の日本の建築・都市について振り返っておきたい。

さて，今では鉄とコンクリートのジャングルといわれる都市も，20世紀半ばまでの日本においては，一部の公共建築や大型商業建築，橋梁や堤な

どを除いて，大部分は木造の構造物によってつくられていた。日本で鉄とコンクリートによる建築や構造物が本格的に普及しはじめたのは1960年代で，わずか40年ほど前のことである。実際，20世紀前半までの，さらには建築に機械が本格的に導入される以前の日本の都市はおおむね木でつくられていたのである。さらに，たとえば，江戸末期のベストセラーである安藤広重による「日本橋，東海道五十三次」（図―2参照）を見ると，木造の橋（日本橋），木造のタワー（火の見櫓），木造のゲート（大木戸）が描かれている。建築はいうまでもなく木造で，つまりは基盤も含めて，幕末の江戸ではすべての人工構造物が木造主体でつくられていた。19世紀半ばまで，江戸/東京は正真正銘の木造都市だったのである。

石や鉄，コンクリートにくらべれば重量の軽い木材を基本素材として建設されていた江戸（あるいは江戸時代の諸都市）は，したがって，物理的に軽い都市であった。そして，建築技術者であれば誰もが知っているように，木材は軽量ではあっても比強度は高く（燃えやすい，端部が弱いという不利点はあるにせよ），大都市建設の主要構造材として十分にその役割を果たしていたのである。

軽量であるために，木材の生産地である山林から都市部への輸送には，斜面を滑らせたり，流れる河川を利用したりと，もっぱら自然力（重力や水流）を利用することができた。もちろん，細かな運搬，操作は人の力によっているし，牛や馬も活用されたであろう。加工がしやすいということも，木材の輸送にとって都合が良い点であった。

図―2　日本橋/東海道五十三次，安藤広重，19世紀半ば

都市を建設するためには，まず，埋め立てによって港や木場（貯木池）をつくり，そこに工場（木材加工場）と蔵（倉庫）を建設することが必要であった。河川，海の水運によって輸送された木材は，材木問屋が買い取り，仲買を通じて町の材木屋に卸されて，地場の大工が購入。さらに木材は仕口，継手などにいたるまで細かな加工がほどこされ，現場で組み立てられて建築や構造物となっていく。橋のような大型の都市基盤施設は役所（奉行）が直轄工事を行ったであろうから，建築とはおのずから生産体制や技術体系も異なるものであったと考えられるが，いずれにせよ日本では，戦国時代にはじまり，江戸時代に確立された普請奉行（現在の土木）と作事奉行（現在の建築）の分業・連係体制による都市建設は，近代化，西洋化された明治以降も受け継がれていくのである（日本では，地震と水害に対しての構えと備えが都市建設においてもっともクリティカルな条件であり，したがって，治水，利水のため地形を加工し造形（造成）する普請方とその上に木材で軽量構築物をつくる作事方とに分業したのは，自然な成り行きであった）。

こうした伝統的な都市建設の分業体制は，総じていえば，自然の力も最大限利用して，自然素材の加工，運搬，組み立てを行う技術体系を高度に展開するもので，自然とのバランスを巧みに造形，操作して都市環境を構築するテクノロジーであった。機械の登場する以前の日本の伝統的な都市建設のあり方の特性である。

3.　機械の都市へ

写真―1は大正中期の東京・南千住の風景である。鎖国を解いて半世紀強の東京の町の様子がうかがえる。この時期の東京は，おおむね，江戸以来の木造都市のままで，江戸時代に確立された建設体制によってつくられていた。ごくささやかな木の住居のすぐ横には，大きな鉄製のガスタンクが立ち上がっている。大きな鋼鉄製のガスタンクは，それまでの小さな木造構造物とはまったく異なる構造物であり，畏怖と驚きとが入り交じった感情で，都市住民はそれを見ていたと想像できる。その大きさ，かたち，素材，そして機能は，

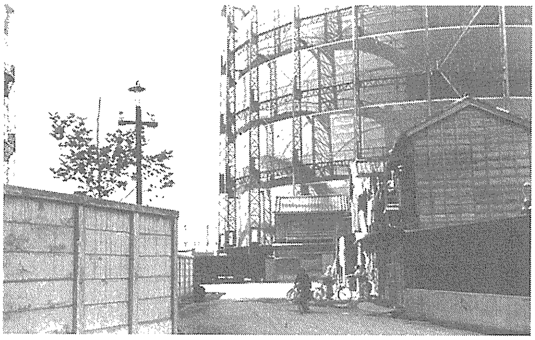
彼らの知る建築とはまったく違うものであり，それは巨大機械というべき存在であった。

欧化，近代化は，当時の日本の国是であり国民の夢であったからなのか，人々はこうした異物を受け入れていく。白鬚橋のたもとにある巨大なガスタンクは，東京のシンボル的存在となっていったのである。こうして都市は機械化され，木造の簡易な建築群と機械が混然とする近代日本特有の都市風景が形作られていくのである。

一方，建築では，20世紀初頭の関東大震災において致命的打撃を受けるには至らなかった東京の丸ビルと帝国ホテルが注目を集め，鉄筋コンクリート造建築の耐震性が追求されていく。第2次世界大戦後，さらに耐火建築の大量普及がテーマとされ，20世紀後期の日本では，耐震＋耐火性能に優れた建築として鉄筋コンクリート造の建築が爆発的な大量普及をとげることになった。また，高層・超高層建築および簡易なビル建設では，鋼構造の建築が大幅な普及をみせる。都市建設における基本素材の，軽い木から重い鉄とコンクリートへという大変更も，また機械によって可能となった。こうして，機械と共に立ち並び機械によってつくられる機械の都市へと，日本の都市は変貌してきたのである。

ところで，成り立ちの違いから，欧米の都市との比較において現代の日本の都市には三つの明瞭な特徴がある。

第一は膨大な数量の微細な構造物（大量の小さな住宅と小さなビル）から成り立っている点，第二にその結果全体として巨大化した都市の規模に見合った巨大構造物（超高層ビルや高速道路など基盤施設）が相当数つくられている点。そして，第三に，その結果，全体を維持しながら部分部分の改造がしやすい柔構造都市になりえている点。



写真―1 荒川区南千住1935年，桑原甲子雄作品，出典「東京1934～1993」新潮社（1995年）より

こうした現代日本の都市空間の特性はそのまま建築や都市における機械のあり方の特性を生みだしている。つまり，莫大な数の小さな機械と巨大な規模の機械によって，都市が動いていると指摘できる。

夥しい数の小建築群には，たとえば，モーターが大量に使われていて，日々の暮らしはそうした微小機械によって形作られ支えられている。また，巨大な機械，たとえば発電所や浄水場や廃棄物処理場などが都市内外のあちこちに設置されていて，それらは基盤として都市活動を支えている。そして都市活動は大小さまざまの膨大な数のこれら機械群の組み合わせの集合によって，柔軟に稼働している。こうした現代都市の状況は，素朴な20世紀的機能主義とも異なる，まったく新しい都市のありようだと考えられるのである。

4. 稼働する巨大都市

日本の現代都市が機械によって生産され，機械によって成立し，機械によって稼働していることを考えあわせるならば，従来のオーソドクスな都市建設の担い手としての建築家や技術者，建築設計会社や建設会社（ゼネコン）は，これまでの手法や体制について考え直す必要がでてくるであろう。また，建築や都市基盤を効率良く作ることを目的として，必要に応じて建設機械自体を開発してすすめてきたこれまでの建設技術の発展の形態についても，総合的な見直しが必要になってくるように思われる。というのは，近代主義の建築や都市計画のビジョンが描いた理想主義的都市像と比べるとき，私たちが暮らす現在の都市（機械の都市）は，自然からはるかに遠く，エネルギーを大量に消費し，資材，資源を浪費するものだということが明らかだからである。

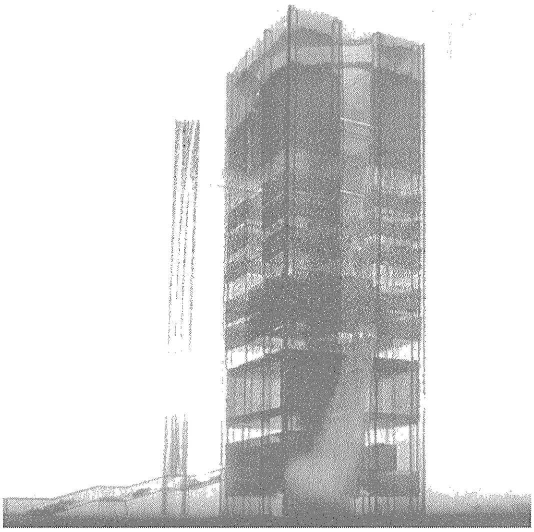
たとえば，機械の動力源，機械のメンテナンス，壊れた機械の廃棄や還元，などについての総合的，長期的視野に立った検討は，今後，都市を持続的に維持していくうえでクリティカルな要件となる。いずれの課題についても，都市的なレベル

での機械技術も含めた総合的なアーキテクチャ（総合的基本設計）と長期的展望をもつことが求められているのである。理念的に述べるならば，都市のシステムを整理，再構成して，新たな自然との平衡状態をデザインすることが求められている。都市のあり方そのものを再設計して，居住環境として適した持続可能なアーキテクチャを開発する必要があり，建設のOS（オペレーション・システム）を，これまでの20世紀型の都市建設のあり方から21世紀型のあり方へと変えていくことが要請されている。

膨大な数のさまざまな機械について，どのような機械を集め，どのようなネットワークにして，どのようなシステムを具体的に組むのか，そしてどのような思想・哲学によって都市のOSを設計していくのかが問われることになる。都市を稼働させている機械総体のOSとして，どのようなアーキテクチャが適当なのか。日本の都市の現状は，未整理で混乱状態にあると考えられ，そこに21世紀的都市の萌芽を見ることができるといったところが実情であろう。

5. 21世紀的都市へ

写真—2は，筆者らが設計した超々高層（都市）の基本モデルのイメージである。平面的に展開する日本の都市を立体的に再構成するシミュレーションで，建築計画，交通，地球環境へのインパクトなどの諸点から検討することが，この基本モデルの役割であった[3]。このモデルをもとに，日本建築学会の特別研究委員会では，都市を集中化するときの利点，不利点を，ハードとソフトの両面，具体的生活面についてまでさまざま角度から議論，検討したが，おおむね，地球環境にとっては有利であるものの人間の生活にとっては立体的な交通という点で難しさがあると結論づけられている[4]。



写真—2　超々高層基本モデル，制作・撮影：千葉大学宇野研究室，2000年

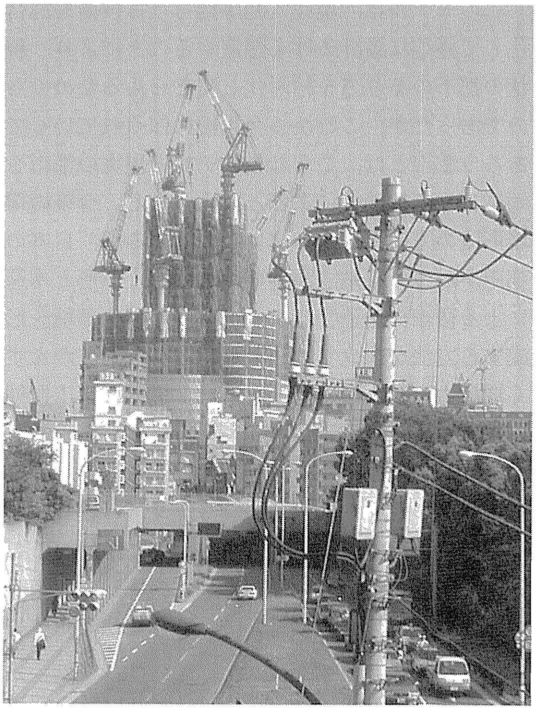
このモデルは，現在人間が持ちうる技術を総合化して極端な設計条件を想定することにより，現状の都市のあり方を相対化してとらえるためのものであったが，これから今世紀に作られていくであろう都市とは，こうしたモデルと現実の都市を両極とする幅の中にあると考えられる。今後の環境形成の方向性を定めていこうとする際，日本の都市がかつて自然力利用のための国土造形と木造による微細な構造物によって都市の居住環境を形成する方法を確立していた点，近代技術なかんずく機械力の導入によりドラスティックに都市形態を変えてダイナミズムを獲得してきた点，そして，資源やエネルギーなどの諸点，生活環境としての過度の人工化によるアンバランスなどからこれまでの都市建設のあり方を長期的に維持することが不可能である点，を総合的に分析して都市そのもののあり方を再検討していくことが不可欠であろう。

最後にひとこと。超高層ビルは20世紀の建築型（アーキタイプ）とされてきたが，21世紀には，都市基盤（インフラストラクチャ）としてとらえるのが妥当だと筆者は考えている。建築，土木，機械，電気といった従来の区分で建築や都市をとらえるのではなく，都市空間における総合的枠組みに視点を移すならば，もはや巨大建築あるいは膨大な数の微細な建築群のネットワークといったものを都市基盤としてとらえた方が，現代世界の実情により近いからである。

写真—3は，東京の六本木に建設されている巨大複合プロジェクトの建設過程の風景であるが，筆者には，建設途上にあるこの状態が現代都市の本質を示唆しているように思われる。つまり，仕

上がった建築の完結性や完成型に現代都市のありようを見るのではなく，自らの力によって自らをたえず改造していく巨大複合機械（あるいはそのネットワーク）として建築や都市をとらえる方が実態に近いと思われる。

たとえば，21世紀の日本の都市建設では，木造の伝統にならい，鉄材を主要構造材に用い情報化された機械のような建築群によって都市が随時改変されていくというあり方が国策として本格的に検討されてもよいのではないか。再循環の利く鉄で構成される建築や都市が（木質系の素材を併用しつつ），必要に応じて都市形態や都市システムをかえて更新していくというイメージは，あながち，突飛とばかりいいきれないだろうし，堅固な基盤と無数の簡易な建築とのコンビネーションとネットワークをうまく活用すれば，流動する，柔らかく，しかし強い構造の都市をつくることができるように思われる。



写真―3　建設中の六本木ヒルズ，撮影：池村圭造，2001年9月

おそらく，今後，ニューヨークに代表される20世紀の建築や都市とはまったく異なる相貌の建築や都市が世界的にも模索されていくに違いない。その過程で21世紀的といいうる新しい建築と都市のあり様が鮮明になってくるであろう。

JCMA

《参考文献》

1) 宇野　求，岡河　貢共著：技術知の本質文脈性と創造性（新工学知，第2巻），建築設計における比喩・アナロジー・モデル，東京大学出版会(1997)
2) Boesiger/Girsberger, Editions : Le Corbusier 1910-60, Girsberger, Zurich (1960)
3) 宇野　求：現実の都市空間を超々高層建築に再構成，ゑれきてる，No. 78 (2000冬)，東芝(2000)
4) 日本建築学会超々高層特別研究委員会：超々高層のフィージビリティ2，日本建築学会(2000)

[筆者紹介]
宇野　求（うの　もとむ）
千葉大学工学部教授
建築家
工学博士

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

日本道路公団における ITSの取組み

—VICS・ETCの導入について—

佐藤 元久・宇野 秀保

最先端の情報通信技術等を用いて人と道路と車両とを一体のシステムとして構築することにより，ナビゲーションシステムの高度化，有料道路等の自動料金支払システムの確立，安全運転の支援，交通管理の最適化，道路管理の効率化など目指すITS（Intelligent Transport Systems）技術の研究開発が進んでいる。本報文では，ITSの全体像を紹介するとともに，日本道路公団（JH）がこれまでに取組んでいるITSメニューの一例としてVICSとETCについてその概要を紹介するものである。
キーワード：ITS，VICS，ETC，環境，安全

1. はじめに

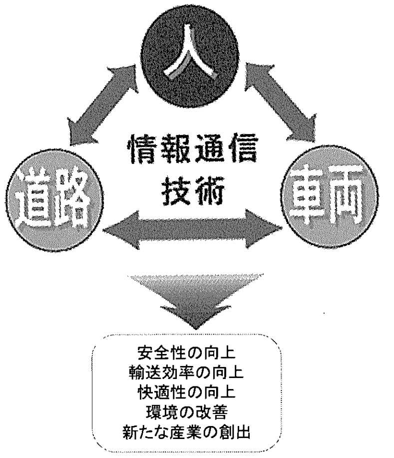
最近，新聞紙上などではITS，ETC，VICSなどの単語を見かける機会が多くなってきており，今日ではいずれかの単語がどこかの紙面で毎日見かけるようにまでなってきている。

ITSとはIntelligent Transport Systemsの略であり，「高度道路交通システム」と呼ばれている。

ITSは，最先端の情報通信技術等を用いて人と道路と車両とを一体のシステムとして構築することにより，ナビゲーションシステムの高度化，有料道路等の自動料金支払システムの確立，安全運転の支援，交通管理の最適化，道路管理の効率化等を実現するシステムであると位置づけられている。本報文では，ITSの全体像を紹介するとともに，日本道路公団（JH）がこれまでに取組んでいるITSメニューの一例としてVICSとETCについてその概要を紹介するものである。

2. ITSの全体像

ITSは安全，快適で効率的な移動に必要な情報を迅速，正確かつわかりやすく利用者に提供するとともに，情報・制御技術の活用による運転操作の自動化等を将来可能とするシステムである。こ



図—1 ITSの概念図

れによりITSは，高度な道路利用，運転や歩行等道路利用における負荷軽減を可能とし，道路交通の安全性，輸送効率，快適性の飛躍的向上を実現するものである（**図—1参照**）。

また，ITSは交通事故や交通渋滞など，今日の道路交通が抱えている諸問題の解決に大きく貢献すると同時に，自動車・情報通信関連産業の市場の拡大と新たな創出を担うものと考えられている。

ITSは，その対象が道路，交通という公共性の高いものであることから，国家プロジェクトとして進められてきており，1995年2月には政府が「高度情報通信社会推進に向けた基本方針」を策定した。同年8月には建設省，運輸省，郵政省，通商産業省，警察庁の5省庁が「道路・交通・車両分野における情報化実施指針」を発表。さらに1996年7月に「高度道路交通システム（ITS）推進に関する全体構想」をまとめ，下記に示す9つの開発分野が示された。

① ナビゲーションシステムの高度化
② 自動料金支払システム
③ 安全運転の支援
④ 交通管理の最適化
⑤ 道路管理の効率化
⑥ 公共交通の支援
⑦ 商用車の効率化
⑧ 歩行者等の支援
⑨ 緊急車両の運行支援

3．日本道路公団におけるITSの取組み

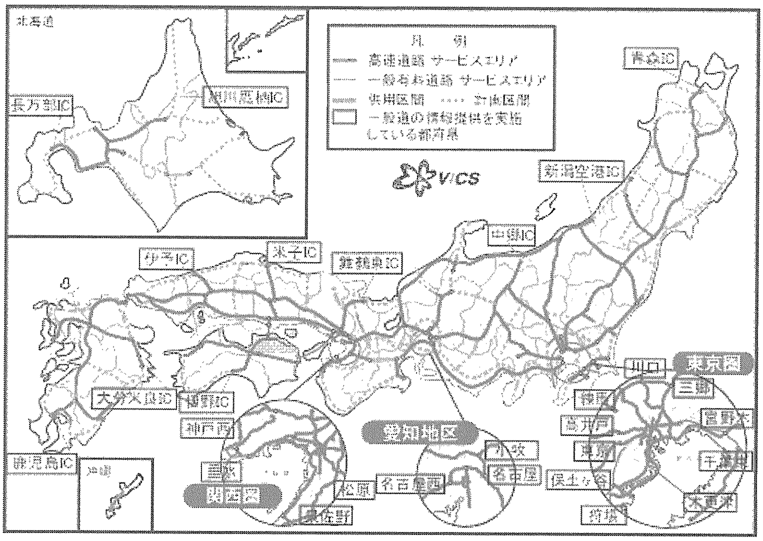
日本道路公団（JH）では先の「ITSの9つの開発分野」に示される「ナビゲーションシステムの高度化（VICS）」「自動料金支払システム（ETC）」について，1980年代に行われたVICSの前身である路車間情報システム（RACS：Road-Automobile Communication System）の開発，1990年代に行われた狭域通信（DSRC：Dedicated Short Range Communication）システムの研究・開発や試験的導入などを経て，それぞれVICS，ETCとして実用化し，現在全国サービスに至っている。ここでは，JHにおけるITSの一部を構成するVICS，ETCのそれぞれについてその概要を紹介する。

4．VICSの導入について

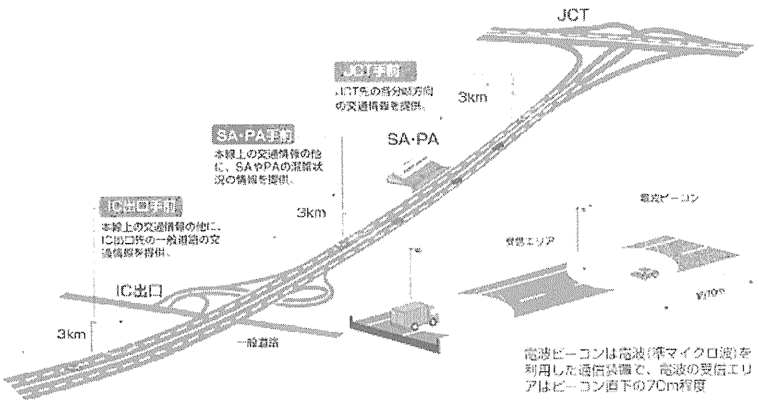
走行中の車への道路情報の提供は，道路情報板やハイウェイラジオ等によって行われているが，ドライバが必要とする最新の道路情報を素早く車内のカーナビゲーションシステムに提供するディジタル情報通信システムとして開発されたシステムがVICS（Vehicle Information and Communication System：道路交通情報通信システム）である（**図—2**）。

我が国が世界に先駆けて1996年4月からサービスをスタートしており，1998年3月までにJHでは全国の高速道路への電波ビーコンの配備を完了している。

VICS情報は3種類のメディアにより提供されており，主として高速道路では電波ビーコンおよびFM多重放送，一般道路では光ビーコンおよびFM多重放送により，混雑状況・所要時間情報，交通事故，道路工事情報・駐車場情報等の従来と比べると詳細な情報を直接車内のカーナビゲー



図—2　VICS情報提供のサービスエリア

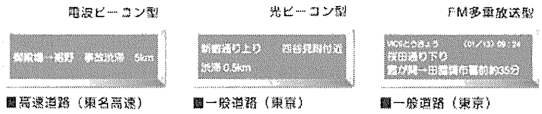


図―3　電波ビーコンによるVICS情報の提供位置

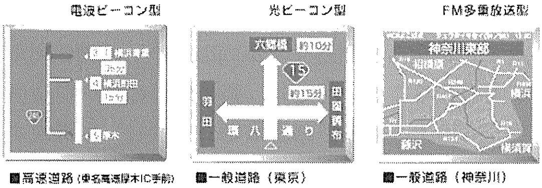
ションシステムに提供している（図―3参照)。

また，車載機による情報の表示方法としてレベル1～3の3タイプを設定しており，活用できる情報は車載機の機能や走行場所により異なるものの，ビーコン対応型では車の進行方向に沿ったタイムリで適切な道路交通情報を得ることができる。また，FM多重放送対応型では広域なエリア別の情報が得ることができ，メディアと提供レベルを情報内容や提供範囲などに応じて区分している。

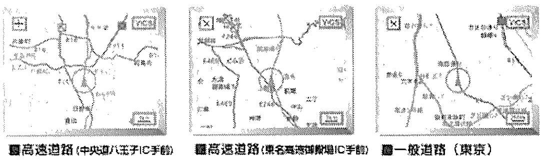
・レベル1：文字表示型（図―4参照）
　　最大30字の文字で情報を表示
・レベル2：簡易図形表示型（図―5参照）
　　道路線形をパターン化した図形上に文字や記号で情報を表示
・レベル3：地図表示型（図―6参照）
　　ディジタル道路地図上に情報を記号で重ね書きして表示



図―4　レベル1（文字表示型）の表示例



図―5　レベル2（簡易図形表示型）の表示例



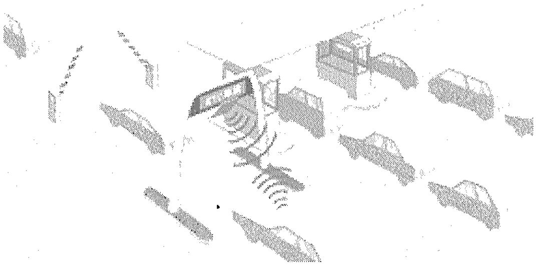
図―6　レベル3（地図表示型）の表示例

カーナビに装着されるVICSユニットは急速に普及し，1996年4月のサービス開始以来2001年6月末で累計317万台を出荷（VICSセンタデータより）され，今やカーナビのほぼ4割がVICS対応となっている。

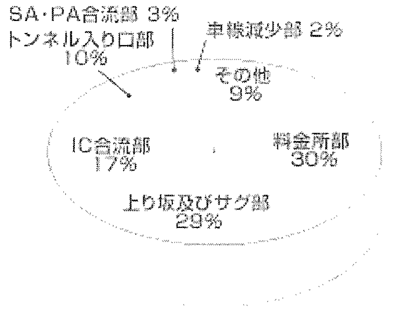
こうしたVICSの急速な普及の理由としては，リアルタイムな道路交通情報へのニーズの高まりとともに，サービス提供エリアの拡大などが挙げられるため，JHにおいても供用延伸とともにVICSの整備を行っているところである。

5.　ETCの導入について

「ITSの9つの開発分野」のうち「自動料金支払システム」として位置づけられるETC（Electronic Toll Collection）システムとは，現在有料道路の料金所で行われている料金の受渡し手段を，現行の現金や回数券の手渡しから料金所に設置した路側アンテナと車両に搭載した車載器の間での無線通信による料金情報データの交換に変更することにより，係員とやり取りすることなく料金の支払いが行われ，料金所をノンストップで通過することを可能とするシステムである（図―7参照)。



図―7　ETCシステムの概念図



図―8　渋滞発生箇所の割合

我が国のETCは以下のような目的を達成することを目指し，また，高速道路が抱える諸問題を解決するように導入が進められた。

・料金所渋滞の緩和
・利便性向上（ノンストップ・キャッシュレス）
・沿道環境の改善効果（排気ガス，騒音の低減）

有料道路の渋滞を発生場所別に見ると料金所での発生が30%と第1位となっており特に大都市周辺では早急な対策が必要となっている（図―8参照）。

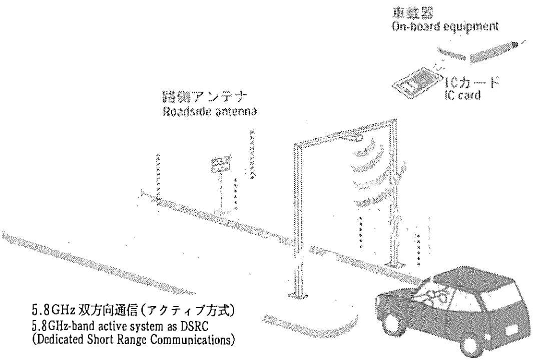
ETCは停車することなく料金所を通過することができ，現状方式の約2～4倍の処理能力があるため，料金所での渋滞緩和の切札として期待されている。

また，ノンストップで通行することができ，キャッシュレスで利用できることで，EC（Electronic Commerce）の先駆けとしても注目されるなど，お客様の利便性の向上が期待できる。併せて料金所周辺の大気汚染や騒音などの軽減等の効果が期待されている。

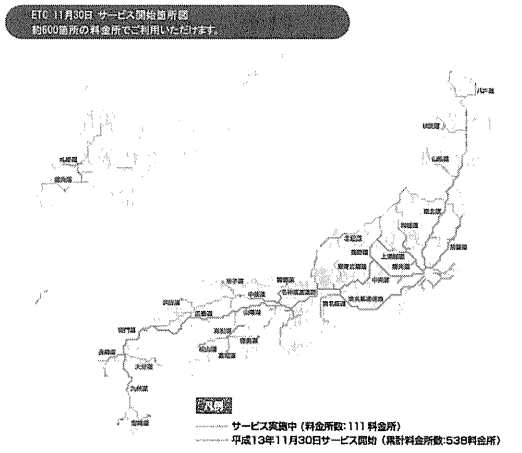
システムの面から見ると，我が国のETCは，車種や距離によって異なる複雑な料金体系に対応でき，1台の車載器で事業主体の異なる複数の有料道路を乗継ぐことが求められるなど，諸外国で既に実施されているETCとは異なる要求条件を持っており，システムの開発にあたっては，

① 全国に共通のシステムとするために，全国の有料道路で規格を統一，
② 確実な路車間通信とするため5.8 GHz帯DSRC双方向通信（アクティブ方式）を採用，
③ 多機能・拡張性を確保するため車載器とICカードによる2ピース方式を採用し，ICカードの多目的利用化，
④ 高いセキュリティを確保するため，CPU等を内蔵し外部端末機器との相互認証や記録データの暗号処理が可能なICカードを使用，

などを条件とした（図―9参照）。



図―9　ETCシステムの構成



図―10　ETCサービス実施箇所（JH分）

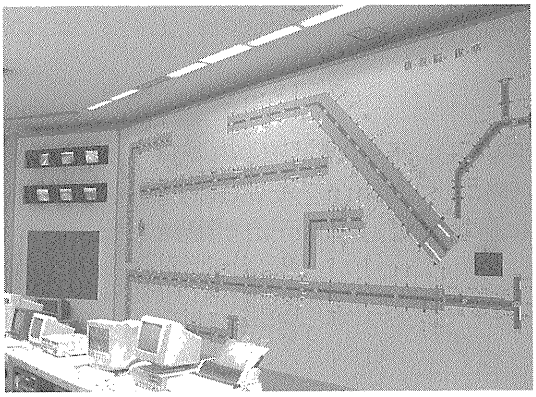
システムの整備にあたっては，2002年度末の時点で，料金所を通過する車両の50%がETC利用車両となることを想定し，整備効果の高い料金所約900箇所（他の道路事業者分を含む）に導入する計画とした。これにより全体交通量の約9割が利用する料金所にETCが導入されることとなる。

また，すべての料金所ブースには車載器に差込まれるICカードの読取り機を設置することにより，入口をETCで通過したお客様が，ETCが設置されていない料金所においても容易に通行料金を支払うことが可能なようにしている。

JH をはじめとする道路事業者は，2001 年 3 月より千葉地区を中心とする首都圏の主要な料金所等，63 箇所で一般利用者へのサービスを開始。また，2001 年 7 月には三大都市圏の合計 146 料金所で，11 月には東名・名神高速道路等の全国約 600 箇所へと利用可能料金所を拡大しているところである（図―10 参照）。

6. 今後の JH における ITS について

JH では，お客様からの道路情報ニーズの高度化，広域化の観点から，道路情報収集の自動化，オンライン化，新たなメディア（LED（発光ダイオード，light emission diode）式道路情報板，図形情報板，所要時間情報板，ハイウェイラジオ等）の導入，他の道路管理者（国土交通省，首都高速道路公団等）や他機関（公安委員会等）との道路情報交換の自動化，オンライン化など，ITS を支える交通管制システムの構築を，高速道路沿いに敷設した光ファイバを利用した高速，大容量の自営通信網と IT（Information Technology）技術を活用することにより，これまでにも実施してきているところである（写真―1 参照）。



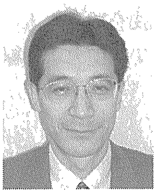
写真―1　IT 技術を活用した交通管制室

道路情報提供への更なる多様化，高度化するニーズへの対応，濃霧や積雪など異常気象時への対応，道路維持管理業務の高度化，効率化などに向けて，これまで進めてきた VICS や ETC と同様に，現在 ITS 関連技術の研究・開発を進めており，ITS 技術の高速道路フィールドへの適用を一層進めていきたいと考えている。

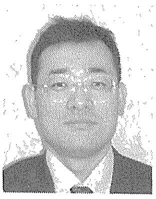
《参考文献》

1) 国土交通省 ITS ホームページ，http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html
2) JH 日本道路公団ホームページ，http://www.jhnet.go.jp/
3) VICS センタホームページ，http://www.vics.or.jp/
4) 道路システム高度化推進機構（ORSE）ホームページ，http://www.orse.or.jp/

［筆者紹介］



佐藤　元久（さとう　もとひさ）
日本道路公団
施設部
施設企画課
調査役
motohisa.sato@jhnet.go.jp



宇野　秀保（うの　ひでやす）
日本道路公団
施設部
施設企画課
uno@superhighway.org

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

超電導磁気浮上式鉄道（リニアモータカー・マグレブ）

夏原 博隆

夢の世紀と言われた21世紀に，東京・大阪間を1時間で結ぶ新たな大動脈として超電導磁気浮上式鉄道（リニアモータカー・マグレブ）の建設構想がある。

平成9年4月より，その実現に向け，山梨リニア実験線において走行試験が実施されており，既に単独走行試験で約550 km/h，すれちがい走行試験では相対速度約1,000 km/hが達成されている。現在はその信頼性・耐久性検証のための試験が継続実施されている。山梨リニア実験線の結果から得られるリニア特有の技術的課題を克服し，更には大深度トンネル，ガイドウェイ等の建設時における高速施工の開発検討など，技術・経済・環境的な国民の合意が得られる超電導磁気浮上式鉄道の実用化を目指している。本報文では，その現状と取組みについて概要を紹介する。

キーワード：超電導，リニア，中央新幹線，大深度

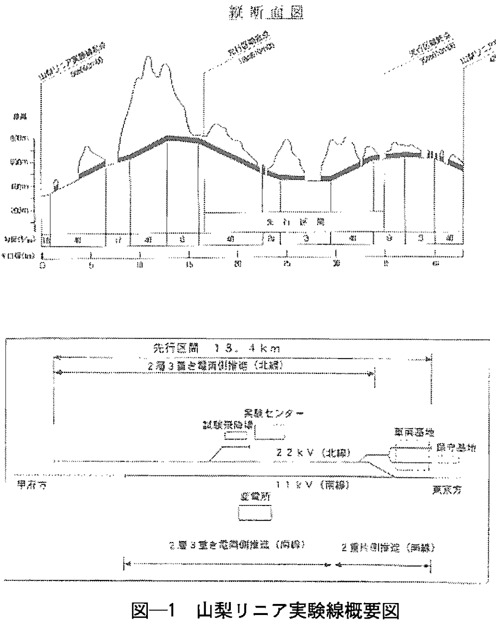
1. はじめに

超電導磁気浮上式鉄道（リニアモータカー・マグレブ）が日本の旧国鉄技術研究所で研究開始されたのが1962年（昭和37年）からと言われている。その15年後の1977年（昭和52年）には宮崎実験線で走行試験を開始し，さらに20年後の1997年（平成9年）には，山梨リニア実験線で走行試験が開始され，現在も走行試験が繰返されている。そして，概ね2005年（平成17年）にはすべての走行試験及び技術課題の検証が終わる予定で，その結果と評価が待たれるところである。

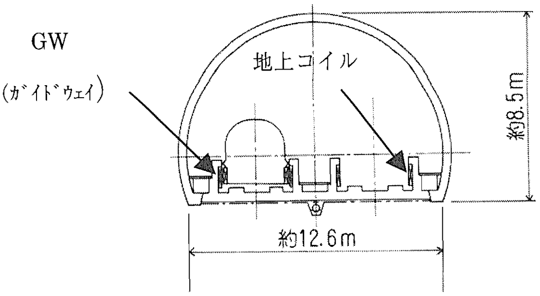
2. 山梨リニア実験線の現状

（1） 実験線建設

山梨リニア実験線は全長42.8 kmの路線で，鉄道公団，鉄道総研，JR東海の3者が建設プロジェクトを構成して，平成2年11月に建設の着手を行い，平成9年にその内の18.4 kmを先行区間として完成した。そして同年4月から本格的な走行試験が3年間の予定で開始された。



図—1 山梨リニア実験線概要図



図―2 トンネル標準断面図

表―1 山梨リニア実験線設備概要表（先行区間）

線形	延　　長	18.4 km　トンネル：16.0 km/h 明 か り： 2.4 km/h （一般区間を含めた実験線の総延長 42.8 km/h）
	単線/複線	複　線
	最急勾配	40‰
	最小曲線半径	8,000 m
車両数	編 成 数	2 編 成
	編成両数	最大 5 両編成
車両諸元	最高速度	550 km/h
	車両構成	超電導磁石集中配置・連接台車方式
	車体長さ	先頭車：28.0 m/標準中間車：21.6 m/長尺中間車：24.3 m
	車体最大幅	2.90 m
	車両高さ	3.28 m
	先頭形状	ダブルカスプ形/エアロウェッジ形
設 備 数		2 組
変換方式		GTO インバータ（38/20 MVA）
き電方式		3 重き電　22 kV，11 kV
浮上方式		リニアシンクロナスモータ
ガイドウェイ方式		パネル方式/ビーム方式/直付け方式
分岐装置		トラバーサ分岐装置（油圧駆動/電動駆動）/側壁移動分岐装置
試験乗降場		ホールホーム式乗降場/伸縮式乗降装置

（2） 技術開発計画と走行試験

この試験による運輸大臣（現，国土交通大臣）から承認された「超電導磁気浮上式鉄道技術開発計画」の目標は，次のとおりである。

① 高速性の目標

営業線最高速度 500 km/h を目指すため，実験線において，より高速（550 km/h 以上）の安定走行を確認する。

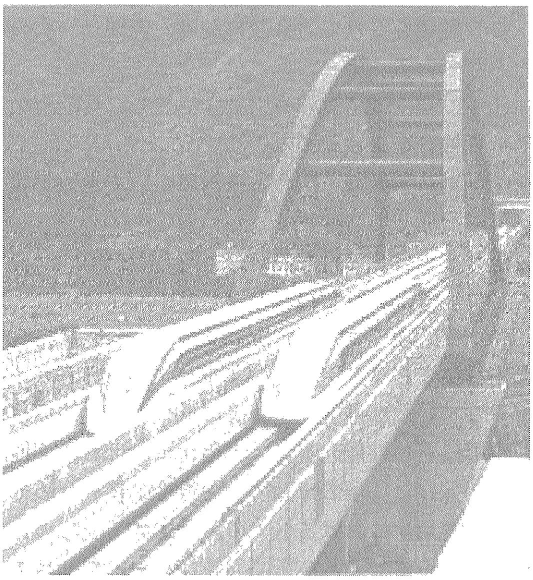
② 輸送能力・定時性の目標

ピーク時間あたり 10,000 人程度（片道）の輸送が可能で，定時性の高いシステムを確立する。

③ 経済性の目標

建設コスト，運営コスト，生産コストの低減化を図るとともに，採算性を踏まえたシステムの経済性を確立する。

平成 9 年度から平成 11 年度までの試験計画は，次のとおりで，その後の試験走行において，平成 9 年 12 月無人走行では 550 km/h を，有人走行では 531 km/h を記録し，更には平成 11 年 4 月に 5 両編成による有人走行において 552 km/h，高速すれ違い試験では相対速度 1,003 km/h の記録を樹立している。



写真―1 山梨リニア実験線走行試験

表―2 山梨リニア実験線試験計画

	平成 9 年度	平成 10 年度	平成 11 年度
基本走行試験	(第 1 編成)車輪走行,浮上走行,速度向上, 最高速度確認試験 (第 2 編成) 車輪走行,浮上走行, 速度向上試験		
総合機能試験	高速すれ違い,変換所渡り,複数列車制御, 諸機能,異常時対応試験		
信頼性確認試験	高速連続走行試験 輸送能力確認試験		
その他試験	乗客整理,駅設備,環境影響・対策,経済性,保守基準確認試験		

（3） 実用研究開発の中間評価

このような中で，運輸省（現，国土交通省）は平成 9 年 1 月に「超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会」を発足させ，技術開発計画に織込まれている開発目標に対する実用化の評価を 3 年にわたり 8 回の委員会を開催した。

そして，実用化の総合技術評価については，超電導磁気浮上式鉄道技術について，鉄道輸送システムとして備えるべき性能，及び本技術に特徴的な装置特性をそれぞれ評価した。その結果，「長期耐久性，経済性の一部に引続き検討する課題はあ

るものの，超高速大量輸送システムとして実用化に向けた技術上の目途は立ったものと考えられる」と評価した。また，引続き検討する課題を含めて平成12年以降，概ね5年間の実用化を目指した走行試験を継続して行うこととした。

（4）今後の実用化課題

この評価を受けて，今後に向けた課題は，次のとおりである。

① 信頼性確認試験を引続き実施し，長期耐久性検証をより深める。

② コスト低減に関わる技術について走行し検討を通じて検証する。

③ 車両の空力特性の改善に関わる技術開発について，走行し検討を通じて検証する。

特に，②項のコストに関わる中で，リニア特有の走行路であり推進浮上機能を有するGW（ガイドウェイ）及び地上コイル等の低コスト化並びに超電導磁石の性能向上は，実用化における経済性追求，並びに③項の車両の空力特性改善を含めて今後の実用化における最大の課題である。このため，これらに対する技術開発を含めた山梨リニア実験線での検証確認が急がれているところである。

表—3　今後の実用化試験計画

	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年
信頼性確認・長期耐久性検証試験	（連続高速走行・繰返し試験）				
コスト低減技術検証	（GW・地上コイル他検証）				
車両の空力特性改善技術検証	（車両先頭形状改良等）				

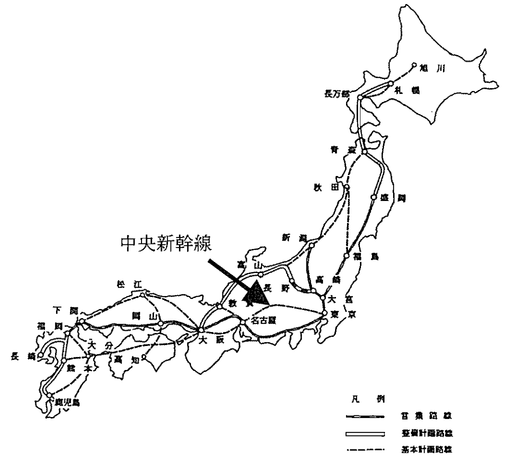
4．中央新幹線へのリニア実用化の取組み

（1）中央新幹線計画とリニア導入の構想化

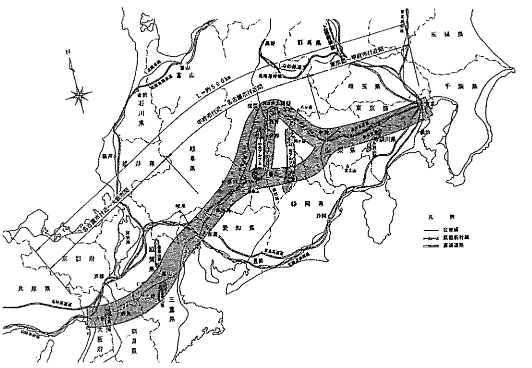
全国新幹線鉄道整備法に基づく「基本計画路線」のひとつに中央新幹線（東京都－大阪市間）計画がある。また，この路線には地形，地質等の調査指示が出され，既に行っている。

この計画路線に，超電導磁気浮上式鉄道を導入する構想が中央リニア構想である。

これは平成10年3月に閣議決定された全国総合開発計画（21世紀の国土のグランドデザイン）に「中央新幹線の調査を進めるほか，超電導磁気浮上式鉄道の実用化を推進し，革新的高速鉄道システムの早期実現を目指す」とされ，中央新幹線にリニア導入構想が明記された。



図—3　全国新幹線路線図



図—4　中央新幹線調査路線図

（2）大深度地下使用法の制定

超電導磁気浮上式鉄道の実用化において大都市（東京，名古屋，大阪及びその周辺）における合理的なルート設定は，事業期間の短縮，コスト縮減につながる。これはリニアだけでなく，公共性の高い各種事業にとっても共通の課題であった。

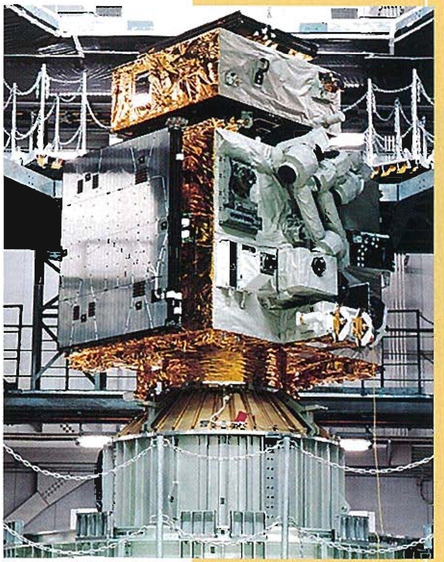
このため，1988年（昭和63年）の運輸省による「大深度地下鉄道構想」から12年を経て，2000年（平成12年）5月19日に「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が国会で採択され，同年5月26日法律第87号として公布された。

これは，大深度地下が地表に比べて，地震に対

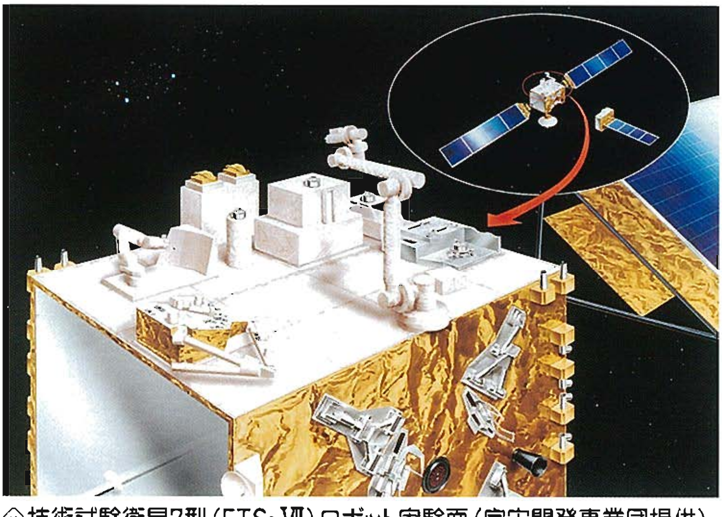
21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

宇宙構造物の建設

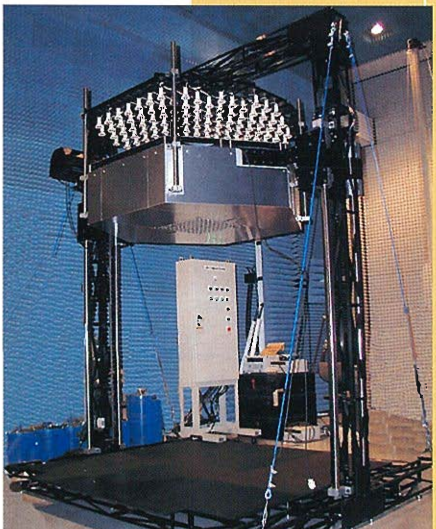
⇧自律型歩行移動マニュピレータ（SMSM）（清水建設提供）



⇧技術試験衛星7型（ETS-Ⅶ）射場組立
（宇宙開発事業団提供）



⇧技術試験衛星7型（ETS-Ⅶ）ロボット実験面（宇宙開発事業団提供）



⇧宇宙太陽発電衛星（SSPS）の実験モデル
「SPITZ」（宇宙開発事業団提供）

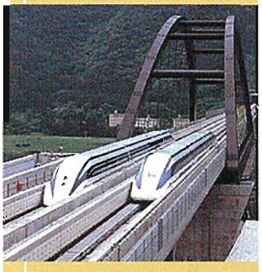
Electronic
Toll
Collectionsystem

日本道路公団におけるITSの取組み

↑ETC運用状況（東名高速道路　東京料金所）

↑ETCカード

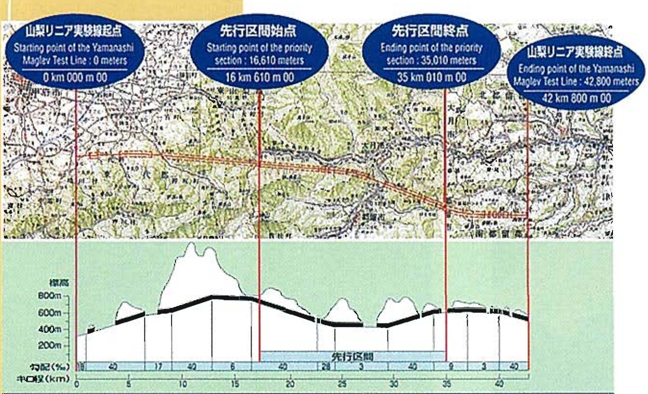
↑各社から発売されているETC車載器



Superconducting
Maglev

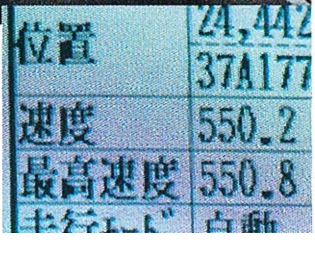
超電導磁気浮上式鉄道

↑5両編成走行試験



	山梨実験線（先行区間） Yamanashi Maglev Test Line(Priority section)	宮崎実験線 Miyazaki Maglev Test Track
総延長 Length	18.4km	7.0km
トンネル区間 Tunnel	16.0km	0km
明かり区間 Open section	2.4km	7.0km
単線／複線 Track	複線　Double Track	単線　Single Track
最急勾配 Maximum grade	40‰	5‰
最小曲線半径 Minimum curve radius	8,000m	10,000m

↑山梨実験線の誕生



↑速度向上試験・
最高速度確認試験

する安全性及び騒音・振動並びに景観保護からもメリットがある一方で，火災対策や地上部との接続部や浸水・停電等に対する安全性の充分なる確保が必要とされている。

（3） 中央リニアへの検討・調査の開始

平成12年度において現経済産業省産業技術環境局と国土交通省鉄道局は，「高温超電導磁石技術」の検討を共同プロジェクトとして開始し，リニア用高温超電導磁石の開発を行っている。

また，同年度より国土交通省は，中央リニア調査として経済波及効果，大深度地下利用検討などの調査を鉄道公団に指示し，調査中である。

さらに，平成13年度において国土交通省鉄道局と道路局は，協同で「大深度地下の鉄道・道路共同利用に関する調査」を開始した。鉄道はリニアを，道路は自動車専用道路を想定した中部圏におけるケーススタディを想定している。

（4） 実用化検討の深度化

中央新幹線へリニアを導入するにあたっての各種検討・調査は，各方面で確実に進んでいる。特に，3年後の山梨実験線の課題試験がクリアされると，今後の対応が加速度的に進められていくこととなる。しかしながら，リニア特有に起因するところの施設設備等の施工技術及び運用についての検討は十分でなく，既に進めておいても遅くはない。

特に，大深度のなかでも論議されている安全性に関する課題及び大深度地下駅構造とその運用，換気・排煙を中心とした防災対策，立坑位置などの検討課題がある。これらは，大深度にましてリニア特有の超高速ゆえにトンネル内列車風圧・圧力変動等の空力対策を考慮した施設設備が必要となる。また，従来鉄道におけるトンネル，高架橋施工技術の深度化はもちろんであるが，リニア特有のGW（ガイドウェイ）施工についても，施工建設機械・器具を含めた大量高速施工技術の深度化，確立が求められるところである。

3. おわりに

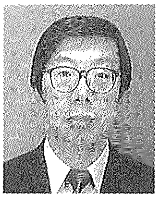
超電導磁気浮上式鉄道が1970年にその採用を決定して本格的技術開発に乗り出してから，丁度30年目である2000年に実用化の目処が立ったという評価を得た。そして20年後の2020年頃には，日本の大都市の地下深くで超電導磁気浮上式鉄道が完成し，東京・大阪間が1時間で結ばれる事を期待して止まない。

それは日本が世界に先駆け超電導磁気浮上式鉄道の研究開発を本格的に導入開始してから半世紀を経た50年ということになる。

21世紀最大の課題は，地球温暖化防止，環境負荷に配慮した交通システムの確立であり，鉄道が最も環境負荷の少ないものであることは周知の事実である。　JCMA

《参考文献》

1） 超電導磁気浮上式鉄道実用研究開発評価—中間報告書，運輸鉄道審議会鉄道部会超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会，平成11年8月24日



[筆者紹介]
夏原　博隆（なつはら　ひろたか）
日本鉄道建設公団
設備部機械課
補佐

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

宇宙構造物の建設

松本 信二

現在，国際宇宙ステーションが建設中であるが，今後もこのような大型宇宙構造物の建設が期待されている。大型宇宙構造物を建設する方法としては，組立て方式，展開方式（折畳み構造），インフレータブル方式（膨脹方式）の3つがあり，各々，研究が進められている。いずれにしても，宇宙における建設では，作業環境が悪いので，宇宙ロボットがおおいに活躍する。月面基地の建設に関しても，各種の構法が提案されているが，いかにして建設コストを小さくできるかが大きな課題である。

キーワード：大型宇宙構造物，国際宇宙ステーション，守宙発電衛星，宇宙ホテル，宇宙ロボット，月面基地

1. はじめに

現在，国際宇宙ステーション（ISS：International Space Station）が建設中であり，2006年には完成の予定である。この宇宙構造物は，全長110 mの巨大なものであり，多くの部材で構成されている。このような大規模な宇宙構造物になると，これまでの人工衛星のように単にロケットで打上げればよいというわけではなく，宇宙における「建設」が必要となる。

今後，このような大型宇宙構造物の建設が本格的に展開する可能性があり，宇宙における建設技術についても，着実に研究を進めておく必要がある。そのような観点から，本報文では，今後建設が期待されている大型宇宙構造物を紹介し，その建設方法について述べる。

2. 大型宇宙構造物

（1） 国際宇宙ステーション（ISS）

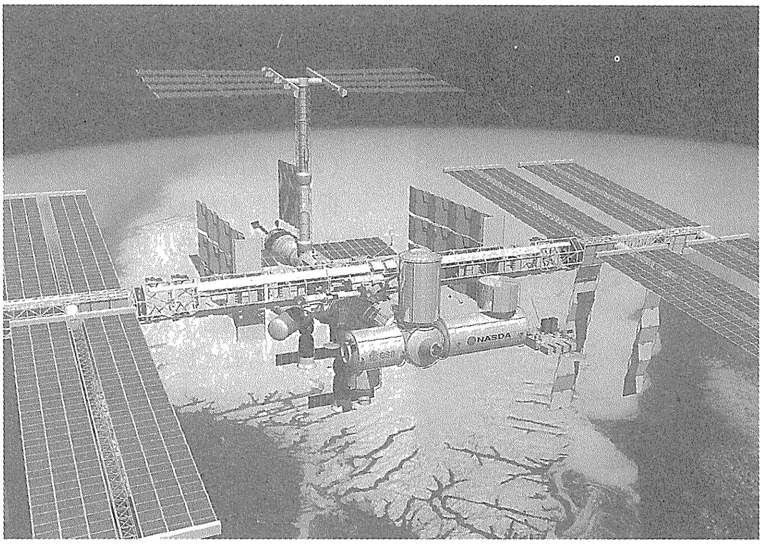
現在建設中の国際宇宙ステーション（ISS）は，図―1に示すような形状をしている。全長110 m，重量415 tであり，中心部に円筒形のモジュールが9個つけられている。これらのモジュールは居住や実験のための施設であり，そのうちの一つを日本が設計・製作を担当している。

この宇宙ステーションが完成すると，いろいろな実験を，長時間系統的に実施することができる。5〜6人の宇宙飛行士が居住することができ，日本人宇宙飛行士も常時宇宙に滞在することになるであろう。

この宇宙ステーションの建設方法は，地上で製作した約50個のユニットをスペース・シャトルで宇宙に運び，宇宙で順次接合していくという方法である。

（2） 宇宙発電衛星

地球温暖化防止，酸性雨削減等に寄与するために，二酸化炭素（CO_2）の排出量の少ない発電方法として宇宙太陽発電が期待されている。この方式は，宇宙の巨大人工衛星上で発電し，マイクロウェーブやレーザーで地上に送電するというものである。



図―1　国際宇宙ステーション（ISS）（NASA）

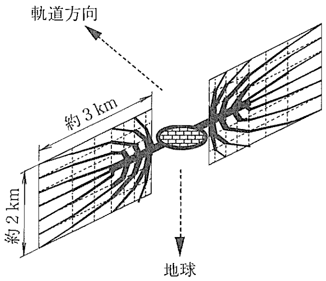
太陽エネルギーの活用は地上でも行われているが，宇宙は真空であり天候の影響がないので，非常に発電効率が高い。しかも，昼夜に関係なく発電できるという利点もある。このようなことから，宇宙で得られるエネルギー量は地上の約10倍にもなる。

この宇宙発電システムは，30年以上前にアメリカのピーター・グレイザー博士が提唱したものであるが，当時の技術レベルでは，発電コストがかかり過ぎるということで，実用化を断念していた。

しかし，近年，地球環境問題が大きく取上げられようになり，この宇宙発電が見直されるようになった。コストの問題はあるにしても，二酸化炭素の排出量は非常に少なく，原子力発電における放射能のような問題もない。しかも，宇宙輸送技術，太陽発電技術，無線電送技術が急速に進歩しつつあるので，コストの低下も大いに期待することができる。

数年前に通商産業省の検討委員会で提案した1 GW級の宇宙発電衛星は，図―2に示すような形状をしている。これでも，宇宙構造物としては非常に大きなものであるが，約35年前にNASAで提案していたものは，5 km×10 kmというさらに大きなものであった。

上記の宇宙発電衛星は太陽光を利用して発電するものであるが，太陽熱を利用するシステムも提



図―2　宇宙発電衛星（通商産業省1995年）

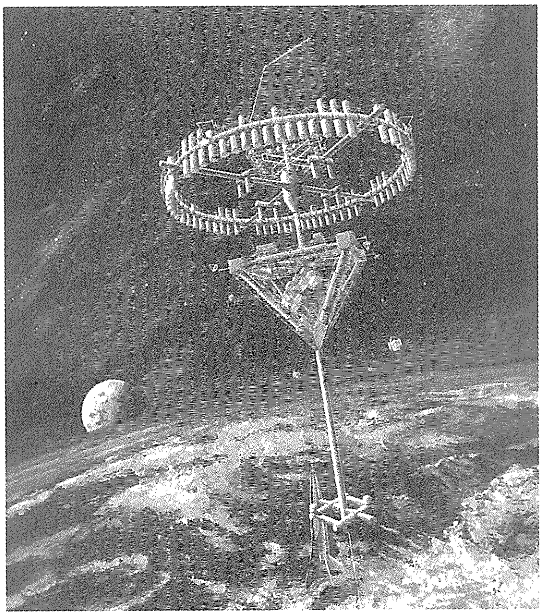
案されている。

（3）宇宙ホテル

多くの人々にとって，宇宙に行きたいという根強い夢があり，宇宙観光が実現するのもそれほど遠い未来の話ではない。初めは，宇宙船に乗って地球を何回か回ってくるという単純な宇宙観光であろうが，そのうちに，どうしても宇宙にもう少し長く滞在したいということになり，宇宙に観光用の施設が必要となる。

1日か2日寝泊まりするだけならば比較的簡単な施設でいいが，それもだんだん飽き足らなくなることは確実であり，いずれ，宇宙ホテルが建設されることになる。そのような宇宙ホテルの例を図―3に示す。

このホテルの客室は円形上に配列されており，全体が1分間に3回回転することによって人工重



図—3　宇宙ホテル（清水建設）

力を発生させている。宇宙に行くと宇宙酔いになる人が多いので，少なくとも客室内では地上と同じように歩行や睡眠ができるように配慮されている。

構造物の大きさは全長 240 m であり，円形に配列されている客室部分は直径 140 m である。客室の他に無重力の空間も必要であり，発電施設や熱を放射するためのラジェータも設けなければならない。

3. 宇宙構造物の建設方法

上に紹介したような大型宇宙構造物を建設する主要な方法として，以下の 3 つがある。

(1) 組立て方式

地上からばらばらの部材を宇宙へ運搬し，宇宙で組立てていく方式である。前述の国際宇宙ステーションはこの方式によって建設されている。この場合，小さい部材で構成すれば，輸送時の容積を小さくすることができるが，宇宙における接合の手間がかかることになる。

現在建設中の国際宇宙ステーションの場合，宇宙における接合作業はほとんど自動化されておらず，宇宙飛行士の手作業が中心になっている。そのために，ユニットの大きさをスペース・シャトルで運べる範囲でできるだけ大きくし，接合作業を少なくしている。

(2) 展開方式（折畳み構造）

折りたたんだ状態の構造物を宇宙で広げる方式である。すなわち，折畳み傘のようなシステムだということができる。大規模なアンテナや反射版の構造物に適しており，太陽電池パネルなどにはよく用いられている。

宇宙輸送機の断面は通常円形になっており，大きさも限定される。たとえば，スペース・シャトルを用いるとすると，荷姿の直径を 4〜5m にしなければならない。ところが，宇宙で用いるアンテナや太陽電池パネルは薄くてもいいが，大きさは数十 m にもなる。したがって，このような折畳み構造が適しているのである。

(3) インフレータブル方式（膨脹方式）

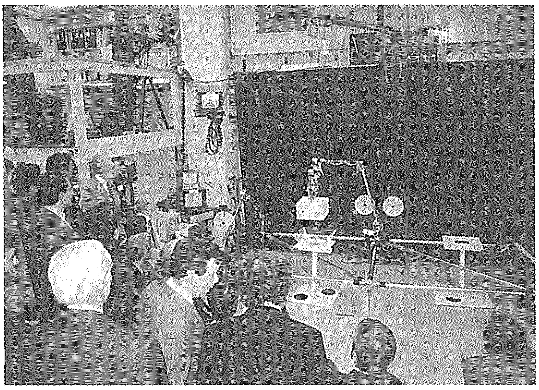
やわらかい布状の材料でできた袋で構成する構造物である。しぼめた状態で宇宙に運び，宇宙でその中に気体を注入し，膨らませる方式である。膨らませた状態で硬化させて構造体にするのが一般的である。

この方式はまだ実際に使われたことはないが，研究は進められており，直径 14 m のアンテナを宇宙で実験的に建設したことはある。月面基地の構造には有効であると考えられており，NASA でも月面構造物の一つの案として以前に提案している。

いずれにしても，上記のような大型宇宙構造物を建設するためには，宇宙建設ロボットがどうしても必要になりそうである。宇宙ロボットの例としては，スペース・シャトルに取付けられているマニピュレータがよく知られている。

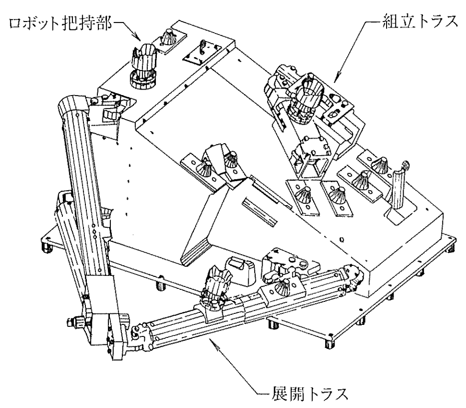
清水建設のグループでは，宇宙構造トラス上を歩行するロボットを提案している。このロボットに関しては，アメリカのカーネギー・メロン大学との共同研究によって各種の実験を行った。実験の模様を図—4 に示す。

また，宇宙でトラス構造物を建設するための基礎実験としては，1998 年から 1999 年にかけて実施された技術試験衛星 7 型における構造物組立て



図—4　トラス歩行ロボット（清水建設）

実験がある。この実験では，**図—5**に示すような人工衛星上の実験装置を地上から操作して，トラスの組立てに関する基礎技術を習得した。



図—5　技術試験衛星7型による構造物組立て実験装置（航空宇宙技術研究所/清水建設）

4．月面基地の建設

(1) 月面基地の建設目的と建設シナリオ

月を探査する目的としては以下のようなことが考えられている。

① 月の科学（月の構造，地質，環境等）
② 月面天文台の建設
③ 月の資源の利用
④ 有人宇宙活動を拡張するためのテストベッド

1990年代前半に，アメリカでは月探査について真剣に検討されたが，科学観測のみの目的では，大規模な資金を投入するための合意が得られそうもないということから，③と④の目的を中心にするという考え方が一般的であった。すなわち，資源利用を中心に考えながら，将来の宇宙活動に備えるという考え方である。

清水建設とマグドネル・ダグラス社（現在はボーイング社）で行った月面基地に関する共同研究でも，このような考え方に基づいて段階的に拡張する月面基地建設シナリオを作成した（**表—1**参照)。ただし，このシナリオで対象としている資源は，酸素，水素，ヘリウム3のみである。

このシナリオでは，6つの段階を設定し，順次拡張していくように計画されている。ここに記述されている年次はあくまで参考年次であるが，このような形で拡張させるのがもっとも現実的であろう。フェーズ1は無人であり，フェーズ1からフェーズ6に進むにつれて，月に滞在するクルーの数が増加している。

フェーズ1の目的は，フェーズ2以降の有人月面活動を可能にするための基本施設を準備することであるが，特にエネルギー施設が重要である。

フェーズ2では最小限の居住を可能にし，まず4人のクルーが45日間月面上に滞在する。そして，酸素やヘリウム3のパイロットプラントも建設する。

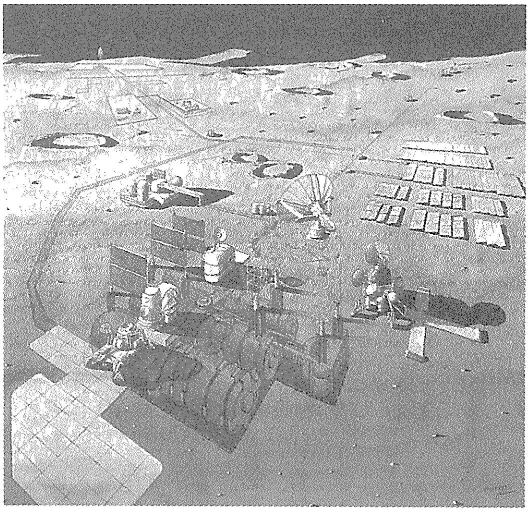
表—1　月面基地の建設シナリオ（清水建設，マクドネル・ダグラス）

	フェーズおよび第一次打上げ年					
	1 (2005)	2 (2010)	3 (2015)	4 (2020)	5 (2050)	6 (2050)
クルー数	0	4	5	8	10	15
滞在日数	—	45日	90日	180日	1年	恒久化
電力	<1 kW	10 kW-昼 9 kW-夜	20 kW-昼 15 kW-夜	60 kW-昼 45 kW-夜	100 kW-昼 60 kW-夜	140 kW-昼 90 kW-夜
居住モジュール数	—	1	1	1	2	2
実験モジュール数	—	0	0	2	4	4
酸素製造	小型無人実験	パイロットプラント (1 kg/14日)	実験炉プラント (10 kg/14日)	1 t/年	10 t/年	1 E 5 t/年
ヘリウム3製造	—	パイロットプラント (数 mg/14日)	実験炉プラント (10 mg/14日)	1 g/年	10 g/年	100 g/年

フェーズ3になると，居住クルーの人数も少し増やし，酸素やヘリウム3の実用プラントを建設する。

更に，フェーズが進むと，クルーの人数や滞在期間も徐々に増え，各種の実験や観測も活発に行われるようになる。

活動が活発化するにしたがってエネルギーの消費量も増加するので，発電量も増やさなければならない。このシナリオでは，発電はすべて太陽電池となっているが，コストを考えると原子力発電の方が有利である。太陽電池の場合，昼間での発電のみとなり，蓄電施設が大きくなるという問題がある。



図―6 アルミ合金製モジュール構法の例（清水建設）

（2） 月面基地の建築構法

月面基地には多くの施設が必要となるが，居住部分の建築構法としてどのようなものが考えられているかを紹介する。

① アルミ合金製モジュール構法

技術的に最も簡単なのは，宇宙ステーションで使用するのと同様の円筒形モジュール（直径約4m，長さ8～12m）を地球から運び，月面上に設置し連結する方法であろう。しかし，基礎をどのようにするかという問題があり，連結作業も宇宙ステーションの場合よりも難しいかもしれない。隕石の衝突や放射線を防御するために，構造物の上にレゴリスを被覆させる必要があるが，その作業も意外に困難である。アルミ合金製モジュール構法の例を図―6に示す。

② インフレータブル構法

NASAでは，建設コストを下げる目的で，インフレータブル構法を提案している。

柔軟性のある膜材料でできた袋状の構造材を月面上に持っていき，気体を封入して膨らませる。その後，その構造体を硬化させたり，内部から補強したりして，使用する。形状としては，球状または円筒形となる。インフレータブル構法の例を図―7に示す。

インフレータブル構法を採用した場合，膜材だけで内圧に対抗するのは困難であり，どのようにして補強するかが問題となる。単に補強するだけではなく，膜材を膨らませた後で室内に床，壁，家具等を設置しなければならず，単純には施工で

図―7 インフレータブル構法の例（NASA）

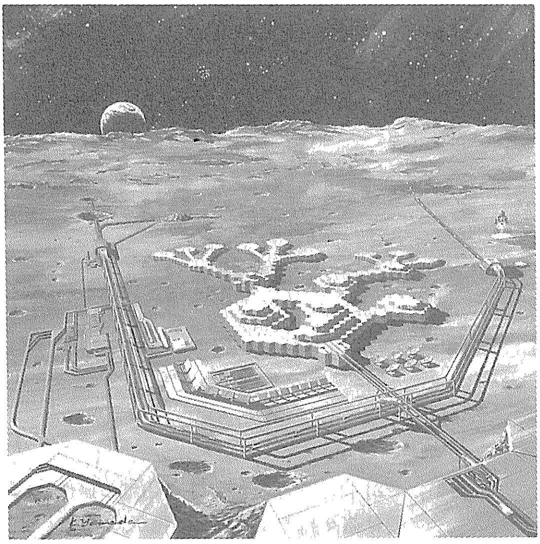
きない。

③ コンクリート製モジュール構法

月面上でセメントや水を製造し，プレキャストコンクリート製のモジュールをつくって，現地に運搬し，設置・接続を行う。月面上の岩石や砂には，セメントの主成分である酸化アルミニウム（Al_2O_3），二酸化珪素（SiO_2），石灰（CaO）等が豊富に含まれているので，これらを抽出することによってセメントを作ることができる。コンクリートの骨材としては，月面上の岩石を若干加工すればよい。水は月にないので，地球から運搬した水素を用いて，月で生産する。

筆者等が提案しているコンクリート製モジュール構法は，六角柱のモジュールを用いている。一辺の長さが約 3.6 m，高さは 5.6 m である。モジュール同士を連結させることによって各種の居住施設をつくることができる。この構法を用いた大型の月面基地のイメージを図―8 に示す。

月面基地の建築構法選択に当たっては，建設コストが特に重要であるが，建設コストは建設規模に大きく左右される。したがって，建設シナリオが大きな意味をもつということになる。



図―8 コンクリート製モジュール構法の例（清水建設）

5. おわりに

大型宇宙構造物の建設方法に関して，現在進められている研究の概要を紹介したが，さらに多くの新しい発想が必要だと考えている。いろいろな分野の研究者，技術者から独創的な提案が出てくることを期待したい。 JCMA

[筆者紹介]
松本 信二（まつもと しんじ）
シー・エス・ビー・ジャパン株式会社
社長
元清水建設株式会社
宇宙開発室長

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

地下空間の建設を支える シールドトンネル技術

永森 邦博

21世紀を迎えた今日，用地の確保，環境保全などの諸事情を反映して，地下利用の需要は益々高まり，大深度化が急速に進んでいる。地下利用は現在，都心部での地下鉄やライフラインなどの用途が主であるが，将来，廃棄物の処理場，貯蔵施設，防災施設などにも用途が拡大されてくることは，容易に予測できる。これらの地下構造物を建設するには，歴史は浅いが，旧国鉄の関門海底トンネルで本格的に採用されて以来，進化・高度化を続ける「シールド工法」の活用が不可欠である。

世界的に評価の高い本工法の変遷と，今後の開発動向，適用分野について述べる。

キーワード：シールド，大深度，地下空間

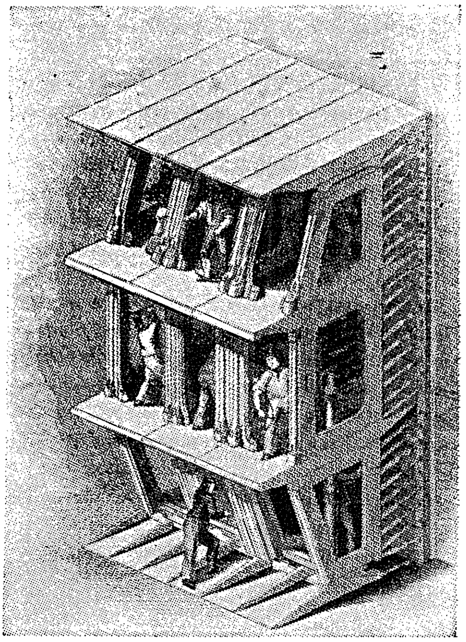
1. はじめに

現在，都市部の地下空間におけるインフラストラクチュア整備の有効な手段としてシールド工法が盛んに用いられている。この工法は1825年に英国のテームズ河の河底を掘削したのが最初とされ，我が国においては，1919年旧国鉄奥羽本線折渡トンネル，1926年東海道線丹那トンネルに採用されたが途中で中止され，本格的に採用されたのは1936年に着手された旧国鉄の関門海底トンネルであり，門司方の不良地盤に直径7 mのシールド施工が行われ日本のシールド技術が初めて確立されたものである。

シールド工法はこの後我が国においても改良，改善がなされ，歴史は浅いが急速に発展してきており，現在都市部のトンネル（地下空間）施工技術の主流として世界的に評価されている。

2. シールド技術の変遷と実績

シールド工法とは，主に土砂地盤中にトンネルを構築する工法で，「シールド」と呼ばれるトンネル掘削機を地中に推進させ，土砂の崩壊を防ぎながらその内部で安全に掘削作業，覆工作業を行



図—1 テームズ河トンネルシールド

い，トンネルを築造していく工法である。

(1) シールド工法の誕生

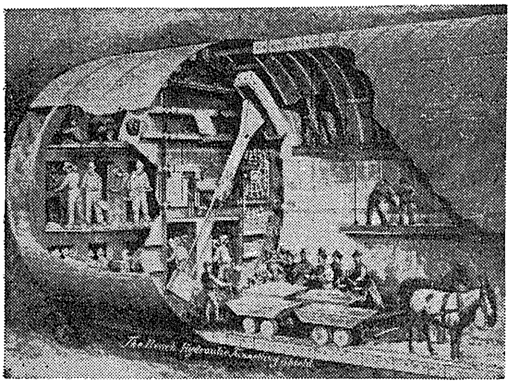
1800年代ロンドンでは，何回かテームズ河横断トンネルの掘削に挑戦したが，その都度河の水がトンネル内に流入し，失敗に終わっていた。このような背景のもと，主任技師のブルネル（M.I. Brunel）は，船喰い虫が船底に穴を掘っていくのにヒントを得て，シールド工法を生み出し，テームズ河横断トンネルを成功させた。

この工事で使用したシールドは矩形断面で，覆工は煉瓦積みであった。

(2) 圧気工法の誕生

大気圧以上の圧縮空気を使用してトンネル内部の湧水を防止し，土砂流入を防ぐことは以前より知られていたが，空気圧縮機，人間，及び材料の搬出入のためのロック設備等は開発されていなかった。

19世紀末にグレートヘッド（J.H. Greathead）は，別のテームズ河の横断トンネルに「シールド」と「圧気」という二つの技術を組合わせて施工を行い，今日のシールド工法の基本的工法を確立した。



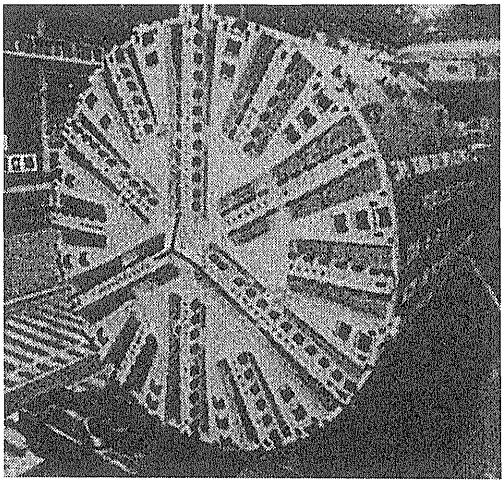
図―2 圧気シールド工法

(3) 現代シールド工法の誕生

圧気シールド工法の確立より1900年代前半においては，掘削手段が，手掘りから半機械式，全断面機械式に，トンネル形状についても，矩形，馬てい形，円形とさまざまな改良が加えられていった。1960年代後半に，現在都市部の軟弱地盤に幅広く採用されている密閉型シールド（泥水式，土圧式）が開発された。

この工法は，シールドの前面に隔壁を設けて切羽での水圧と土圧を支え，隔壁の前方で掘った土砂をパイプでトンネルの中に取込むものであり，基本的に補助工法による切羽の安定を図る必要が無く，掘削から，推進，排土までをシステム的に行うことができる。

また，これまでの高気圧の中での作業，切羽の崩壊の危険等の作業性が改善され，安全性が向上したことはシールド工法にとって一大進歩であり，大断面，大深度，長距離掘削へと引継がれている。



図―3 密閉式シールド機

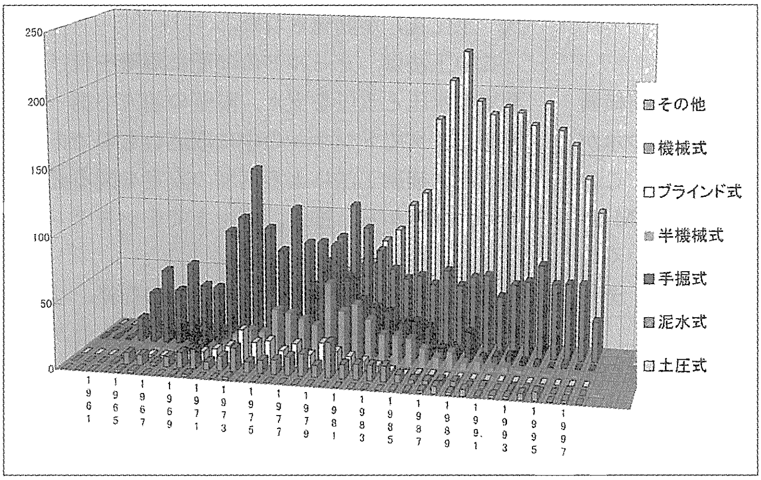
(4) 日本におけるシールドトンネル実績

我が国においては，先にも述べたように，戦前の関門海底トンネルで採用されたが，その後第二次世界大戦のために技術の進歩は停滞を余儀なくされ，この後1950年代に入り関門道路トンネル，東京，名古屋の地下鉄に採用され，地上の混雑した交通を妨げないシールド工法が各地で用いられるようになった。

これまでに掘られたシールドトンネルは，7,000本を超え，その内7割弱が下水道トンネル，続いて，地下鉄，電力，電話，上水道となっており，シールドトンネル技術の進歩によりインフラストラクチュアが急速に整備されていった。

表―1 に年度別のシールド機種別施工本数を示

表—1 シールド施工実績



す。

3. シールド工法の開発動向・適用分野

現在までにシールド工法は，さまざまな新しいニーズに基づいて“進化”しており，それに伴ってさまざまな技術が開発，適用されてきた。

(1) 今後も適用される分野

まず，従来よりシールド工法が多用されてきた上下水道については，今後も引続き整備が行われると思うが，比較的整備率が低い地方都市へその軸足が移されていくと予想される。

また，都市部では，都市洪水の解消や耐震ネットワーク形成等を目的とした雨水幹線・貯留管，増補幹線等の整備がこれからの主体になると予想される。こうした下水道管渠に対しては，「二次覆工省略化」，「長距離化」に代表されるコストダウン技術，工期短縮技術が求められると考えられる。特に，この分野では，大都市の洪水対策として大規模な地下河川あるいは洪水調節池といった内水圧が作用する大断面トンネルの整備が広がっていくものと期待される。

次に，共同溝を始めとする電気，ガス，通信洞道などの都市インフラストラクチュアについても，やはりコストダウン，工期短縮を前提にした長距離・高速施工でのシールドトンネルが整備されていくと予想される。この分野では，長距離化に伴って立坑基数の低減が求められることから，分岐・合流部の合理的な施工方法，及び合理的な覆工構造の実用化が求められると考えられる。

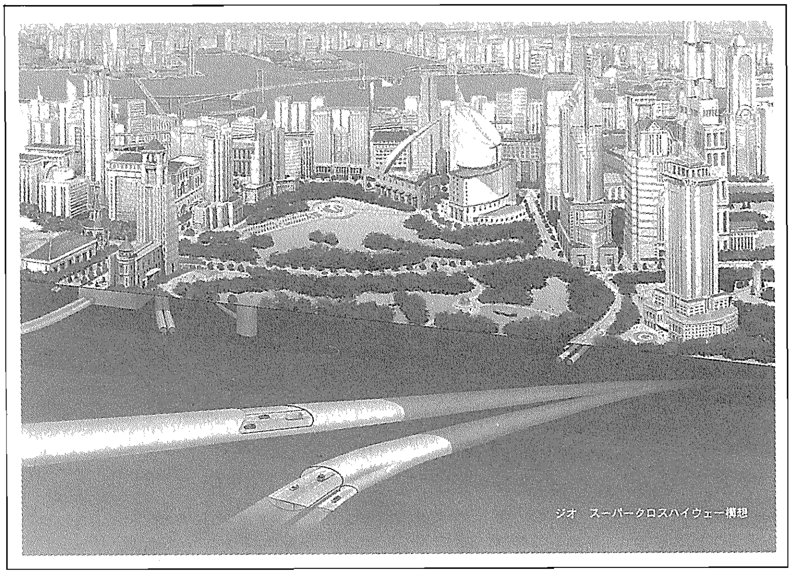
都市の交通手段としての地下鉄整備については，駅部や漏斗部も含めたシールド工法による建設が期待されるが，やはり軸足は地方都市へ移っていくものと思われる。反面，大都市部を中心に地下道路トンネルの建設にシールド工法を適用する動きが拡がってきており，今後は超大断面の幹線道路トンネルの整備が進められるものと期待される。

(2) これから新たに適用が期待される分野

これからの新たな市場としては，これまでは適用が困難とされてきた道路トンネルや鉄道トンネルのジャンクション部，ランプ部等の分岐・合流部や，下水道トンネルに代表される老朽化した地下インフラストラクチュア等のリニューアルの分野があると思われる。

前者は，断面変化（拡大・縮小，形状変化）や地中での分岐・合流に対する技術的課題を克服する合理的な施工技術の確立が前提であるが，地上部及び地下浅層部の輻輳した状況でプロジェクトを成功させるキーポイントとして今後の適用が期待される分野であると考えられる。

これまでに開発されてきた，大断面，高水圧という厳しい条件下での施工技術の積重ね，横3連，縦2連，矩形，楕円などの非円形断面での推進制御・覆工技術の蓄積，親子シールド，拡大シールド，MMST（Multi Micro Shield Tunnel）シールド機による断面変化への対応技術，さらにシールド機同士の地中接合や駅トンネルの地中切拡げ等の技術など，地中の断面変化や分岐・接合に必要となる要素技術について，これまでの豊富な施工実績から，技術の蓄積，研鑽が進んできており，これらの技術的ノウハウを駆使して，新たなニーズに前向きに，かつ柔軟に対応していけると考える。



図—4 ジオスーパークロスハイウェー構想

なお，大深度地下利用に関する法的な整備や論議も活発になってきているので，こうした都市の交通インフラストラクチュアについては，錯綜した地上を避けて有効にインフラストラクチュア整備が可能となることにより，物流専用トンネルや，ごみ，廃棄物，資源リサイクル専用トンネルなど，新たなニーズも期待できる。

また，後者については，今後物理的な耐用年数に達すると考えられる老朽化したトンネルをはじめ，耐震補給などの補強，補修を必要とするトンネル，機能拡大を目指したトンネルなど，既設トンネルのリニューアルに対するニーズが確実に増加してくるものと予想される。

こうしたトンネルのリニューアル市場においては，主に既設トンネルと同一ルートに“供用しながら”新たなトンネル覆工を構築，あるいは補修，補強していく技術の完成が急がれている。近年は，小口径の下水道管渠を“下水を流しながら”リニューアルしていく技術も適用されてきているが，今後は大口径の下水道幹線や地下鉄をはじめ，あらゆる地中トンネルを特殊シールド工法を用いてリニューアル，機能アップしていく技術が求められてくると考える。

4. おわりに

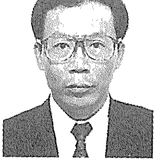
過密化した都市の地下空間を抜本的に整備する手段としてシールドトンネルは今後も有効なインフラストラクチュア整備の方法と考えられる。

特に大深度の物流トンネルの構築は，都市部の慢性化した渋滞緩和に有効なだけでなく，都市の防災設備の整備，廃棄物やごみの流通，リサイクル，通信インフラストラクチュアの整備などの観点からも非常に有効な手段であると考えられる。技術的には大深度，大断面，長距離といった，これまでの開発技術の延長線上にあり，後はいかに短期間に安価に構築できるかがポイントとなるので，都市NATM，山岳トンネル，TBM工法などとの併用も念頭におき，最適な構築方法を検討していく必要がある。

J C M A

《参考文献》

1) 矢野信太郎：「シールド工法」鹿島出版会（1973年），p.5，p.12 イラスト（写真—1-1，写真—1-2）



[筆者紹介]
永森 邦博（ながもり くにひろ）
鹿島建設株式会社
機械部
課長

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

山岳トンネル用建設機械の未来像

内田　正孝

近年，建設機械は，「環境にやさしい」「人にやさしい」など単に生産性を求めるだけのものではなく，そこで働く人，あるいは周辺に配慮したものになっている。トンネル用建設機械においても，低騒音，低振動，低粉じん，一部自動化による労力の低減など，パワーやスピード以外の要素が求められている。しかしながら，トンネル工事は，閉鎖された空間での施工であるため，施工機械に求められる要素も多く，他の工種に比べ遅れていると言わざるをえない。

また，最近の塵肺訴訟の問題からも，トンネル工事の作業環境への対応は急務となっている。

ここでは，過去の経緯から，今までの問題点を洗いだし，特に粉じん対策から今後のトンネル用建設機械に望まれる機能を，シールド工事の世界を参考に，近未来，未来に分けて著者の私見を述べる。

キーワード：トンネル，環境，粉じん，自動制御，遠隔制御

1. トンネル工法の変遷

トンネル掘削工法の歴史を顧みるに，古代においては「たがね」と「ハンマ」でトンネルを掘ったと言われている。

近代においては，1679年にフランスで黒色火薬を使ったトンネル掘削が行われ，近代のトンネル工事の口火を切った。1875年にはアメリカにおいてダイナマイトが初めてトンネル掘削に使用され，それ以来トンネルの掘削手段は発破工法が主体となっている。

掘削の機械化については，1970年頃から，当初鉱山で使用され始めていたロードヘッダが，土木のトンネル工事に使用されるようになった。1990年代には，環境的な問題，重要構造物に近接した施工のために無発破工法の要求が高まり，ロードヘッダなどの自由断面掘削機が大型化され，岩の一軸圧縮強度が80 MPa程度の中硬岩でも掘削が可能になったが，その後，それ以上の機械は技術的にも難しく，ほとんど造られていない。

海外から導入されたTBM（トンネルボーリングマシン）は，1964年から各地で導入されたが，海外との地山の違いなどから，色々な問題が発生し，一旦施工件数も減少したが，第二東名神道路のトンネル施工で，先進導坑にTBMを採用する工法が標準となり，多く採用されるようになった結果，トンネル掘削スピードの改革をもたらした。

また，全断面TBM施工については，今後の施工ノウハウの蓄積が必要と思われる。

支保工の構造は，昔の木材を使ったものから，鋼製支保工，吹付けコンクリート・ロックボルトによるNATM工法へと変遷したが，これもこの30年間ほど大きな進展も無く，また今後もこれ以上の低コストな工法は考えにくい。

2. 現状分析

現状の一般的なトンネル施工は，発破，NATM，タイヤ工法が主体であり，状況は以下の通りである。

切羽での穿孔は，昔の乾式穿孔と格段に違って，湿式穿孔（水繰り）のお陰で，粉じんはほとんど発生しない。騒音もエア穿孔から油圧穿孔に変わり小さくなった。ずり積みに関しては，ホイールローダがずりをかき集めながらダンプトラックに積込むため，粉じんが発生し，更にエンジンの排気ガスも発生する。吹付けコンクリート工に関しては，原理上吹付けられるコンクリートと急結剤が壁面に衝突し飛散するため，粉じんが発生する。後方の坑道では，ダンプトラックが排気ガスを排出している。

当初NATM工法が導入されたときは，色々な面で研究がなされ，跳ね返りの少ないコンクリート配合，吹付け方法等が研究されたが，その後あまり改善されていない。

現状のトンネル施工の問題点を列挙すると下記の項目が挙げられる。

- 劣悪な作業環境
- 生産性の停滞
- 自然環境の破壊

ここでは作業環境，特に粉じんに焦点を当てて考察する。

3. トンネルの未来

現状の環境を改善するために，未来のあるべき姿を検証すると，トンネルの各工種，機械は，**表—1**，**表—2**のように変遷すべきである。

（1） 近未来

平成12年12月に，旧厚生省から「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」が発表され，切羽付近の粉じん濃度が3 mg/m^{3}以下と明文化され，その対策が指導された。

このような状況の中，現在各関係者は目標達成のために努力しているが，3 mg/m^{3}以下が達成されたとしても，粉じん対策が完全とは言えず，そこで働く人には防塵マスクは欠かせない。

表—1 トンネル工法の変遷

工種	近未来	未来
掘削	発破	
	機械掘削	
	TBM・シールド工法	
ずり処理	レール工法	
	タイヤ工法	
	ベルトコンベヤ工法	
	流体輸送	
支保工	吹付け、ロックボルト	
	ライナー（セグメント）	
覆工	セントル	
	スライディングフォーム	

表—2 トンネル用機械の変遷

機械	近未来	未来
重機全般	空気清浄機付きキャビンの採用	遠隔制御 自動制御

粉じん対策には大きく4つの方法がある。

- 発生粉じんの防止または低減
- 発生粉じんの封じ込め
- 発生粉じんの希釈
- その他（作業者の隔離，保護具の使用）

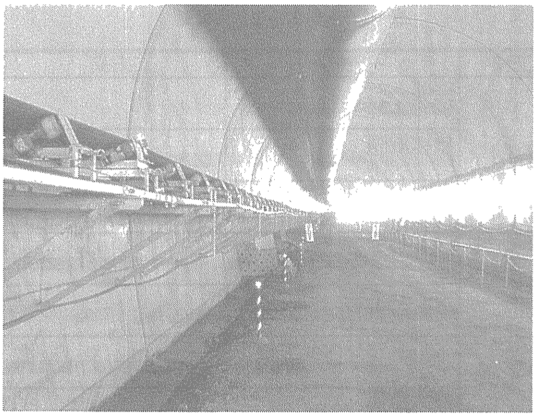
これらについて，必要とされる技術，機能を検証する。

（a） 発生粉じんの低減

発生粉じんの低減に関して，工種毎に求められる技術は**表—3**のようにまとめられる。

表—3 粉じん低減技術(1)

工種	改善案
掘削	粉じん防止削孔技術（水，泡穿孔等）
	自由断面掘削機の改良（散水設備の充実）
	TBM工法の適用範囲の拡大
ずり処理	ずり積み機，ダンプトラックの排出ガス，カーボン，PM対策
	連続ベルトコンベヤ等の採用
支保工	発生粉じんの少ない吹付け機の開発（エアレス吹付け機等）
	粉じん抑制剤の添加
	圧着コンクリート覆工技術



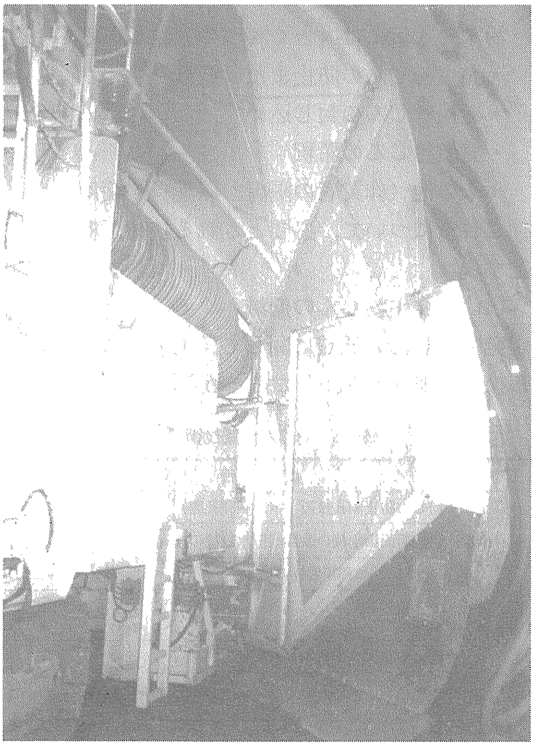
写真―1 連続ベルトコンベヤ[1)]

（b） 発生粉じんの封じ込め

発生粉じんの封じ込めには下記のような方法が考えられる。

・自由断面掘削機や吹付けロボットにダストシールドを設け，カッティング等で発生した粉じんを封じ込めたうえ，集塵機で除じんする。

・切羽の後方にカーテンを設置し，坑口側への粉じん飛散を防止する。



写真―2 掘削機械に付属のダストシールド[2)]

（c） 発生粉じんの希釈

換気量の増大により粉じんを希釈する。また最近，大型の集塵機も開発され，使い方次第では効果的な方法であるが，発破を行う切羽に対してはいまだ有効な使い方が出来ず，システムとしての開発が望まれる。

表―4 粉じん低減技術(2)

工　種	改　善　案
換気設備	換気ファンの大風量化 集塵機による切羽換気システム

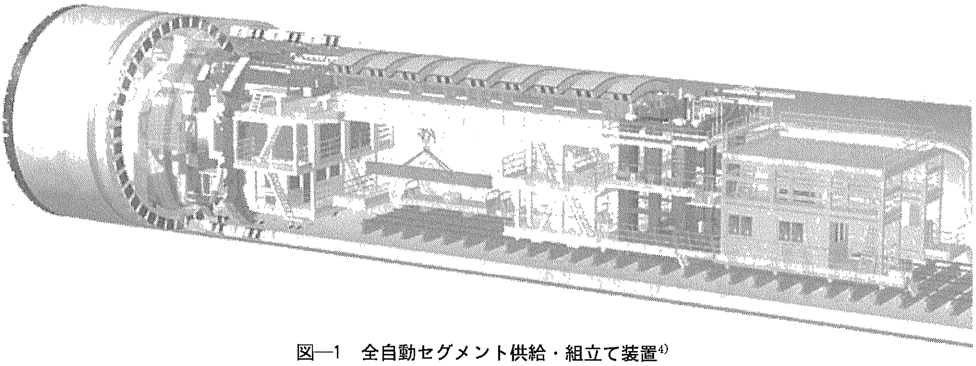
（d） その他（作業者の隔離）

現状のトンネル施工は，装薬や鋼製支保工の組立て以外，ほとんどが機械化されている。これらの機械のオペレータは，ほとんど剥き出しの環境下で操作を行っている。各機械にオペレータキャビンを設け，清浄化された空気を多少加圧した状態に保ち，粉じんの侵入を防止することにより，オペレータは非常に良好な環境での作業が可能になる。

写真―3 ジャンボのオペレータキャビン[3)]

（2） 未　来

未来のトンネル用建設機械は，生産性の向上と作業環境の向上が両立するものが求められている。したがって，遠隔制御あるいは自動化し，極力，人が切羽に立ち入り，労働することは止める省人化の方向にある。例えば，シールドやニュー

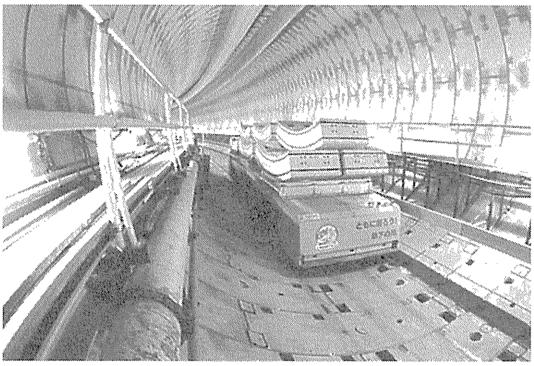


図―1 全自動セグメント供給・組立て装置[4)]

マチックケーソン工事のように，地上から遠隔制御により掘削する方法等が考えられる。

トンネル掘削機の一つであるTBMは外観上シールドマシンに近いものであり，また最近のシールドマシンは岩盤対応型が開発され，そもそもTBMとの区別は出来なくなりつつある。

技術革新の著しい最近のシールド工事は，今後のトンネル工事に大きなヒントを与えてくれる。掘進は自動運転に近い形で実施され，支保工であるセグメントは全自動で運搬・組立てし，発生土砂は流体輸送あるいはポンプ圧送されている。坑内は，通常の工場レベルの快適さである。



写真―4 タイヤ式無人搬送車[5)]

写真―5 セグメント自動組立てロボット[4)]

運転管理は，坑外の中央操作室で行われる方法もあり，坑内の作業員数を極力減らすことができる。

未来のトンネル工事は，やはりシールド工事に見習うべきであり，その中でコストを抑えた独自の設計，施工手法を見出す方向にあると考える。

4. おわりに

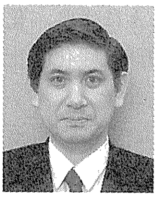
以上，たわい無いことを述べてしまったことをお詫び申し上げる。

現在のトンネル現場は生産性の面でも，環境面でも完璧な状態ではなく，多くの改善を必要とする。希望のある未来の国土建設のためにも，真剣に改善を目指すことが，トンネル技術者の使命であると考える。

《参考文献》

1) 連続ベルトコンベヤシステムパンフレット，タグチ工業
2) 硬岩トンネル自由断面掘削機(MM 130 R)性能確認試験報告書，(社)日本建設機械化協会，1997
3) Rocket Boomer L 3 Seriesパンフレット，Atlas Copco
4) 外郭放水路第2工区トンネル新設工事パンフレット，大成・間・戸田特定建設工事共同企業体
5) 外郭放水路第3工区トンネル新設工事パンフレット，鹿島・飛島・西松特定建設工事共同企業体

[筆者紹介]



内田 正孝（うちだ まさたか）
大成建設株式会社
土木本部
機械部
機械技術室
次長

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

家畜ふん尿のメタン発酵処理と消化ガス発電

小川 幸正・中川 悦光

有機性廃棄物の処理でメタン発酵法を採用することで有機物を処理しながらメタンを含む消化ガス（バイオガスとも言う）を回収し，エネルギーとして利用することができる。このエネルギーを発電，温水，蒸気，燃料として活用することで，化石燃料に由来する炭酸ガスなどの地球温暖化ガス削減に貢献できる。京都府八木町にある「八木バイオエコロジーセンター」は，家畜ふん尿やおからをメタン発酵処理し，処理過程で発生する消化ガスを燃料としたコージェネレーションシステムを採用している。本報文は，前記施設の紹介と運転実績の一部を報告する。

キーワード：メタン発酵，消化ガス発電，コージェネレーション，消化槽，逆潮流発電

1. はじめに

従来，家畜ふん尿は法の整備が遅れていたこともあり，悪臭，水質汚濁，衛生害虫の多量発生，地下水汚染などの環境問題を引起こしたことが多々あった。そのため，1999年11月に，「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が施行され，家畜排せつ物の適正な処理が求められるようになった。

家畜ふん尿処理は，これまで堆肥発酵方式等の好気性処理（酸素を必要とする微生物による有機物の処理方式）が主に用いられてきたが，近年，メタン発酵法（酸素を必要としない微生物による処理方式）による処理が注目を集めてきた。メタン発酵の特長は，処理を行うと共に，発生する消化ガスによりエネルギーを創出できる点にある。このエネルギーを回収，活用することにより，化石燃料からの炭酸ガス排出による地球温暖化防止に寄与することが可能となる。

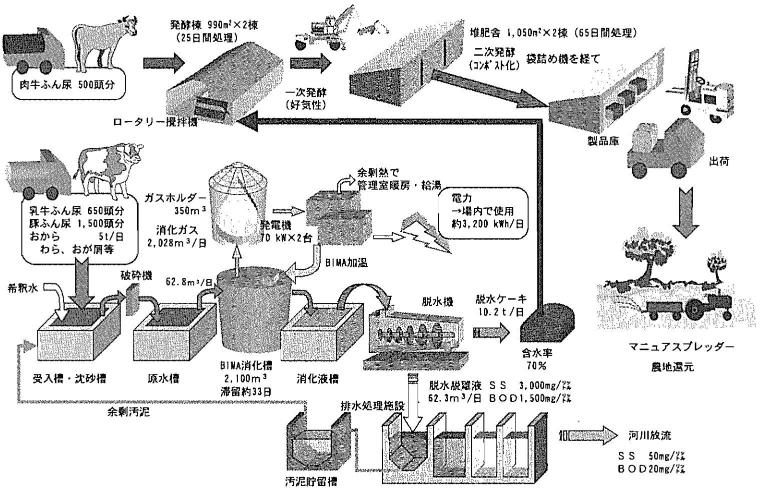
このような施設が，今回事例として報告する「八木バイオエコロジーセンター」（以降，センターと略す）である。本報文では，本センターのメタン発酵処理と消化ガス発電を中心に運転実績を含めて報告する。

2. 施設の概要

（1）全体の概要

本センターは，京都府船井郡八木町にあり，1998年4月より試運転調整を開始し，同年7月より本格稼働している。本センターはメタン発酵法による「メタン発酵施設」と堆肥製造のための「堆肥化施設」に大別される。メタン発酵施設では，乳牛や豚のふん尿とおからを，メタン発酵法により処理し，処理の過程で発生する消化ガスを使って発電を行う。

一方，堆肥化施設ではメタン発酵施設で処理した後の脱水ケーキ（脱水汚泥のこと）と，肉牛500頭のふん尿から堆肥を製造する。従来のふん尿処理では，機械動力として電気を消費するのみであったが，本センターでは消化ガス発電で処理に必要な電気を自ら生産することが可能となった。システム全体の概要を図—1に示す。



図—1　八木バイオエコロジーセンターの全体フロー

（2）メタン発酵施設

メタン発酵施設では，表—1 のふん尿やおからを処理している。畜産農家が持込んだふん尿やおからは破砕，混合，撹拌されて，原水槽に貯留される。原水槽には，排水処理の余剰汚泥等も流入し，固形物濃度を10%以下にする。この液をメタン発酵槽（消化槽）に投入し，約33日間滞留させ，液温を35°C程度に保ちながらメタン発酵処理を行う。ここで，ふん尿やおからの有機物は微生物によって分解され，メタンを約60%含む消化ガスが1日に約2,000 m^{3}発生する。

本センターのメタン発酵槽は，無動力撹拌を特徴とする「BIMA（Bio-Manahl）消化槽」を採用している。メタン発酵処理液は脱水機で脱水し，脱水ケーキと脱離液に分離する。脱水ケーキは堆肥化施設へホイルローダで運ばれる。また，脱離液は排水処理設備で浄化され，近くの河川へ放流される。メタン発酵施設の主要設備を写真—1 に示す。

表—1 「メタン施設」の設計条件

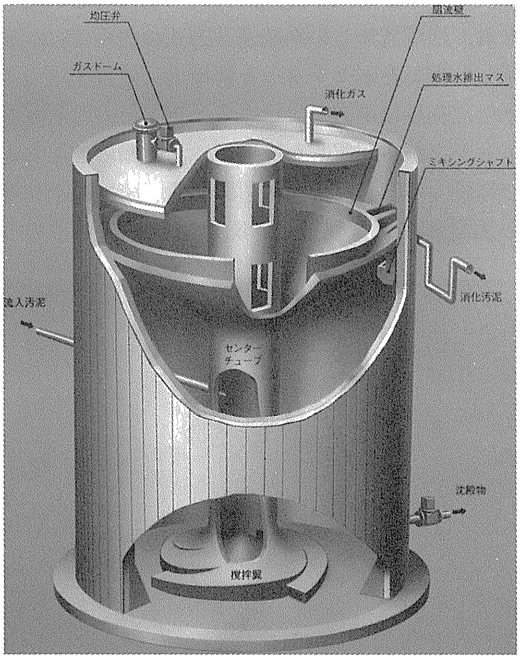
項　目	数　値
乳牛ふん尿 豚ふん尿 おから 余剰汚泥，希釈水等	32.5 t/日（650 頭） 8.1 t/日（1,500 頭） 5.0 t/日 17.2 t/日
日最大処理量	62.8 t/日
原水濃度（＝TS* 濃度） 原水中の有機物比率	約 10 % 82%

*：TS とは，Total Solids（＝蒸発残留物）の略である。

写真—1　メタン施設写真（右：消化槽，左：ガスホルダ）

（2）BIMA 消化槽の概要

本センターで採用した「BIMA 消化槽」は，ヨーロッパをはじめ世界で 70 箇所以上の実績があり，ユニークな内部構造を持つメタン発酵槽で



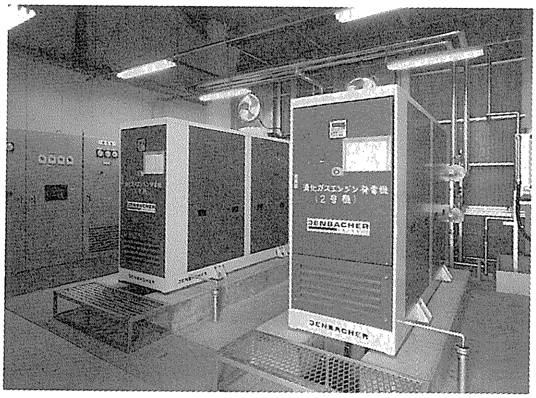
図—2　BIMA 消化槽の構造

ある。BIMA 消化槽は，発生する消化ガスの圧力を利用して撹拌を行う「無動力撹拌」が可能で，家畜ふん尿や食品工場残さ等の高濃度有機性廃棄物の処理に適している。消化槽の構造は図―2のように，メタン発酵が主に行われる主発酵部，新しいふん尿等を受入れるセンターチューブ，消化ガスの圧力で押上げられた液が入る上部室の3つに分かれている。また，水槽内のガス圧力を調整する均圧弁が水槽屋上に設置されている。水槽内部に撹拌装置等がないため，メンテナンスが容易で，比較的高濃度の有機物を直接処理できる点に特徴がある。

(3) 消化ガス発電システム

BIMA 消化槽から発生した消化ガスは一時ガスホルダに蓄えられ，乾式の脱硫塔にてガス中の硫化水素を除去した後，ガスエンジン式発電機（70 kW×2 台）に投入する。写真―2は，発電機および排ガス熱交換器等の補機を収納した2台のパッケージの写真である。

建設当初，本システムは発電した電気を施設内でのみ使用し，外部の商用配電線へ流さない逆潮流無しの系統連系方式であったが，最近になって単独運転検出装置（安定装置）が実用化されたため，2001年3月末に逆潮流方式に切替えられた。なお，逆潮流無しの系統連系方式の発電では，発電した電気を本センターと隣接地に建設予定の下水処理施設に電力を供給する予定であった。ガスエンジンから回収した廃熱は，消化槽の加温および施設内の給湯，暖房に利用する。BIMA 消化槽の加温に必要な熱量は，廃熱回収した熱量のうち，冬期で50%，夏期で25%程度である。

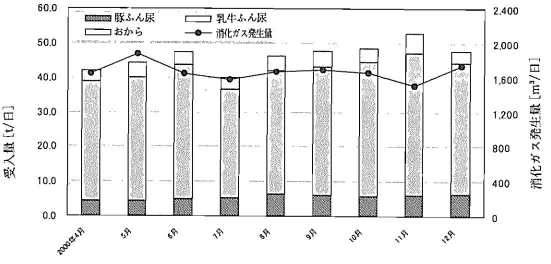


写真―2　消化ガス発電のパッケージ外観

3. 運転実績

(1) BIMA 消化槽の処理量とガス発生量

1998年4月末より10 t/日弱でふん尿の受入れをスタートさせ，順次 BIMA 消化槽への投入量を増加した。2000年4月以降のメタン発酵施設での家畜ふん尿やおからの受入れ量とその種類を図―3に示すが，受入れ量は日曜日（受入れなし）を含めての平均値で40～50 t/日程度と設計値に近く，乳牛のふん尿量の割合が高い。

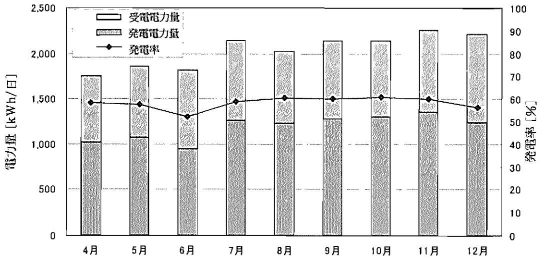


図―3　受入れ量と消化ガス発生量（2000年4～12月）

BIMA 消化槽へは，ふん尿やおから以外に排水処理設備の余剰汚泥等を含めて，ほぼ設計値と同じ63 t/日程度が投入されている。また，図―3に消化ガス発生量を示しているが，1,600～1,800 m³/日となっており，この消化ガス発生量は本センターの使用電力量（80～100 kW 程度）を発電するのに必要なガス量を満たしている。消化ガスのガス成分は比較的安定しており，メタン濃度が55～60%程度である。

(2) 消化ガス発電量と使用電力量

図―4は，逆潮流無しで系統連系運転をしていた2000年4月から同年12月における発電量，受



図―4　消化ガス発電と発電比率（2000年4～12月）

表—2 逆潮流開始後の電力需給状況

年/月	消化ガス発電			商用電力	センター使用電力量	消化ガス発生量	
	発電量	場内使用量	売電量	受電量			
	kWh/月	%	%	kWh/月	kWh/月	m³/月	m³/日
2001/5	61,800	81	19	11,457	61,690	45,125	1,504
/6	59,460	79	21	11,038	58,034	46,803	1,560

電量，発電比率を示している。この期間における発電電力量は平均1,190 kWh/日であり，これに対して買電電力量は平均848 kWh/日であった。したがって，施設内で使用した総電力量の内，約60%を自家発電で賄ったことになる。消化ガスの発生量からみると，本センター内の使用電力を賄える発電能力はあるが，本施設では2001年3月までは，逆潮流を起こさないように常時一定の電力を購入しており，使用電力全体の60%程度の発電率になっている。

逆潮流を開始した2001年3月以降は，5月～6月の実績を表—2に示したが，発電量の約20%を売電している結果となった。

4. まとめと今後の展望

① 本センターの実績から，家畜ふん尿やおからのメタン発酵処理と消化ガス発電は，ほぼ計画通りに実施できていることがわかった。

② 家畜ふん尿，食品工場残渣，生ごみ等は，水分が高くメタン発酵には適しており，今後メタン発酵処理の普及促進が期待される。

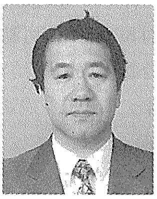
③ 消化ガスは再生可能エネルギーであるから，発電による電気や廃熱を有効に利用することで，化石燃料由来のCO_2排出抑制が図られることになる[1]。

J C M A

《参考文献》

1) 小川幸正，他：畜産ふん尿処理における消化ガス発電と地球温暖化抑制の効果，クリーンエネルギー '00，Vol.9，No.6，40-44，日本工業出版（2000）

[筆者紹介]



小川 幸正（おがわ ゆきまさ）
株式会社大林組
資源エネルギーエンジニアリング部

中川 悦光（なかがわ よしてる）
京都府
八木町
農林課

建設機械用語集
【建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典】

● 建設機械関係基本用語約2000語（和・英）を集録。
● 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 約200頁 定価2,100円（消費税込）：送料600円
会員1,890円（ 〃 ）： 〃

社団法人 日本建設機械化協会
東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

動く建築構造物

油川 真広・石川 善弘

本年日韓共同で開催されるワールドカップの開催会場となる建物では，機能や快適性を向上し稼働率を向上させるため「動く建築構造物」が種々建設されている。ここでは，世界初の札幌ドームの「エア浮上＋車輪駆動方式」により重量のほとんどを空気圧で支持し，車輪で駆動する重量約8,300 tの可動サッカーフィールド「ボヴァリングステージ」と，大分スポーツ公園総合競技場のワイヤトラクション方式により1,300 t×2枚の可動屋根が球形の固定屋根に沿って「眼」のように開閉する「球面上を昇降する開閉屋根」についてその概要を説明する。

キーワード：ドーム，可動サッカーフィールド，エア浮上，開閉屋根，ワイヤトラクション

1. 札幌ドーム「ホヴァリングステージ」

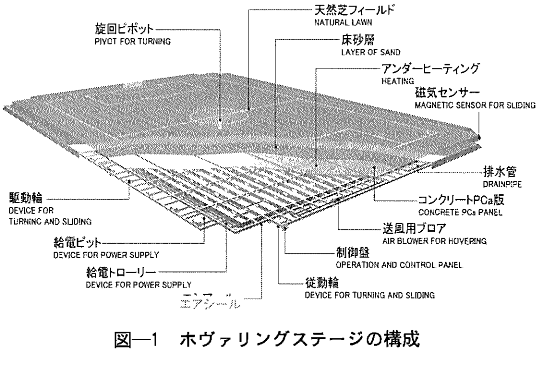
（1） ホヴァリングステージの概要

1997年2月に札幌市が実施した「札幌ドーム（仮称）設計・技術提案競技」において，原広司グループ（原広司，アトリエファイ，アトリエブンク，竹中工務店，大成建設，シャールボビィスインク）が最優秀案に選出された。この札幌ドームは卵型屋根のドーム（屋内アリーナ）と屋外アリーナが一体となったデュアルアリーナ及び天然芝サッカーフィールド可動システム「ホヴァリングステージ」が大きな特徴である（**写真—1**参照）。ホヴァリングステージは微少な空気圧（約900 mmAq，大気圧の約9%）でステージ全体をわずかに（約75 mm）浮上させ，ステージ外周に配置した車輪を駆動させて移動する「エア浮上＋車輪駆動方式」の世界で初めての方式である。

（a） ホヴァリングステージの特徴（**図—1**参照）

① 天然芝フィールドは重量分布がほぼ均一なため，その重量を空気圧で直接支持すること

写真—1 札幌ドーム全景



図—1 ホヴァリングステージの構成

で，全重量を車輪で支持する方式に比べて構造部材・駆動装置を小さくできる。

② 重量のほとんどを空気圧で支持し，車輪には駆動力に必要な重量のみを負担させるため鋼製レールが不要となり，建築計画上，運営上の制約を極めて小さくすることができる。また車輪を旋回ピボットに対し直角方向に回転することにより旋回も可能となる。

③ ステージ使用時は，鉄骨大梁を直接コンクリートに設置させてステージを支持するため，サッカー競技に必要な床剛性を確保できる。

④ 装置類はステージ外周に配置され，機器点数も少なく，保守・点検が容易である。

（b） ステージの仕様

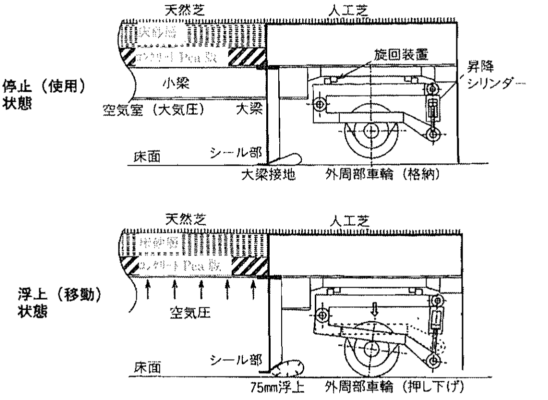
- 平面寸法：約 85×120 m
- 移動重量：約 8,300 t

（c） 移動（直進走行及び定位置旋回）

- 直進走行：走行距離約 190 m，速度 4 m/min
- 旋　　回：ドーム内及び屋外定位置旋回（90°）

（d） 操作・制御の概要（図—2 参照）

- ステージ使用時は車輪を構造体内部に引上げておき，床面に設置している大梁で支える。
- ステージ下面に内圧をかけた後，油圧機構で車輪を 75 mm 押下げステージを浮上させる。その際ステージ下部の内圧は自重より若干高めに設定し，ステージを上に凸状に変形させている。この変形による体積増を，可動席レール溝等を通過する時の漏気に対するバッファ効果として働かせ，制御の時間遅れに対応している。このとき全重量の 90％以上が空気圧で支持され，その残りを駆動力を伝達する面圧として車輪が負担している。
- 浮上空気圧は外周に設置した 8 台のブロアで発生させ，可変ダンパーにより送風量を制御する。可変ダンパの制御はステージの変位及び圧力データに基づき行っている。
- 直進走向時は，走行路面に埋込んだ磁性体とのずれを磁気センサで検知し，左右の駆動輪の回転速度を制御することにより直進性を確保する。旋回時は，旋回中心にピボットピンを差込み，車輪の角度を変えて，ピボットピンを中心に回転する。



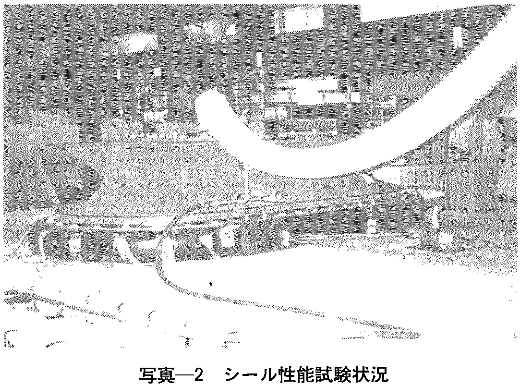
図—2　浮上，移動のしくみ

（2） 技術開発，実証試験の概要

世界で初めての移動システムであるホヴァリングステージの実現には数多くの解析的検証及び実験での確認を行う必要があった。以下にその概要を示す。

（a） 要素実験

空気室と外部を仕切るシール構造は，路面の凹凸に対する追従性を考慮しバグタイプとした。シール材料について 6 種類の材料を選定し，摩耗特性，耐寒性，耐薬品性，接着性，密着性試験を行い，シール本体には加工性に優れたクロロプレンゴムを，摺動面には摩擦係数が小さく摩耗特性に優れた PTFE を用い，シール本体に加硫接着している。選定したシール構造・材料を用いて**写真—2** に示す 1/2 モデルでの試験を行い，シールからの空気漏洩量，シール摩擦力の確認を行った。また，車輪についても実大車輪を用いてグ



写真—2　シール性能試験状況

リップ係数，転がり抵抗等の試験を行った。

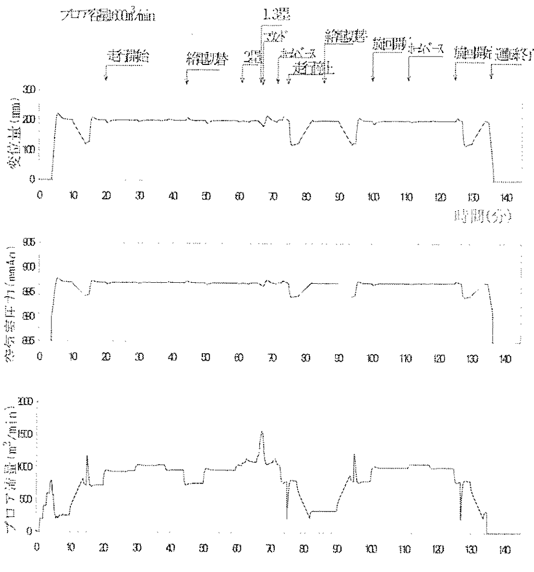
（b）　シミュレーション解析

①　走行シミュレーション解析

路面状態（乾燥，湿潤）による摩擦係数の違いや，横風，偏荷重，シール抵抗アンバランス等の外乱に対し，左右駆動輪の速度差制御により，横ずれが許容範囲内（±10 cm）に納まり直進制御が可能であることを確認している。

②　空圧制御シミュレーション解析

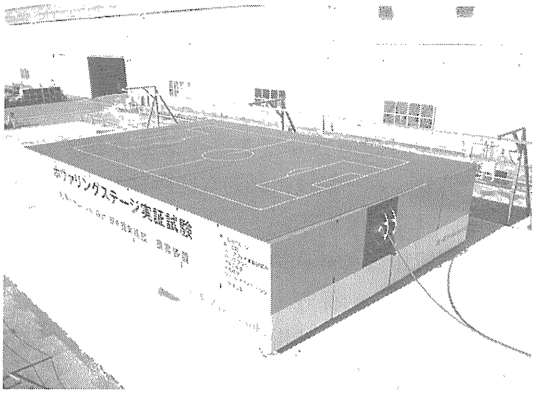
サッカーから野球への全工程において，シール部からの空気漏洩量はレール溝，排水溝，各塁ベース通過時等の外乱により変動する。この時浮上しているステージの梁がフィールドに接触することがないことを，排気ダンパーの開閉の時間遅れを考慮したシミュレーション解析により確認した（図—3 参照）。ブロア容量 1,600 m³/min の場合は想定される外乱に対して十分制御可能であることがわかる。さらに，ブロアが 1 台故障し，1,400 m³/min の能力になった場合も制御可能であることを確認している。



図—3　運転モードでの空圧制御シミュレーション結果

（c）　実証試験

単位面積当たりの重量と内部空気圧を実機にあわせた試験機を製作し，シール性能（漏気量，摩擦係数），空圧制御特性，直進走行制御特性の検証を行うと共にシミュレーション解析の妥当性の確認を行った。試験機は平面の大きさが 9.2×13.6 m（実機の約 1/10），総重量約 100 t のカットモデルであり，車輪・シールは原寸のものを使用している。この結果，実証試験機（写真—3 参照）は極めて安定した挙動を示し，滑らかに走行することが確認された。



写真—3　実証試験機試験状況

（3）　ホヴァリングステージの機器構成

（a）　機器全体配置

図—1 に示したようにホヴァリングステージの構成機器としては駆動輪，従動輪，シール，空気室加圧ブロア，シール内加圧ブロア，油圧装置，回転ピボット，排気ダンパなどがあり，回転走行用のピボット受けを除いてすべてステージ外周に配置されている。

（b）　駆動装置

車輪はウレタン車輪でウレタン厚 35 mm，車輪径 φ650×450，車輪面圧は平均 82 kgf/cm² となっている。また，旋回にあわせた角度調整が可能であり，各車輪には走行時に 75 mm 押下げるための油圧シリンダが装備されている。駆動輪はステージ長辺に 26 輪配置され（写真—4 参照），駆動モータ容量は 3.7 kW である。従動輪はステージ短辺に 8 輪設置されている。

（c）　空圧装置

空気室加圧用ブロア 8 台，シール加圧用ブロア 2 台が設置されている。空気圧加圧用はモータ容量 55 kW で，圧力 1,050 mmAq，風量 200 m³/min である（写真—5 参照）。

（d）　給電装置

直進走向時のステージへの給電は，は路面内に設置された集電子からステージ片側長辺方向に設

写真―4　駆動車輪

写真―5　空気室加圧用ブロア

置された給電トロリに，また旋回走行時の給電は旋回用ピポット及びピポット受けに設置された集電子により行う。

（4）　まとめ

総重量8,300 t に及ぶ天然芝サッカーフィールドを空気圧で浮上させ屋内外を移動するホヴァリングステージは，世界初の動くサッカー場である。札幌ドームは竣工後サッカー，野球，イベント等多目的に利用されており，ホヴァリングステージの可動転換はトラブルもなく行われている。2002年ワールドカップで大きな注目を浴び，日本の技術力を広く世界にアピールすることができると確信している。

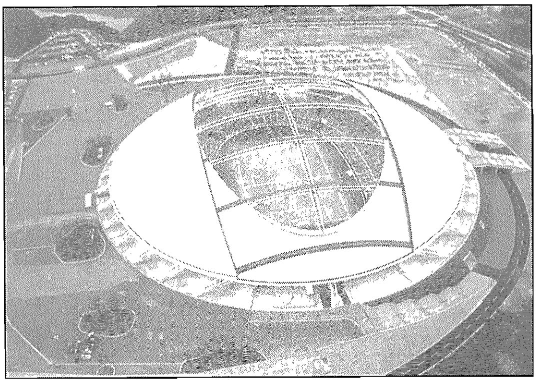
なお，ホヴァリングステージの開発は竹中工務店，大成建設，川崎重工業3社が共同開発契約を締結して行っており，特許を共同で3件出願している。

2.　大分スポーツ公園総合競技場（愛称「ビッグアイ」）
―球面上を昇降する開閉屋根―

（1）　ビッグアイの概要

ビッグアイは大分スポーツ公園（面積255 ha）の中心施設として，1995年3月に実施された「大分スポーツ公園総合競技場提案競技」において，KTグループ（黒川紀章建築都市設計事務所，竹中工務店，さとうベネック，高山總合）が最優秀案に選出された。

このビッグアイはワールドクラスのサッカー，総合競技（第1種公認陸上競技場）が開催できる収容人員43,000人の大規模競技場である。競技場本体は球体の一部を切り出した形態で，上部に大きく開いた楕円の開口部は，芝生への日照を最大限確保することを考慮し，この幾何学的造形は可動屋根が開いている時も，閉じている時も変わらず，一体感のあるシルエットをかもし出している（写真―6参照）。



写真―6　ビッグアイ全景

（a）　開閉屋根の特徴

単層で球体に沿って移動する世界初の開閉方式の屋根は，常に勾配に起因する重力が作用するため水平面上を移動する従来の安定した開閉方式とは異なり，

① 可動屋根はライズの低い半月状球シェルとなり走行台車，レール（走行路）等に大きな水平力が作用する。

② レール勾配が常に変化し，開閉駆動力（牽引力）が大きく変動する。

③ レールスパンが約40 mと大きく，走行路

の剛性が低く，走行レール個々の変形が大きい。

などの課題があり，実現に向けて多種多様な解析的検討及び実験での検証，確認を行い，可動屋根と走行台車との間に滑り支承，ばね機構，ダンパを設けた減衰機構付き走行台車の開発を行った。

（2） 開閉屋根

（a） 屋根の構造概要

競技場の屋根は，直径 408 m の球体の一部を切出した球面状の 2 層構造で，上層は高透光性膜材を用いた半月状の屋根 2 枚で，鋼管による一辺 10 m の三角形格子で構成された可動屋根，下層は直径 600 mm の鋼管で構成された剣道の防具面のような立体アーチ架構と一辺 10 m の三角形格子鉄骨を組合わせた固定屋根で成り立っている。

屋根の開閉は，直径 274 m で最高高さ 53.8 m のドーム上の固定屋根中央部に設けた 130 m×210 m の楕円の開口部上を，2 枚の半月状の可動屋根が移動するワイヤトラクション方式である（図―4 参照）。

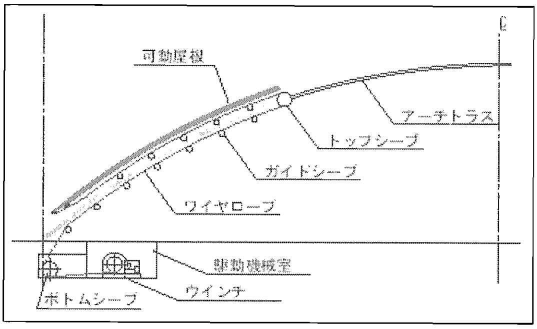
（b） 駆動装置（図―5 参照）

可動屋根は固定屋根に配置した 7 列のレールに沿って移動し，その内の中央 5 列に駆動装置としてワイヤロープ，ウインチなどを配置している。ワイヤロープは 1 列に 2 本配置し，これを可動屋根の下端に固定し，1 台のウインチで巻取る。屋根の傾斜角が変化するため，開停止近傍でのワイヤロープ 2 本の張力の和は約 125 t となるが，閉停止近傍になると 50t 程度まで減少する。ワイヤロープの長期荷重に対する安全率は，諸法令，規格を考慮したうえで 5.5 以上としている。

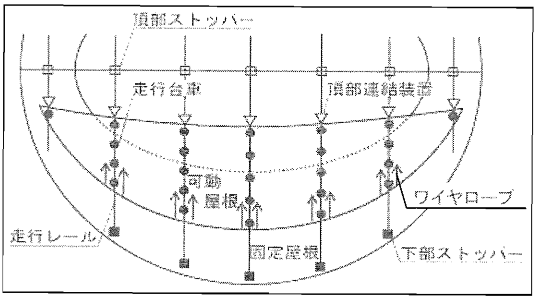
駆動システムの耐震設計として，開閉中および閉停止時に地震が発生した場合，レール方向の振動に対してはワイヤロープの張力で抵抗させる。この時のロープの安全率はレベル 2 の地震時（震度 6 強程度）で 3.3 以上を確保している。

・開閉駆動仕様

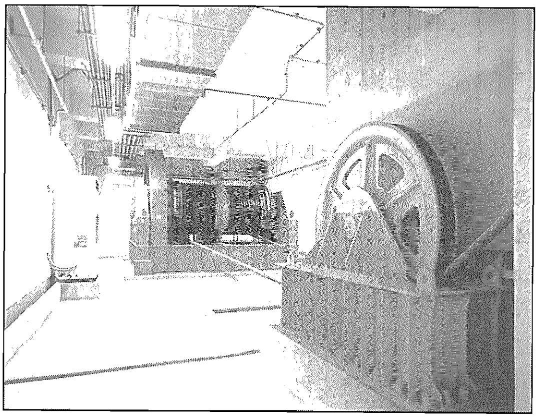
開閉頻度	75 回/年
開閉モード	全開・全閉の 2 パターン
開閉屋根重量	1,300 t×2 枚
開閉時間	25 分
開閉速度	3.2 m/min
走行路	7 列
駆動列	5 列
走行台車	25 台×2
ワイヤロープ	IWRC×6 WS(41)B 種 75φ
ウインチ能力	(198 t×3.2 m/min×5 台)×2
電動機	(110 kW×5 台)×2



図―4 開閉駆動方式



図―5 駆動装置の配置図



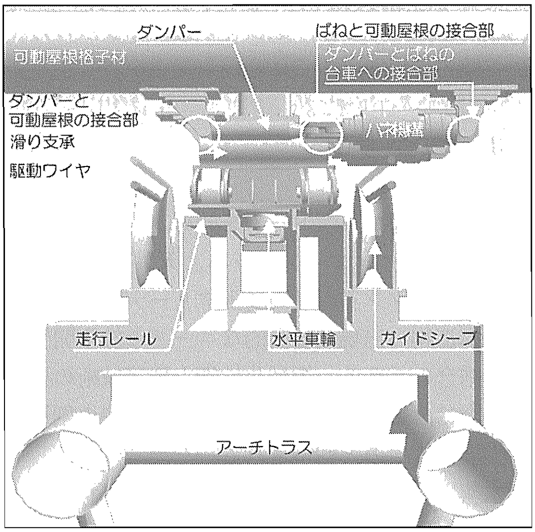
写真―7 ウインチ

（c） 走行装置

走行装置はレール，走行台車，ばね機構，ダンパ，滑り支承で構成されている。レール直交方向

の支持部分には，可動屋根から発生する水平力を低減するためにばね機構と滑り支承を設置している。ばね機構は正負共有効な機構で，ばね定数は10 t/cm，5 t/cm である。また，ばね機構のみでは地震時の応答が過大になるので減衰機構として油圧ダンパを併用し安全性を高めている。

走行台車は台車フレーム，鉛直車輪，水平車輪，浮上がり防止ブラケット，ダブルヒンジで構成されている。ダブルヒンジは可動屋根の極小的な変形，レールの不整（水平，鉛直，スパン）に対して車輪に均等に荷重がかかるように考慮したものである。走行装置を**図—6**，**写真—8** に示す。



図—6　走行装置

写真—8　走行装置

ばね機構の水平低減効果を，レール直交方向の支持条件を固定した場合とばね支持とした場合の比較を示す。ばね機構を用いることによって全水平力は半分に，開閉に伴う水平力の変動量は30％に減少しており，反力低減効果が大きいことが分かる（**表—1**，**表—2** 参照）。

表—1　走行台車に作用する全水平力の比較（t）

荷重状態		固定支持（A）	ばね支持（B）	比率（B/A）
長　期	開状態	570.2	295.4	0.518
	閉状態	616.0	303.3	0.492
温度差	開状態	866.0	396.2	0.458
	閉状態	574.6	250.2	0.435
レベル2	開状態	897.6	578.2	0.644
	閉状態	1313.7	546.8	0.416

表—2　開閉に伴う水平力変動の比較（t）

荷重状態	固定支持（A）	ばね支持（B）	比率（B/A）
長　期	20.7	6.3	0.304

①　ダンパとばね機構の地震力負担割合

解析モデルは鉄骨架構の立体振動モデルとし，可動屋根とアーチ架構の間にばね要素と減衰要素を定義し，ダンパをパラメータとしてダンパとばね機構の負担割合を算出した（**表—3** 参照）。この際，ダンパは全走行台車25台のうち端部の2列2台を除く23台に設置し，表中，負担力は各々のばね，ダンパの最大応答値を単純に累加した可動屋根1枚の総和として求めた数値である。開状態，閉状態ともダンパの負担割合はほぼ同じとなっており，建築計画上の配慮とダンパの減衰力，ばね反力とも30 t 程度以下にするため，減衰係数50 t·sec/m を採用した。

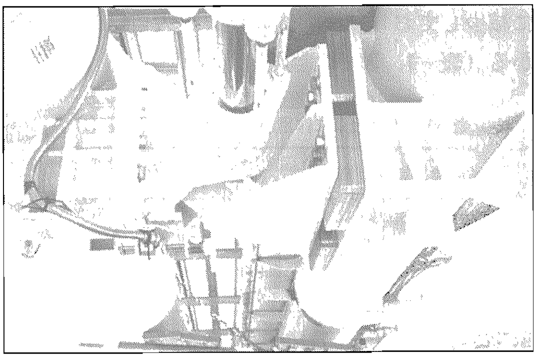
表—3　地震力の負担割合（可動屋根1枚当り）

減衰係数	状態	ダンパ	ばね機構
50.0（t·sec/m）	開	181.3（26.3％）	508.1（73.7％）
	閉	143.3（27.0％）	388.0（73.0％）
100.0（t·sec/m）	開	292.3（42.4％）	397.4（57.6％）
	閉	237.3（41.7％）	332.1（58.3％）

また台車1台の負担割合は，開状態では各台車が比較的均等に水平力を負担しているが，閉状態では主に外周端の台車が水平力を負担する。これらの解析結果に基づいて外周端の台車には減衰力が大きい油圧ダンパ（減衰力30 t）を設置した。

（d）　固定装置

固定装置は頂部連結装置，頂部ストッパ，下部ストッパからなる。頂部連結装置は2枚の可動屋根を閉鎖端でピン結合させる装置で，レール7列に設置している（**写真—9** 参照）。



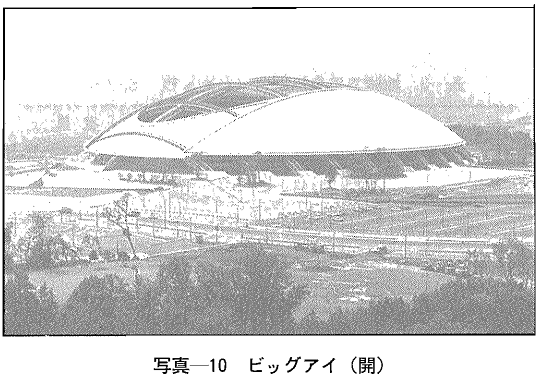
写真―9　頂部連結装置

頂部ストッパはオーバーラン防止のためのフェールセーフ的役割を持つだけである。

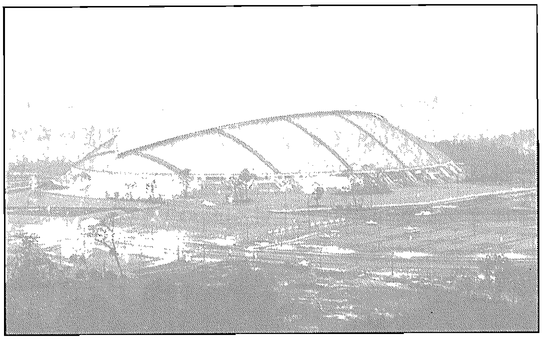
下部ストッパは可動屋根の開放位置での保持と，可動屋根と固定屋根との温度差による走行直交方向への動きを拘束しないよう滑り面を持った受台あり，駆動列の5列に設置している。

（3）まとめ

世界初の球面上を昇降する開閉屋根に，採用した滑り支承，ばね機構などを設けた新しい減衰機構付き走行台車は，走行安定性の向上は勿論，下部構造に作用する力の半減を達成し，駆動装置，可動屋根，固定屋根の合理的設計を通して全体の経済設計に大きく貢献した（写真―10，写真―11参照)。



写真―10　ビッグアイ（開）



写真―11　ビッグアイ（閉）

本開閉屋根を開発するに当たり，カヤバ工業，南星，東芝をはじめ，数多くの分野で多数の方々にご協力を頂き，ここに心から謝意を表します。

3．おわりに

空気圧利用の東京ドームを始め，開閉屋根の福岡ドーム，オーシャンドーム，天井可変の大阪ドーム，スタンド可動の埼玉アリーナなど，動く建築構造物の出現は社会的なニーズと技術開発の良き結合と言える。機械化技術と建築技術の更なる融合は，近未来，新しい動く建築構造の創造へと発展するものと期待される。

本報文が異分野の技術の融合に役立てれば幸いです。

[筆者紹介]
油川　真広（あぶらかわ　まさひろ）
株式会社竹中工務店
マーケティング本部
商品開発担当副部長

石川　善弘（いしかわ　よしひろ）
株式会社竹中工務店
ニューフロンティアエンジニアリング本部
技術開発課長

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

旋回可動式浮体橋の開閉設備

関戸 孝・土屋 昌義

平成13年3月，大阪港の北航路（夢洲～舞洲間）に完成した夢舞大橋は，日本で最初の本格的浮体橋であると同時に，世界的にも類を見ない規模の旋回可動橋である。

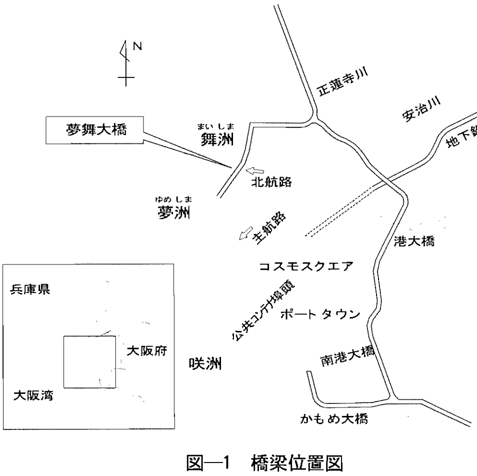
通常は小型船舶が航行するこの航路も，船舶事故等により大阪港主航路が航行不能となる場合には，大型船舶の航行可能な航路空間が必要である。この非常時に橋梁を移動して航路を開放するため，浮体橋の採用と合わせて開閉設備を設置し，開閉橋作業の円滑化を図った。この開閉設備には，巨大な土木構造物を動かすシステムとして前例のない程の複雑で繊細な機器動作が要求された。本報文では，橋梁形式の選定や開閉橋の手順，開閉設備の機器動作などを中心に夢舞大橋について紹介する。

キーワード：橋梁，浮体橋，可動橋，旋回橋，油圧シリンダ，中央制御

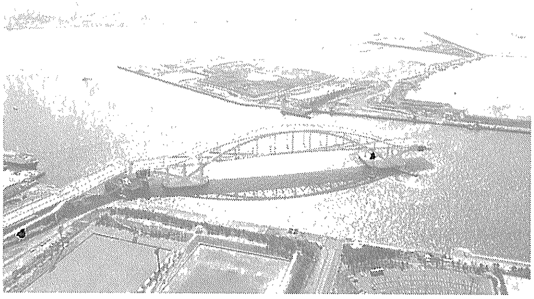
1. はじめに

平成13年3月，大阪市北港地区の夢洲（ゆめしま）～舞洲（まいしま）間航路（図―1参照）に夢舞大橋が完成した（写真―1参照）。

本大橋の形式は旋回可動式浮体橋であり，日本で最初の本格的な浮体橋であるとともに，旋回式可動橋としても世界に類を見ない規模を誇る。



図―1 橋梁位置図



写真―1 橋梁全景（開閉橋時）

本報文では夢舞大橋について橋梁形式の選定理由や開閉橋の方法・手順を中心に紹介する。

2. 橋梁の概要と開閉設備への要求事項

本大橋の架かる水路は大阪港の北航路として通常主に小型船舶が航行しており，主航路が船舶事故等により航行不能となった場合は，本航路が主航路の代替航路となる。このため非常時には大型船舶の航行可能な航路空間を確保できることが，橋梁形式選定上の必要条件となった。

通常の固定橋案やトンネル案も検討したが，アプローチ部が長くなり島内道路との連絡に支障をきたすため経済的にも不利であった。これに対し可動橋案は，大型船舶を通す必要の生じた非常時にのみ橋体を移動して航路開放するため，アプローチ部を短くでき経済的にも有利であった。

次に可動橋形式として昇開橋，浮体橋，旋回橋，引込橋の4形式案について検討した結果，以下の理由により旋回可動式浮体橋案を採用した。

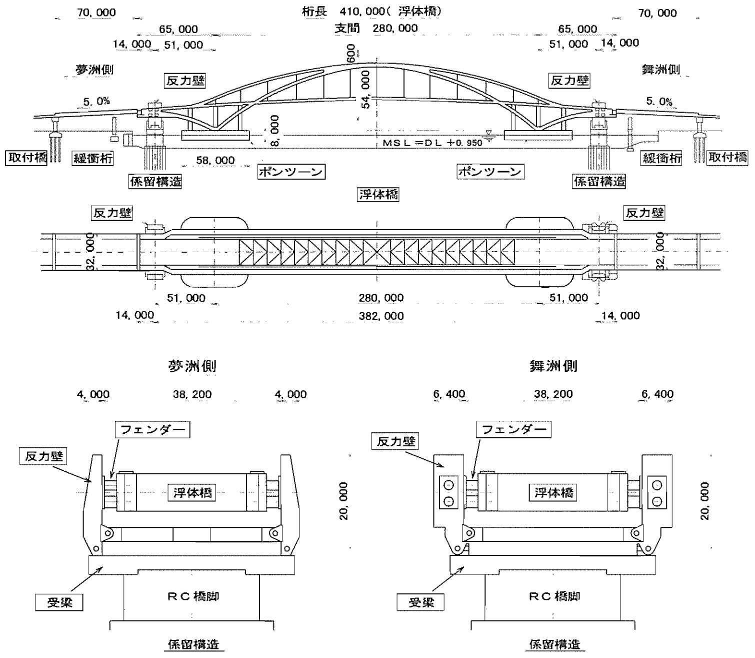
① 浮体橋の旋回をタグボートにより行うことで，駆動設備を極力小さくできる。

② 橋梁本体や駆動設備に対して，埋立てによる圧密沈下の影響が比較的小さい。

③ 現地での下部工事と平行して，ドック内で橋梁本体をほぼ完成状態まで組立て可能であり，大幅な工期短縮が図れる。

本大橋は，ダブルアーチ形式の浮体橋（橋長410 m＝65 m＋280 m＋65 m；鋼重26,000 t），その両側の緩衝桁（橋長70 m），及び夢洲・舞洲両陸上アプローチ部の取付橋で構成されている。

浮体橋は，280 m間隔で配置された2つのポンツーン（58 m×58 m×8 m）で浮力により鉛直支持され，浮体橋端部に配置した4基の反力壁でゴムフェンダを介して水平支持されている。



図—2 橋梁一般図

緩衝桁は，潮位変動（計画高潮位DL＋4.80 m〜低極潮位DL−0.52 m）によるエレベーション変化や風波（風速V_{10}＝42 m/s，波高$H_{1/3}$＝1.4 m）による動揺，活荷重による喫水変化で生じる浮体橋の変位に追随できるよう図られている。

この浮体橋を開閉橋するに当たっては，以下の基本事項を考慮した開閉設備の計画・設計が要求された。

① 所要時間120分程度で開橋（閉橋）できる。

② 風波による動揺や潮位変動に追従できる。

③ 圧密沈下による地盤変動に追従できる。

④ 供用時に浮体橋の特徴である緩やかな拘束を阻害しない。

⑤ 誤操作や不測事態による事故の防止を図り，信頼性の高いシステムとする。

⑥ 省人化と脱熟練化を図り，可能な限り自動化システムとする。

⑦ 経済性やメンテナンス性に配慮し，使用頻度に見合った合理的システムとする。

3. 開閉橋手順と機器動作

開閉設備の機器動作について開閉橋の作業手順に従って説明する。

① 浮体橋の水平拘束の強化：反力壁の内傾

浮体橋とのクリアランス（150 mm）分だけ反力壁を内側に倒し，浮体橋の水平拘束を強めて，以後の作業を容易にする目的の動作であり，反力壁倒立シリンダで行う。

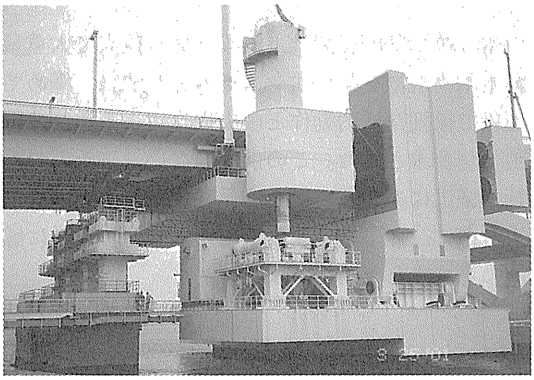
この事前準備として反力壁を直立固定している固定ピンと起立ストッパのうち，起立ストッパを抜く動作を行う（起立ストッパ脱着パワーシリンダを使用）。このとき反力壁は反力壁倒立シリンダで支持されている。

② 旋回時回転中心の形成：回転ピンの挿入

通常は浮体橋の舞洲側桁端

写真―2　反力壁：固定ピン脱着シリンダ

部に格納された回転ピンを降下させ，舞洲側係留構造側部に設置した軸受台車内に挿入し，浮体橋旋回時の回転中心を形成する動作である。回転ピンの降下は回転ピン挿入装置の油圧シリンダで行う。このシリンダの定格推力は 188 tf，ストロークは 7,100 mm である。回転ピンのはめ合いは水平 2 軸に移動可能な軸受台車の位置調整により確実に行うことが出来る。この動作を行う回転ピン軸受台車装置は，挿入された回転ピンをアキュムレータの油圧ばね機構により弾性支持することで，過大な力が作用することを防いでいる。


写真―3　回転ピン挿入装置と軸受け台車装置

③　緩衝桁と浮体橋の分離：緩衝桁支承の分離

緩衝桁水平固定支承の緩衝桁側上沓～浮体橋側下沓間のはめ合いを抜いて，緩衝桁と浮体橋を分離させる動作であり，次の緩衝桁ジャッキアップを確実にする目的がある。

通常は緩衝桁内に格納されている緩衝桁補助ジャッキアップ装置のジャッキを伸張させ，浮体橋桁端上のジャッキ受点である受皿で支持し，更に突上げて上沓を下沓から抜く。ジャッキには定格推力 138 tf，ストローク 800 mm の油圧シリンダを緩衝桁 1 基当たり 2 本使用している。

受皿を水平保持する修正ジャッキ装置は，油圧シリンダにより受皿位置を水平 2 軸に調整可能であり，補助ジャッキとのはめ合いを確実に行うことが出来る。

④　緩衝桁の上昇：緩衝桁のジャッキアップ

緩衝桁補助ジャッキアップ装置によって浮体橋と支承部で分離した緩衝桁を浮体橋と完全に縁を切り，浮体橋旋回時に干渉しない高さまで更にジャッキアップする動作である。

通常はジャッキアップ架構内に格納している緩衝桁主ジャッキアップ装置のジャッキを上昇させ，緩衝桁下面のジャッキ受座を突上げてジャッキアップする。定格推力 300 tf，ストローク 5,600 mm の油圧シリンダを緩衝桁 1 基当たり 2 本使用し，狭い架構内に格納するためテレスコープタイプを採用した。

ジャッキ受座を水平保持する受座スライド装置は，受座位置を橋軸方向に調整可能であり，ジャッキとのはめ合いを確実にすることが出来る。

なお，緩衝桁の荷重を緩衝桁補助ジャッキアップ装置から緩衝桁主ジャッキアップ装置に移載する時，緩衝桁の橋軸方向支持は取付橋側の緩衝桁端部に設置した緩衝桁位置決め装置によって保持している。

⑤　浮体橋の水平拘束の解除：反力壁の倒伏

反力壁（舞洲側で 1 基 487 tf）を反力壁倒立シリンダにより倒伏させて浮体橋の水平拘束を解除し，旋回を可能にする動作である。

荷重の大きい舞洲側反力壁には，定格推力 1,108 tf，ストローク 5,100 mm の油圧シリンダを反力壁 1 基当たり 2 本使用している。

写真―4　主ジャッキアップ装置

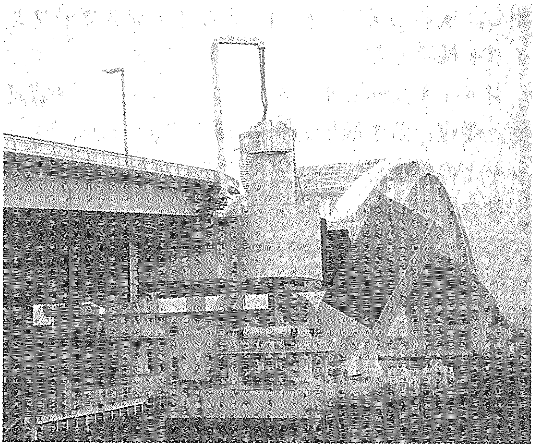
この事前作業として固定ピンを抜く作業を行い（固定ピン脱着装置を使用），反力壁の直立固定を完全に解放する。

反力壁を完全に倒伏した後は，受梁上の受点に荷重を預け，油圧シリンダの推力を解放する。

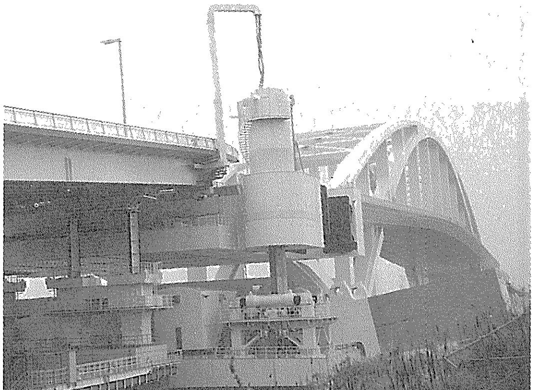
⑥　タグボートによる浮体橋の旋回開橋

浮体橋の旋回は3,000 PS級タグボート3隻による押引き操作により行い，完全に旋回開橋した後は舞洲側岸壁に係留する。このための仮係留設備も浮体構造で，事前に別の保管場所から海上移送され現地に仮設置される。

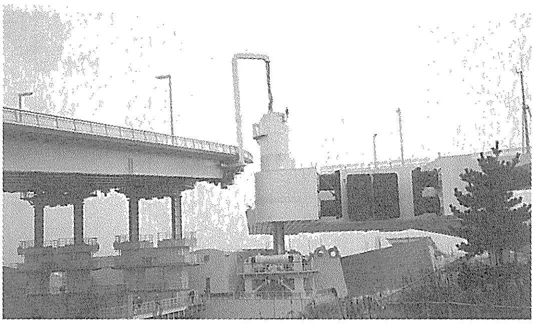
以上，道路および航路の安全確認作業を含め約110分を要して開橋作業を終える。この後，閉橋作業を開始するまでの間は航路を開放して大型船舶の航行が可能になる。



写真—5　反力壁倒伏動作の途中



写真—6　反力壁倒伏動作の完了



写真—7　浮体橋旋回開橋の完了

またこの間に，緩衝桁を支持している緩衝桁主ジャッキアップ装置を最下点まで降下させ，ジャッキアップ架構に荷重を預けて油圧シリンダの推力を解放する。開閉設備の駆動機能は全て，閉橋作業を開始するまで停止状態となる。

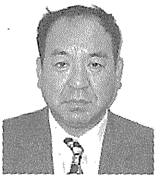
次の閉橋作業は，上記の開橋作業とほぼ逆の手順，機器動作で約120分を要して行う。

これらの開閉橋作業は全て中央操作室からの中央制御で行われ，信頼性の確保と省人化，脱熟練化が図られている。

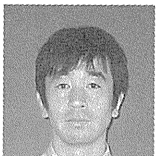
5. おわりに

本大橋の開閉設備は，橋梁という巨大で大重量の土木構造物を動かすシステムとしては，極めて複雑で繊細な機器動作と中央操作による運転の自動化が要求された。この前例のないシステムの設計，施工にあたっては，関係各位より多大の御協力を得て，無事完成することが出来た。ここに感謝の意を表したい。

［筆者紹介］



関戸　孝（せきど　たかし）
大阪市道路公社
工務部
設備課
係長



土屋　昌義（つちや　まさよし）
川崎重工業株式会社
鉄構ビジネスセンター
橋梁・水門技術部
主事

特集 21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

建設機械のデザインと安全性

宇井 邦夫

建設工事の安全性が叫ばれる一方で，相変わらずちょっとした不注意から事故が起こっている。注意に関する表示があるにもかかわらず，それを無視したか気付かなかったケースも多いのではないだろうか。不注意による事故を起こした作業者を責めることは簡単だが，もう一歩踏み込み，なぜ不注意に至ったかの要因とその背景にあるものを見つけ出し，根本的安全対策を試みる必要があると考える。

例えば騒音の大きい工事現場で，注意を呼びかける手段としてコーションプレート（注意銘板）は有効な手段である。しかし視覚情報やデザインという面から見て現状の建設機械の外観は視覚ノイズに溢れ，本当に必要な情報がそれらに埋没しかかっている。こうした状況で注意書きを見落さないためにはどうしたら良いだろうか。デザインという立場から真の安全な建設機械とはどういうものかを見つめなおし，考えてみた。

キーワード：安全性，デザイン，注意銘板，コーションプレート

1. はじめに

個人的なことであるが，私は通勤に地下鉄を利用している。ドア・ツー・ドアで片道約1時間の行程であるが，この間車内やプラットホームではいろいろな危険を知らせる表示や注意を呼びかけるアナウンスで満ち溢れている。「電車とホームの間が広いので，足元に注意してください」とか「ドアに手を挟まないよう…」「携帯電話をご遠慮ください」。毎日聞いているとノイズと同化して耳には聞こえていても意識しなくなってしまっている。「耳にタコが出来た」とはこういった状態をさすのではないだろうか。そして私の脳は「注意しろ！」といった反応をしなくなってしまっているのである。視覚に訴えるコーションも同じで，ドアに貼付けられた「蟹の挟みをモチーフにしたコーションプレート（注意銘板）」は何の緊張も覚えないし，単に煩わしい視覚ノイズとしか感じられない。

ホームと電車の隙間が危ないと気付いているなら，まずは危なくないようにすべきである。またドアに手が挟まる危険性があるなら，安全なドアを開発すべきである。そうした努力をすることが安全性への取組みであり，その後の視覚的な補助としてコーションプレートなどのサインがあるべきである。デザインという手法は，そのどちらにも関わり，力を発揮できるという点で責任の一端を担いでいると言える。

しかし，地下鉄など交通機関の定番化した表示やアナウンスを批評する前に，私たちが携わる建設機械も同じ問題を抱えていることを反省すべきではないだろうか。

ただでさえ危険がいっぱいの工事現場。そこで稼働する建設機械は何にも増して安全性が求められる。しかし，注意を促すコーションプレート（注意銘板）の数は増える一方で，真の安全設計がされていると言えるだろうか，はなはだ疑問であ

る。ともすれば設計者はコーションプレート貼って注意を表示することが安全設計と勘違いしがちであるが，逆にコーションプレートを何枚取外すことができたかが安全設計と認識すべきではないだろうか。解決すべき課題はどんなもので，どのような方法があるのだろうか。2, 3 の具体例で考えてみたい。

2. 油圧ショベルに見る安全のデザイン

今や日本国内の油圧ショベルは後方小旋回タイプが主流である。特に交通量の多い都市部や道路の狭い工事では，カウンタウエイトが大きく張出した従来型の油圧ショベルを見ることがほとんどなくなってしまった。そもそも後方小旋回機は危険の多い車両後部の安全性を高めるために開発された形式である（写真—1 参照）。そして数年の内に国内の油圧ショベルの形式のほとんどを後方小旋回タイプにしてしまうほどの変化が起きている。

しかし後方のカウンタウエイトが飛び出さず安全になったにも関わらず，相変わらず「後端旋回注意」のコーションプレートが貼りつけられており，デカデカと主張している。しかし現実にこのコーションプレートを緊張を覚えながら見ている関係者はどれだけいるだろうか。電車のドアにある蟹さんマークのコーションとは訳が違い手を挟まなくなったドアなのに「危ないです」と言っているようなものなのである。

写真—1 後端小旋回油圧ショベルの一例
コマツ PC 138 US

後端旋回注意のコーションプレートが貼られているカウンタウエイト後面には，お客様の屋号や管理標識や安全第一といった表示で一杯である。本当に重要な表示であれば，表示の周囲の一定範囲（アイソレーション）には別の表示を置いてはならないことを徹底すべきではなかろうか。さもないと必要な注意表示が安全に関係の無い表示の中で視覚的に埋没してしまう危険性が大きいのである。

正しくは，建機の安全性指標はコーションプレートの枚数や「注意」という表示の数の逆数なのである。コーションプレートが1枚もなくなった時，理想的な安全機械が出来たと言えるのではないだろうか。外観デザインについて，特にサイン計画において，こうしたコーションプレートを1枚でも減らし，スッキリと美しく，本当に必要な情報だけが眼に入ってくる状態にしなければならないと考えている。

本当に必要な情報がわかりやすく意識に働きかけること。さらに必要な情報が雑多な視覚ノイズに埋没しないようにすることが重要なのである。

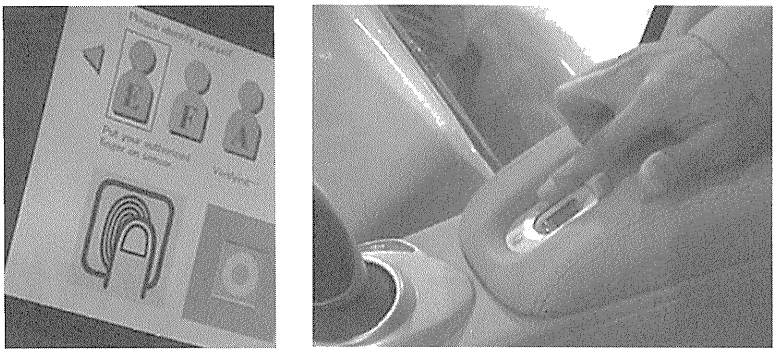
デザインにおいては，「機能の可視化」と呼ぶ手法であり，建設機械のような機能を前面に押出したデザインが必要な製品においては，重要な要素と言えよう。

3. 安全を形にしたスタイリングデザイン

安全をスタイリングデザインのテーマに取上げ，具体的な形に創りあげた事例を紹介しよう。

後方の安全性向上について，監視カメラによる

写真—2 近未来油圧ショベルコンセプトマシンの例



写真―3　オペレータ認証システムの提案（指紋照合により，登録されたオペレータのみが運転できる）

死角域の安全確認は技術的には今すぐにでも実施可能であり，既にオプション仕様で装着可能になっている機種もあるし，小型CCDカメラや液晶モニタなど簡単に手に入る時代である。しかし，こうしたパーツを買って来て取付けた補助的視界でなくオペレータが自分の眼で安全確認できるスタイリングが安全のデザインであると考える。**写真―2**は後方安全をスタイリングデザインに取入れたコンセプトマシンの例である。

エンジンの高性能化と作業機の軽量化により後方カウンタウエイトとエンジンフードを極端に小型化したスタイリングはオペレータのアイポイントから直接車体後端に立つ子供の姿を捉えることが出来るデザインとなっている。さらに近い将来には，後方領域に人間などが侵入した場合，バックできないようにインターロックが働く安全システムも可能になるだろう。

一方，運転室内にもコーションプレートは多い。本来ならコーションプレートがなくても安全に作業できるような機械の開発がメーカとしての姿勢だと考えている。

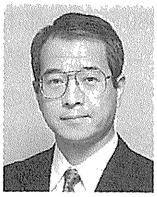
例えば建設機械の運転資格を持っている登録オペレータであることが識別でき（**写真―3**参照），その人たちだけが始動可能になるシステムがあれば，「取扱い説明書を読め」といった無資格者に対するコーションプレートは不要になるのではないだろうか。

4. おわりに

デザインの安全に対する役割は，これから益々重要になってくる。日頃なんとなく見過ごしている危険な場面やマンネリ化した注意表示を摘出し，具体的改善案を考え実施して行くといった地道な作業も大切である。また一方で最先端の研究成果を安全性向上というテーマに応用した次世代機械の提案をしていくことも重要な活動である。

デザインの活動範囲は開発の全域にまたがっていると言ってよく安全建機の達成にデザイナは積極的に挑戦して行かねばならない。

[筆者紹介]



宇井　邦夫（うい　くにお）
株式会社小松製作所
開発本部
デザインG
担当課長

特集　21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術

移動式クレーン技術の方向性

後藤　普司

最近の移動式クレーンは，シリーズの拡張から，性能機能の充実を狙いとする開発が中心になっている。建設業界の低迷により，経済性を追求するニーズが高く，作業性の向上，経費の削減へ向けた取組みが展開されている。

一方，全世界的に広がってきている環境・安全に対する規制への対応も進んできている。特に安全は，これまで事故に応じて開発された機能をadd on方式で積重ねた結果，複雑化するとともに，メーカ個別の開発による混乱もあり，これらをシンプル化と取扱い統一に向けた取組みも開始されている。

キーワード：クレーン，技術動向，クレーンアタッチメント，油圧トラッククレーン，クローラクレーン

1. はじめに

移動式クレーンは，パワーショベルのクレーンアタッチメント装着から始まり，戦後の復興から1960年～1970年代には高度成長政策，東京オリンピック，大阪万国博覧会，それと並行して施工された大規模な公共事業によって飛躍的に需要が伸びるとともに大型化が進んだ。1980年代の都市開発工事の増大と1990年から始まった日本経済バブル期では機能面が大きく発展し，日本独特の狭い現場に対応する機種，仕様に変化して，現在に至っている。その結果，現在の設置台数は10万台を超すまでに成長してきた。

市場ニーズ，建設工法の変化，規制の強化等により移動式クレーンの性能，機能は変遷してきたが，今後の低成長時代にあっても移動式クレーンに対する環境，安全，グローバル化への対応は求められ，建設・土木工事に欠くことができない経済的なツールとして，その発展が期待されている。

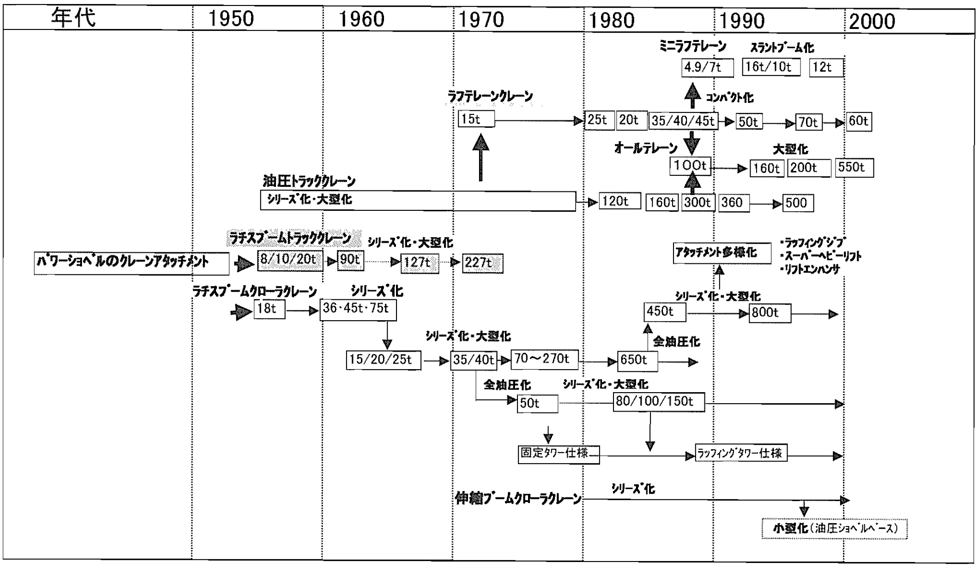
本報文では，これまで移動式クレーンの発展の支えとなってきた構成要素の技術レベル向上も含めて，今後の移動式クレーンの技術の方向性について述べる。

2. 移動式クレーンの変遷

（1） 機種・仕様の変遷

移動式クレーンはその用途からキャリアとアタッチメントの組合せが種々考案され，機種が増えるとともに各機種はシリーズ化され充実してきた。

クローラクレーンは，ラチスブームの軽量化とともに大型化，長尺化が進み，作業範囲の拡大が計られてきた。タワークレーン仕様，ラッフィングタワークレーン仕様，リフトエンハンサ仕様等はその変遷である。一方，分解・組立て・保管経費の節減と作業性からアタッチメントを伸縮ブームとした機種も出現してきている。吊りtクラスも油圧ショベルベースの2.9t吊りから最大800t吊りまで揃っている。



図―1　機種・仕様の変遷

トラッククレーンは，ラチスブームから箱型の伸縮ブームに，更に狭所進入性と作業性の向上から，キャリア部が4輪駆動・4輪操舵，運転席が走行とクレーンが一体化（ワンキャブ化）したラフテレーンクレーンに移行してきた。また，小型としてミニラフテレーン，大型としてオールテレーンも出現し，機種が大きく変遷してきている。仕様面でもジブのチルト化やラッフィングジブが出現し，アタッチメントの機能アップの変遷が見られる（図―1参照）。

（2）機能・性能の変遷

市場ニーズとともに機能面も要素技術の発展により大きく向上してきている（図―2参照）。

油圧技術の進歩により駆動方式，制御方式が油圧化され，操作性，制御性が大きく改善した。またコンピュータによる制御の向上も加わり，安全装置は一気に開花し，充実してきた。

また，ハイテンション材の開発と強度・剛性解析技術の向上により，アタッチメントの長尺化，吊上げ能力増大，作業半径拡大が進んだ。また本体のコンパクト化，軽量化によって狭所進入性・作業性が向上した。ミニラフテレーンによるブームのスラント化，多段化や，ジブの伸縮チルト化，ラッフィング化も要素技術の向上の成果である。

自動車技術を反映した4輪駆動・操舵，トルコン，タイヤやサスペンションの技術向上は，トラッククレーンのラフテレーン化に大きく貢献した。

ウインチは，ブレーキライニングの耐フェード性向上，強制冷却できる湿式ブレーキの開発等により，重作業の基礎工事・掘削工事施工が可能となり，用途を拡大している。

また，エンジンのガバナ制御の向上は，排ガス規制への対応，燃費低減による省エネルギー化に貢献している。

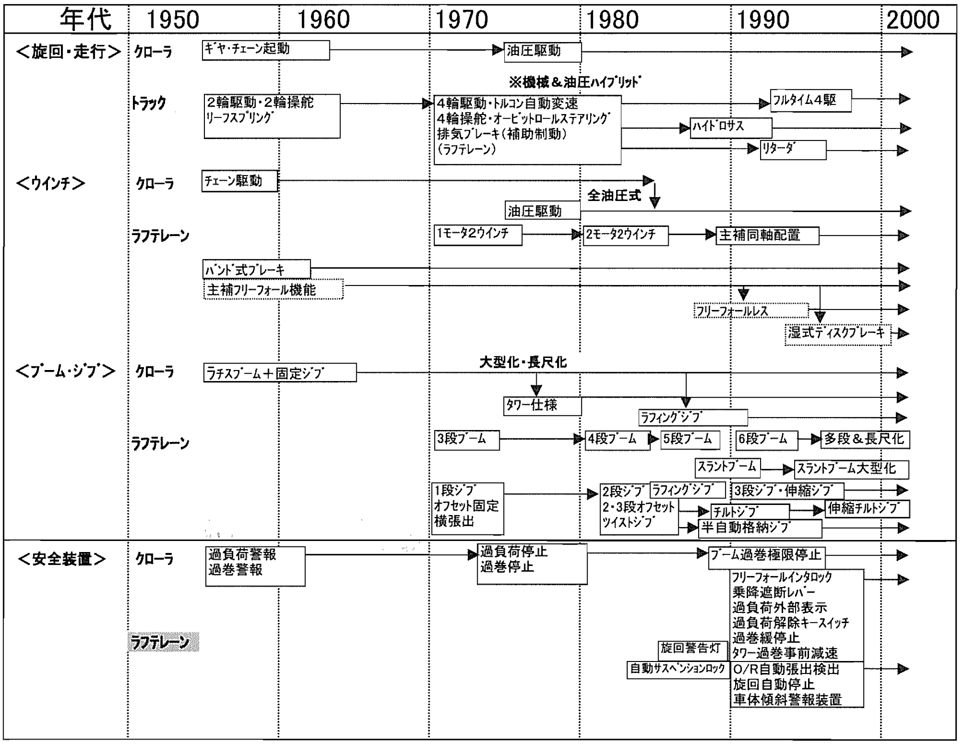
3. 移動式クレーン技術の方向性

今後も市場ニーズとそれを具現化するための要素技術の開発により，移動式クレーンは発展していくものと考えられ，市場の動向，要素技術面の状況を考察しながら，移動式クレーン技術の方向性を以下に探って見る。

（1）市場ニーズの動向

（a）国内市場

低迷している国内の建設業界の回復は期待したいものの，公共事業投資の圧縮，景気低迷による民間設備投資の伸び悩みの中では，決して多くは期待できない。市場にある移動式クレーンも飽和状態で移動式クレーンとしては供給過多の状況の



図—2　機能・性能の変遷

中，以下のような収益確保に向けた経済性の追究と生涯コストの経費節減が求められるであろう。

① 基礎土木工事関係での用途拡大
② 作業領域拡大による作業効率のアップ
③ 輸送・分解組立てやメンテナンスの経費削減
④ 事故・災害を起こさない安心クレーン
⑤ 省エネルギーと環境規制対応
⑥ 中古リニューアル機の購入や整備

（b） 海外市場

海外市場としては，グローバルの展開によって需要安定が期待できるが，海外規格・規制の対応は必須である。海外独特の要求事項として，以下の諸点がある。

クローラクレーンとして

① 輸送重量規制対応（軽量化）
② 自力での分解組立てが可能
③ リフトエンハンサ（能力アップ）

また，ラフテレーンクレーンとして，

① 軸重 10 t 化
② ステアリング信頼性向上（メカニカル操舵）
③ 高速走行化
④ 視界性向上
⑤ フロントオーバハング削減，車幅縮小

（2） 技術の方向性

（a） 用途拡大に向けて

専用機・専用設備で施工していた基礎土木工事の経費やスペースの節減と施工効率アップのため，移動式クレーンの保有機能の活用が見直されてきている。連続重掘削施工ができるウインチ（湿式ブレーキ等）搭載や，本体油圧を利用した掘削施工アタッチメントの駆動・操作により基礎工事機械として用途拡大が進んでくる。フロントアタッチメント制御をクレーンが取込むことで，クレーン作業もできる基礎施工専用機に，更に将来的には自動運転施工も考えられる。

（b） 作業性向上に向けて

益々作業スペースが狭くなる中で，1台での現場稼働率向上が求められてくる。アタッチメントの長尺化や，チルト・ラッフィングジブを更に発

展した屈折＆伸縮機能を追加し，制約された作業空間での作業範囲拡大が一層進んでくる。そのためにはアタッチメントの軽量化技術と多関節機構が必須であり，要素技術の向上が望まれる。また，小さなクレーンを能力アップするカウンタバランス装置，リフトエンハンサも進化が期待できる。

（c） 経費節減に向けて

移動式クレーンにとって，経費面で輸送・分解費用の比率が高く，海外では軽量化とともに自力での組立て分解機能が発展してきている。安全やスピード面に一層の工夫を織込むことで国内への展開が加速されるであろう。アタッチメントの保管の問題も顕在化してきており，構造面の進化が予想される。

また，生涯コスト（購入から廃棄まで）の視点で見ると，保守点検整備費用の比率は大きく，その節減のためにメンテナンスフリー化（自動給脂，自動調整，ロングライフ化）が計られ，また，IT（information technology）技術の活用により，稼働・操作・状態管理のデータを使った予防保全，寿命予測の技術も進み，機械にも組込まれていくであろう。

（d） 安全から安心クレーンに向けて

移動式クレーンの安全装置は着実に進化しているものの，現状はある一定条件（水平堅土，機械正常，状態インプット正常）での安全確保のレベルである。安心クレーンに向け，設置状態，作業状態の認識機能が必要であり，今後の安全規制強化の中で，重点課題として開発されるテーマである。センサの充実，記憶メモリ容量増，IT技術の活用により完成は早まるものと考えられる。

また，移動式クレーンの機能増加により複雑化している操作，取扱いはシンプル化するとともにメーカ間の共通化は着実に進んでいく。

（e） 環境対応に向けて

環境規制が強化される中で，排ガス，騒音，振動対応はもとより，省エネルギー化，作動油の生分解オイル化等の環境対応は着実に進む。

ただ，クレーン独自の要素開発ではなく，自動車，トラック，油圧ショベルにて開発・実用化されたものや技術をクレーンに取込む形で対応していくことになろう。

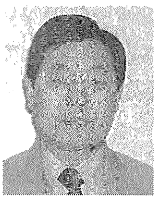
（f） 多仕様少量生産に向けて

グローバル展開，アタッチメントメニューの増加，用途拡大等による多仕様少量生産化は加速していく中で，メーカとしてはモジュールに落とし込んだ装置の組合せで機種・仕様を作る積み木方式の生産性向上取組みが盛んになると思われる。

4. おわりに

社会資本整備，産業の発展，設備維持管理に欠くことのできない移動式クレーンは，時代のニーズに合わせてこれからも変革していくが，安全，環境への配慮とともに移動式クレーンの良さである経済性，利便性の追求も継続して行っていく必要がある。

ユーザ，施工業者との連携，構成要素の技術開発や新たなアタッチメントとの組合せに積極的に取組み，更なる移動式クレーンの付加価値アップと発展に繋げていきたい。



[筆者紹介]
後藤　普司（ごとう　しんじ）
コベルコ建機株式会社
クレーン本部
大久保工場設計室
室長

ずいそう

身だしなみ持論

中　野　一　孝

先日，我社で入社 2〜3 年次若手機電社員の研修会を催しました。そこの訓示を要請されましたので出かけて行きました。会場に入り話をしようとしましたところ，目の前に座っている社員が，服装がだらしないうえに長髪，茶髪ときたものです。

唖然として訓示の内容を忘れかけましたが，気を取り直して話を始めました。

「長髪，茶髪がいけないとは言わないが皆は将来，会社，現場をリードする立場になり，多くの部下や協力会社を使っていかなければならない。その時，身だしなみがだらしなかったり，態度がいいかげんだったら，部下や協力会社の人たちはこの人の指示を真に受けて大丈夫だろうかと疑問に思うだろう。そうなればチームワークはとれないし，仕事が上手くいくわけは無い。客先の評価も良いわけは無い。例え現場で泥まみれ，汗まみれで仕事をしていても，常に身だしなみに気を配ることも我々の仕事の一部である。技術屋を自称する我々は，ややもすると技術が中心となり，身だしなみに気配りを忘れがちとなるが，けっしておろそかにすべき事とは思わない。建設業も客商売の一つで，お客あっての商売である。事務所が雑然とし，整理整頓が行き届かず，社員がだらしなく働いている会社にお客も仕事を任せる気にはならないだろう。身だしなみのだらしない社員のいる会社より，社員が身綺麗にして働いている会社の方に仕事を頼みたくなるのは当然のことである。客先の評価の一つに社員の見映えも入っているということを忘れてはならない」という内容の話をしました。

これには伏線がありまして，私は現職の前に機械技術センターの所長を勤めておりました。機械技術センターの役割の一つに現場の要求に合った機械の提供があります。ただ，機械を整備して現場に出すだけでなく，機械の使用計画や施工計画をも合わせて提供しますので，現場は我々にとってお得意様です。社内ですから「お得意様」と言う表現は適切では無いのかもしれませんが，気持ちのうえではそのようにすべきと思い，所員を指導してきました。

電話での応対，来客への対応，守衛の応対等々は勿論のこと，事務所の玄関はいつもきれいにして，いつでもお客様を気持ちよく迎える気配りを，所員の誰もが自然に出来るようになれば，外部の評価も高まり，期待以上の仕事ができる，と言った持論で仕事を進めてきましたので，身だしなみについては今でも特段の思いを持っています。

しばらくしてから今度は，中堅社員（6～7年）の研修会で訓示をする機会がありましたので，今回も得意の「身だしなみ」持論でかましてやろうと意気込んで行きました。研修会場に入り訓示を始めようとして会場を見渡したところ，全員が制服の作業着をキチンと着こなしておりますし，無論，長髪，茶髪の社員は見当たりません。見るからに現場マンといういでたちでありました。その中に4～5名，私がセンター所長の時在籍し，私の長髪持論を聞かされ，再三「なんだその髪は」と注意した社員もおりました。数年ぶりに会った者もいましたが，皆見違えるほどに成長しているのには驚きました。懇親会の席で久しぶりに顔を会わせると「部長！髪はチャント切っていますよ」と言って話し掛けてくれました。私の持論がじわりと浸透してきていると感激しつつ，いろいろと昔話に話がはずみました。このこともあってか酒がよけいに美味く，少々度が過ぎ，講師の連中と帰りにさらにもう一軒立寄ってしまうほどでした。

センターにいる時に口うるさく「挨拶をしろ」，「髪を短くしろ」，「だらしなくするな」と言っていた連中がいつの間にか立派な社会人となり現場マンに成長していたのです。

訓示が小言となった研修会の若い連中も次第に社会にもまれ成長して行くものと思っています。

よく我々は「技術の伝承」と言う言葉を使いますし，耳にもします。将来に向けて現在の技術を受け継ぐ者がいないと嘆くことしきりですが，忘れてならないことの一つに，先人から受け継いでいる日本人としての礼節があるのではないでしょうか。

現場においては，先輩諸氏から現場における技術もさることながら，社会における礼儀を自然に教えられていたのだと思います。

建設業も客商売の一つと言いましたが，われわれの仕事は客先のニーズに合った製品を納めることです。例え現場の技術屋といってもいろいろの形でお客様やその関係者に常に接するわけですから，相応の対応が出来る素養を身につけていなければなりません。

「技術の伝承」と同様に「礼儀，礼節」も我々が後輩に受け渡す大切な役割の一つではないでしょうか。

この連中がと思っていた若者がいつしか立派な社会人，現場マンとして成長し，会社の中核社員となっているのを身近に見て，若手社員の研修会の時に心配したことが取り越し苦労に終わるだろうと安心しました。

口うるさく言っていたことや現場での生活を通して彼らは先輩を見て自然な形で受け継いでいたということでしょう。「先人をみて育つ」の喩えどおり，我々は常に後輩から見られているので，自分自身が身を正さなければならないと改めて思いました。

なんだか年寄りじみた文章表現になってきましたが，なんといっても若いということは本当にすばらしいことです。若者にうらやましさを感じるとともに，しみじみ年を重ねたなあと思うこの頃です。

――なかの　かずたか　鹿島建設株式会社機械部長――

ずいそう

私とゴルフ

葛 谷 政 勝

私がゴルフを始めるきっかけは，高校2年の頃，父が友人3人とゴルフ練習場を開業したのが，始まりです。そんな家庭の環境もあり大学では，体育会ゴルフ部に所属させていただきました。私は下宿生活でしたので毎晩先輩が勤めてみえる練習場へ玉運びや球拾い（その頃の練習場はすべて手作業）に行き，その代償として無料で球を打たせていただきました。毎週日曜日にはゴルフ場のキャディー（手押しの4バック）をやらせていただきこれも無料でゴルフコースを回らせていただきました。ゴルフ部というとオボッチャマの遊びのように言われますが，髪の毛は2年まで坊主頭ですし，お金もクラブを買う以外はかからなかったように思います。

その後，大学はぎりぎりの単位で卒業，今の会社に入社しました。ゴルフは，続けていましたが，大学の頃に比べるとほんのわずかな回数になってしまいましたが，そのぶん真剣に取り組むようになり，卒業後数年でシングルになれました。

その後 hcp も上がり6にまで成りなんとか片手シングル（0〜5）になるように思っていたそんな頃ちょっと風邪をこじらせ熱が1週間ほどつづいたと思います。生まれてこの方病気などというものにかかったことのなかった私は，あ，風邪かという程度に思っていました。

その後，熱も治まり通常の勤務に戻ったのですがなにか左足のつま先がピリピリと痺れるのです。私は根っからの楽天家ですから，まあそのうちにほかっておけば直るだろうとおもいそのままにしておきました。しかし1ケ月ほどたったら今度は右足のつま先まで痺れてきました。友人に相談しましたらそれは，糖尿病にちがいないから，すぐに血液検査を受けろといわれ早速近所の町医者へ行き検査をしたところ異常なし。しかし自分の感覚としては，そのピリピリ感がだんだん膝の方まで上がってきたような感じがしてきました。歩くのも何か変な感じになってきました。そうするとこんどは，三半規管が，おかしいから耳鼻科へ行って診てもらえと言うので診察をしてもらいましたが，異常はありません。

しかし今度は，指の先がピリピリしてきました。それで，総合病院へ行き脳に腫瘍でもできているんじゃないかと CT・MRI で検査，また異常なし。様子を見てくれということになりました。

しかし，1箇所の病院では，結果は分からないのでもう一度ほかの病院にかかってみることにしました。また CT・MRI 検査をしましたが異常なし。そこでその医者がもう一度症状を説明しろと言うことになりその症状なら，一回髄液を取って調べてみようということになりルンバールという検査を行いました。その結果やっと病気が判明し病名は CIDP（慢性炎症性多発

性神経炎）と言う聞いたこともない病名に驚きました。初期に発見されれば，1～2週間で完治するが慢性化すると，完治するかどうかもわからないと言うことでした。どの病院が一番いいかと聞いたところ東京の虎ノ門病院ということで紹介状を書いていただき診察へ行ってみるとすぐに入院ということとなり，そこから私の闘病生活が始まりました。

入院して2週間は検査ばかり。それも土日は当然休み。入院するとちよっと骨休みができるなどという考えは1週間もするとふっとんでしまい，早く検査がすんで治療にかかってもらいとにかく退院したいという気持ちでいっぱいになりました。しかしわたしの気持ちとは裏腹に3週間目には足の神経を取って検査をするということで手術をする事になってしまいました。そのせいでまた2週間動きがとれなくなってしまい入院1ケ月は，なにも治療もなく検査だけで済んでしまいました。やっと治療の方針が決まりその説明を聞くと，

1. 副腎皮質ホルモンの投薬
2. 副腎皮質ホルモンの大量投与によるリバウンド療法
3. 免疫吸着機による免疫吸着
4. 人免疫ブロブリンの投薬

以上の療法を随時行っていくと言うことになりました。

私の気持ちは1クールもすればすぐ良くなるだろうと思っていたのですがまったく良くならず2クール目へと。しかし結果は同じです。その頃になると薬の副作用で顔がムーンフェイスになり病気のせいで手の握力は握力計で10に。これは大体80才ぐらいの数値です。また歩行も手すりを捕まって歩くか車椅子という状態になってしまいました。

そして3クール目。もう入院して4ケ月目に入っていたのですがやっと髄液検査の結果数値が下がり始めました。そしてやっと5ケ月目に退院へ。整形外科でのリハビリが始まりました。毎日杖をつきながら病院へと通い半年ほどたった頃，歩行補助具を付けろと言われ足の形を取り制作していただきました。そのおかげで杖からは解放されましたが自分が道具に頼っている気がして何か不安も募ってきました。そんなある日，父が気分転換にゴルフ練習場でも行こうじゃないかと言うので一緒にいきました。まず短いクラブから振ってみようと思いピッチングを振ってみると球と一緒にクラブまで飛んで行ってしまう始末。やはりゴルフはもう無理かとあきらめリハビリに励みました。その後1年が過ぎ，また数値が上がり再入院，約1ケ月後にまた退院。

その後リハビリで握力は何とか人並みにまでは戻ってきました。しかし脚力の方はなかなか人並みまでは戻りません。握力が戻ったので練習場でクラブを飛ばす事もなくなったのでリハビリをかねてゴルフの練習場へ通いだしました。おかげで以前のような飛距離はありませんが何とかカートでならコースを回ることが出来るようになりました。ちょうどその頃アメリカで足に傷害のあるプロがトーナメントにカートに乗って参加できることになり，私が所属しているゴルフクラブも理事会を開いていただき特例でカートでの試合出場が可能になりました。仕事の合間を見てゴルフの練習をしたりコースへ行ったりできる自分は本当に幸せだと感じています。皆さんも体が動くのは当たり前と思ってみえるでしょうがそうではないのです。一つバランスを崩すとあっというまに体は，言うことを聞いていてくれなくなります。

風邪だと思い病気を馬鹿にしないよう，風邪は万病の元と言います。みなさんも体に気をつけられて楽しい生活を送ってください!!

――くずや　まさかつ　株式会社丸徳鉄工取締役副社長――

新工法紹介　調査部会

03-148	高層RC造建物内部への大型タワークレーン設置工法	大成建設

▶概　　要

当工法は，高層RC造建物建設においてタワークレーンを建物内部に設置するために，クレーン荷重を支える本設RC梁を簡易な方法で補強する工法である。この工法により，敷地が狭い場所，また，ビルが隣接しているなど施工条件の厳しいケースにおいても荷取り場の確保が容易となった。

▶特　　長

① 従来は，本設RC梁のひび割れ防止や梁の元の性能に影響を与えないために仮設鋼材等で補強が必要であり，解体作業など時間と費用がかかり，実用的でなかった。この補強の代わりに梁の中にPC鋼棒を挿入しプレストレスを導入すること（写真—1参照）で，梁の形状を変えず，また元の性能にも影響を与えず，さらに簡易に施工でき解体作業も不要となった。

② 高層RC造建物建設においては，従来，タワークレーンを建物外部に設置することが一般的で，荷取り場を確保するため，広い敷地を必要とした。このタワークレーンを建物内部に設置することにより，敷地が狭い場所，また，ビルが隣接しているなど施工条件の厳しいケースにおいても荷取り場の確保が容易となり，敷地を最大限に生かせ，設計の自由度が増大する。

③ コスト的にも，タワークレーンの水平控え材（壁つなぎ材）が不要になるとともに，マスト材も，建物外部に設置した場合は約建物の高さ分必要だったのが，自立高さ（30～36 m）分のみとなる。

さらに，建物外部に設置した場合，タワークレーンのベース部分に仮設の杭や基礎が必要であるが，建物内部に設置した場合，それらが不要となる。

④ 最近増えてきた免震構造の建物の場合，タワークレーンを建物外部に設置すると，タワークレーンのベース部分が免震構造物の外部になるため，地震時に水平控え材にかかる荷重が増大する。タワークレーンを建物内部に設置すると，免震構造物の上に乗った形となり，地震時に免震構造物とタワークレーンの挙動が一致し，荷重は増大しない。

▶用　　途

・敷地の狭い，高層のRC造の建設構築物

▶実　　績

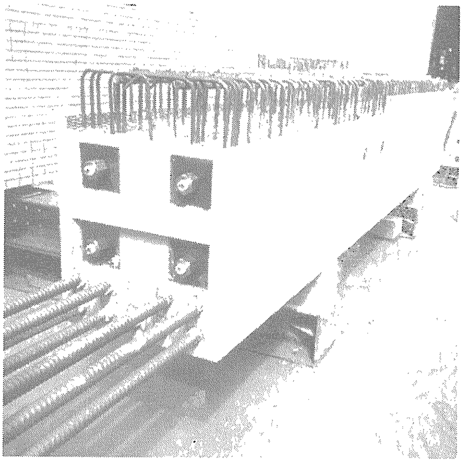
・都市基盤整備公団発注の河田町市街地住宅C棟建設工事（地上41階，高さ131.7 m）（写真—2参照）

▶工業所有権

・特願2001-037119「梁のひび割れ補強構造」

▶問 合 せ 先

大成建設（株）建築本部建築技術部
〒163-0606　東京都新宿区西新宿1-25-1
電話　03(5381)5497



写真—1．プレストレストコンクリート梁

写真—2　外部と内部に設置されたタワークレーン

新工法紹介　調査部会

05-49	地下揚水自動管理システム	竹中工務店

▶概　　要

地下水が豊富な地域での根切り工事においてはドライワーク確保や盤ぶくれ防止策としてディープウェル工法を採用する場合がある。配管途中の手動バルブの開閉度合によりディープウェル内の水位調整を行う場合，バルブの開閉度合いに応じて水位が定常状態に至るまでに時間遅れを伴うことや，開閉度合いが一定でも時間帯や周囲の環境に応じてディープウェル内水位が変動することなどから，工事に支障が生じない安全側のバルブ開閉度合いに調整しておくのが一般的であった。

一方で，過度の揚水は，山留め壁外側の周囲地盤への影響，すなわち井戸枯れや粘性土地盤の圧密といった問題を発生させかねない。本システムは，ディープウェル内の水位を設定水位どおりに自動管理するもので，根切り工事に必要最小限の地下水位低下を維持することで，周辺環境への影響も最小に留めることが可能となる。

▶特　　徴

ディープウェル内の水位計の値を作業所構内に設置した自動制御装置が読取り，予め設定された各ディープウェルの設定水位に一致するように，配管途中に設置した電動バタフライバルブの開閉度合いを自動調整する。

各井戸に対する設定水位が変更されない限りは，自動制御装置が単独で電動バルブを管理する。自動制御装置には一般電話回線を接続，あるいは携帯電話を内蔵でき，設定水位を変更する際にだけ，専用管理ソフトを組込んだパソコンから自動制御装置にアクセスして指示すれば良い。電話回線を常時接続しておく必要はない。水位計，電動バルブには，交換が容易な市販製品を用いている。これら消耗品は低価格なものを用いているが，実用的な精度で水位を制御できる手法を取入れている。

非常時対応としては，各ディープウェル内に予備ポンプを設置し，主ポンプが故障で停止した場合や，主ポンプの能力が不足するような場合は，予備ポンプを自動的に稼働させることが可能である。また，停電になった場合も含めて運用関係者の携帯電話に対し通報を行う。

▶実　　績

・済生会中津病院北棟新築工事（大阪市）

▶工業所有権

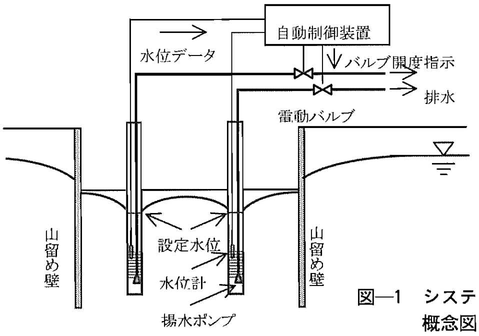
・特許出願中

▶問 合 せ 先

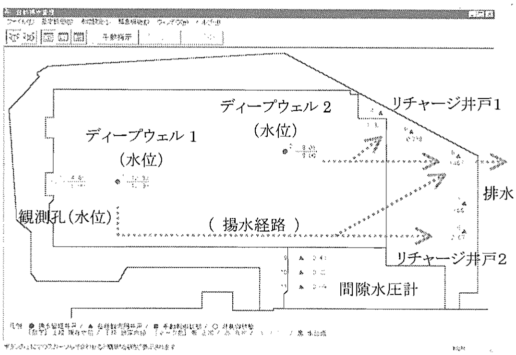
(株)竹中工務店技術研究所建設技術開発部地盤・基礎部門

〒270-1395　印西市大塚1-5-1

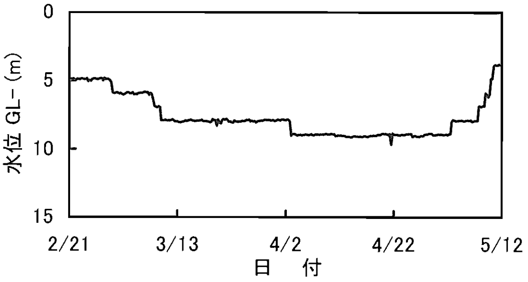
電話 0476(47)1700



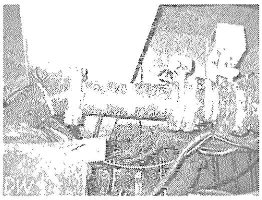
図―1　システム基本概念図



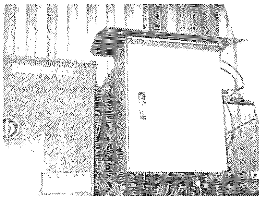
図―2　管理ソフトのデータ表示画面イメージ



図―3　水位制御例（80日間）



写真―1　電動バルブ



写真―2　自動制御装置

新機種紹介 調査部会

▶〈02〉掘削機械

01-〈02〉-29	日立建機 油圧ショベル EX 5500-5	'01.10 発売 モデルチェンジ

大規模鉱山などで使用される大形油圧ショベルについて，2000 年 EPA（米国環境保護局）排出ガス規制に適合エンジンの搭載，e-ショベル機能の搭載，キャブマウントに制振効果の高い液体封入防振ゴムの採用などで，環境対応，信頼性向上，居住性向上を図ってモデルチェンジしたものである。e-ショベル機能では，エンジンや油圧回路などに設定した各種のセンサにより，稼働時間，エンジン回転数，燃料消費量，作動油温など機械の稼働情報データをコントローラに蓄積し，これをパソコンや衛星通信（オプション）を介して機械管理データとしてユーザに提供するものである。キャブには，補助席を標準で装備した。バックホウタイプとローディングタイプとがあり，ローディングショベルとダンプトラックとの組合わせにおける標準的な積込み回数は，170 t 級ダンプトラックで 4 回，220 t 級で 5 回，270 t 級で 6 回である。

表—1 EX 5500-5 の主な仕様

	バックホウタイプ	ローディングタイプ
標準バケット容量 (m^3)	29.0	27.0
運転質量 (t)	518	518
定格出力 (kW(PS)/min^{-1})	1,007(1,370)/1,800×2	1,007(1,370)/1,800×2
最大掘削深さ×同半径 (m)	9.0×20.9	4.55×16.6
最大掘削高さ (m)	20.6	18.9
最大掘削力（バケット）(kN)	1,370	1,570
走行速度 高速/低速 (km/h)	2.3/1.6	2.3/1.6
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	230	230
全長×全幅×全高 (m)	22.08×9.85×8.94	22.6×9.85×9.3
価格 (百万円)	950	970

01-〈02〉-30	コマツ 油圧ショベル PC 220-7 ほか	'01.11 発売 モデルチェンジ

稼働位置，稼働時間の情報に加えて，エンジンや油圧機器などに設置されているセンサ情報をも発信する建機稼働管理システム（KOMTRAX）と，自己診断システム（EMMS）を標準装備して，ユーザコストの低減を図ったモデルチェンジ機である。作業量優先と燃費優先の 2 モードがあり，その選択によって大作業量と低燃費を両立させた。容量アップと視界性を向上したキャブは，労働安全衛生法のヘッドガード基準をクリアしており，マウントにダンパマウント（特許出願中）を採用して低振

表—2 PC 220-7 の主な仕様

	PC 220-7〔LC〕	PC 230-7〔LC〕
標準バケット容量 (m^3)	1.0	1.0
運転質量 (t)	22.7〔24.13〕	23.4〔24.4〕
定格出力 (kW(PS)/min^{-1})	125(170)/2,000	125(170)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	6.92×10.18	6.92×10.18
最大掘削高さ (m)	10.0	10.0
最大掘削力（バケット）・パワーアップ時 (kN)	159·172	159·172
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	3.45/2.94	3.45/2.94
走行速度 高速/中速/低速 (km/h)	2.5/4.2/3.1	5.5/4.2/3.1
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	50〔41.2〕	52〔49〕
全長×全幅×全高（輸送時）(m)	9.885×2.98〔3.28〕×3.16	9.885×2.98〔3.18〕×3.16
価格 (百万円)	32.8〔34.55〕	34.75〔36.55〕

（注）〔 〕書きで PC 220 LC-7，PC 230 LC-7 の仕様値を示す。

写真—1 日立建機「Super Landy」EX 5500-5 油圧ショベル

写真—2 コマツ「GALEO」PC 220-7 油圧ショベル

動とオペレータ耳元騒音73 dBの低レベルを実現した。運転席には，メータ指示，モード選択，入力操作などが一目でわかる液晶カラーグラフィック画面（特許出願中）を備えた多機能のモニタが搭載され，コントロールを容易にしている。PC 230/LCには，作業機とボディ各部を強化したヘビーデューティ仕様や解体仕様があり，安全性と耐久性を向上している。国土交通省の低騒音基準値，日，米，欧の排出ガス対策2次規制をクリアし，エネ革税制にも適合している。さらに，リサイクル可能な吸音材やケナフ材（天然繊維）使用の天井内装材の採用などで環境安全に配慮している。

01-〈02〉-31	住友建機 油圧ショベル （後方超小旋回型） SH 225 X-3	'01.10発売 モデルチェンジ

土木工事，林道工事，解体工事などに使用される油圧ショベルについて，カウンタウェイトの増量による安定性増大とともに，掘削力，旋回力，走行駆動力などのアップと環境適応を図ってモデルチェンジしたものである。旋回停止時のショックをやわらげる旋回揺れ戻し防止弁の装備，アームとブームの戻り油の再利用による床掘り作業などのスピードアップと燃費低減の実現で性能向上を図った。さらに，大形キャブの搭載，アルミ製ラジェータ・オイルクーラの採用，作動油透析システム（クリーンネフロン）の標準装備による作動油10,000時間無交換，フロントアタッチメントの1,000時間無給脂などにより居住性やメンテナンス性の向上を図った。国土交通省の騒音規制，排出ガス対策2次規制の基準値をクリアして環境に配慮している。

表—3 SH 225 Xの主な仕様

標準バケット容量 (m³)	0.8
運転質量 (t)	22.3
定格出力 (kW(PS)/min⁻¹)	103(140)/1,950
最大掘削深さ×同半径 (m)	6.7×9.91
最大掘削高さ (m)	10.91
最大掘削力(バケット)・昇圧時(kN)	130·141
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.30/1.68
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.0/3.1
登坂能力 (度)	35
接地圧 (kPa)	50
全長×全幅×全高（輸送時） (m)	8.71×2.80×2.97
価格 (百万円)	27.6

写真—3 住友建機「スピンエース」SH 225 X-3 油圧ショベル（後方超小旋回型）

01-〈02〉-32	新キャタピラー三菱 油圧ショベル （超小旋回型） CAT 308 C SR	'01.10発売 モデルチェンジ

都市土木工事の狭い現場で使用される油圧ショベルについて，作業性，居住性，環境対応，メンテナンス性などを向上してモデルチェンジしたものである。メインポンプ流量のアップ，油圧再生回路の採用などによる作業機のスピーディな動きや旋回スピード・トルクのアップによる旋回性能の向上を実現した。走行については最高速度をアップし，負荷に応じて切替わる自動走行2速を採用した。作業機の動きについては，バケットがキャブおよび本体に近づいても停止することなくキャブおよび本体を回避する干渉防止機能や，バケットの高さ，深さ，オフセットを限定する位置制限機能を装備して操作を容易にした。作業機および走行のロックレバーは1本で，ロック状態の時しかエンジンが始動できない。また，キャビン後方窓は緊急脱出口として開放可能，フロントガラスはラミネートガラスを採用，ポンプ室とエンジン室をファイヤウォールで隔離など安全に配慮している。

表—4 CAT 308 C SRの主な仕様

標準バケット容量 (m³)	0.28
運転質量 (t)	8.26
定格出力 (kW(PS)/min⁻¹)	40.5(55.0)/2,100
最大掘削深さ×同半径 (m)	4.37×6.37
最大掘削高さ (m)	7.21
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.98/1.12
最大掘削力（バケット） (kN)	53.6
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	1.27/1.29
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.3/3.5
登坂能力 (度)	35
接地圧 (kPa)	40
全長×全幅×全高 (m)	6.06×2.32×2.59
価格 (百万円)	15.4

新機種紹介

写真—4 CAT 308 C SR「REGA」油圧ショベル（超小旋回型）

国土交通省の騒音規制や排出ガス対策2次規制，EPA（米国環境保護局）の排出ガス規制をクリアしているほか，ワンタッチローアイドル機構でエネ革税制にも対応している。

▶〈03〉積込機械

01-〈03〉-07	新キャタピラー三菱 ホイールローダ CAT 938 G ほか	'01.09 発売 モデルチェンジ

土砂，砕石などの掘削積込みに使用される6機種のホイールローダについて，生産性向上と環境対応を図ったものである。938G については，エンジン出力や最高速度のアップ，寒冷地における暖機時間短縮のためのトルクコンバータ・オイルクーラバイパス方式の採用，電子制御フルオートマチックトランスミッションの搭載などのほか，国土交通省向け低減騒音仕様車も確立している。950 G/962 G/966 G/972 G/980 G については，電子制御フルオートマチックトランスミッションとシフトアップポイントを作業状況に応じて3段階から選択可能な走行モード切換え機能を搭載して効率的な走行を実現した。左ブレーキペダルには，ニュートラライザ機能のクラッチ接続ポイントを無段階に電子制御して接続をスムーズにする集中制御式ブレーキシステムを採用した。左ブレーキペダルを踏むとギヤがシフトダウンしてエンジンブレーキが効く。980 G にはさらに，ラジエータ水温感知式クーリングシステムを採用し，冷却ファン回転数を効率的に制御するようにした。全機種について，視界性向上のインターナル ROPS/FOPS 構造キャブを搭載し，フロントガラスには割れても飛散しないラミネートタイプを使用している。国土交通省の排出ガス対策規制値をクリアしているほか，エネ革税制にも適合する。

表—5 CAT 938 G ほかの主な仕様

	938 G	950 G	962 G	966 G	972 G	980 G
標準バケット容量 (m^3)	2.5	3.1	3.5	3.8	4.3	5.1
運転質量 (t)	13.1	17.45	18.3	22.45	24.5	29.2
定格出力 (kW(PS)/min^{-1})	119(162)/2,200	134(182)/2,200	149(203)/2,200	175(238)/2,200	198(269)/2,200	224(304)/2,200
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	2.73×1.0	2.735×1.29	2.97×1.195	3.025×1.205	3.23×1.185	3.29×1.34
最高走行速度 F_4/R (km/h)	38.5/22.5	34.8/38.3	34.8/38.3	34.4/39.3	33.9/38.7	34.0/38.1
登坂能力(度)	25	25	25	25	25	25
最小回転半径(最外側)(m)	6.0	6.65	6.7	7.3	7.5	7.4
最低地上高 (m)	0.380	0.385	0.390	0.435	0.450	0.445
軸距×輪距(前後輪とも)(m)	3.02×2.02	3.35×2.14	3.35×2.14	3.45×2.23	3.45×2.23	3.7×2.44
タイヤサイズ (—)	20.5−25 12 PR(L 3)	23.5−25 16 PR(L 3)	23.5−25 16 PR(L 3)	26.5−25 16 PR(L 3)	26.5−25 20 PR(L 3)	29.5−25 22 PR(L 3)
全長×全幅×全高 (m)	7.325×2.7×3.315	8.16×2.845×3.39	8.24×2.845×3.39	8.825×3.06×3.55	9.015×3.22×3.56	9.33×3.45×3.76
価格(百万円)	21.2	24.75	32.3	37.35	41.4	53.5

写真—5 CAT 980 G ホイールローダ

▶〈04〉運搬機械

01-〈04〉-07	ヤンマーディーゼル 不整地運搬車 C 50 R_{-3}	'01.10 発売 モデルチェンジ

土地造成，林道作業などで使用されるゴムクローラ式不整地運搬車のモデルチェンジである。同モデルにおいて，荷台固定形と荷台を180度回転できる荷台旋回形がある。車幅は従来機と同じとしたが，積載量は10%アップし，トラックローラのサイズアップ，ゴムクローラの強化により耐久性を向上した。油圧パイロット式の走行レバーを中立にすると自動的に駐車ブレーキが作動する連動式のブレーキやゲートロック式ロックレバーの採用，バックブザーの標準装備などで安全性を確保した。

表―6 C 50 R$_{-3}$ の主な仕様

最大積載質量/山積量 (t)/(m³)	3.8〔3.5〕/2.3〔2.1〕
機械質量 (t)	4.9〔5.35〕
定格出力 (kW(PS)/min⁻¹)	67.6(92)/2,500
荷台内法（長×幅×高） (m)	2.5〔2.6〕×1.85×0.3〔0.285〕
接地圧 空車/積車 (kPa)	16.6/29.4〔17.8/29.4〕
最低地上高 (m)	0.45
走行速度 低速/高速 (km/h)	0～7/0～10
全長×全幅×全高 (m)	4.54〔4.56〕×2.0×2.675
価格 (百万円)	7.7〔9.0〕

（注）〔 〕書きは荷台旋回形の仕様値を示す。

写真―6 ヤンマーディーゼル C 50 R$_{-3}$ 不整地運搬車（荷台固定形）

運転席と走行レバー装置は一体で 180 度回転ができるので，常に前向きでの運転が可能である。自動シュー張り調整機能を採用しており，ゆるみなどによる履帯外れを防止した。ROPS/FOPS 対応キャビンやキャノピで EN 安全規格をクリアしているほか，EC 騒音規制，国土交通省，EPA（米国環境保護局），EC の排出ガス対策 1 次規制にも対応して環境に配慮している。

▶〈05〉クレーン，エレベータ，高所作業車およびウインチ

01-〈05〉-08	住友重機械建機クレーン クローラクレーン SC 700$_{-5}$	'01.10 発売 新機種

建築工事，土木工事に使用される油圧式のクレーンについて，性能アップ，安全配慮，環境対応などを図ったものである。ウインチに可変容量モータを採用し，ドラム 1 層目スピード 120 m/min を達成した。減速機はドラム内蔵とし，ワイドドラム（1 層目 34 m）でロープ寿命の延長を実現した。1 軸，1 ドラム，1 モータ，1 ポンプ方式で，増馬力制御（EEPSA）の採用により，重作業にも対応できる。グリップのひねりで速度制御できるグリップスロットルを旋回コントロールレバーに装備して操作を容易にした。メッセージ機能付き過負荷防止装置，機械の異常を知らせる 16 種類の音声警報装置，ブームやフックの巻過ぎによるブームの後方あおり防止のための二重の安全装置，旋回時に周辺作業者にも警報する警報音とフラッシャなどで安全を確保している。水平分割形のカウンタウェイトは引掛け方式で組立て，分解が容易であり，クローラは引込み式で輸送時の本体幅を縮小できる。国土交通省の超低騒音基準値，排出ガス対策 2 次基準値をクリアして環境保全に配慮している。

表―7 SC 700$_{-5}$ の主な仕様

	クレーン仕様	タワークレーン仕様
最大吊上げ能力 (t×m)	70×3.7	13×12
運転質量 (t)	約 72.7	約 82.4
定格出力 (kW(PS)/min⁻¹)	132(179.5)/2,000	132(179.5)/2,000
ブーム長さ 基本/最長 (m)	9.8/55.5	−
タワー高さ (m)	−	21.6～42.95
フロント・リヤドラムロープ速度 巻上・巻下 (m/min)	120～3	120～3
最高走行速度 高速/低速 (km/h)	1.8/1.2	1.8/1.2
登坂能力 (度)	22	22
接地圧 (kPa)	85.4	96.8
クローラ全長×全幅(拡張～縮小) (m)	6.06×(4.79～3.2)	6.06(4.79×3.2)
価格 (百万円)	75.1	−

写真―7 住友重機械建機クレーン SC 700$_{-5}$ クローラクレーン

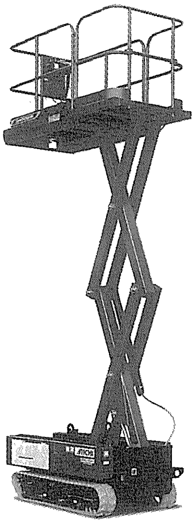
01-〈05〉-09	アイチコーポレーション 高所作業車（クローラ式） RX−04 A	'01.10 発売 新機種

建築工事などで使用されるパンダグラフ式垂直昇降型の高所作業車である。リフトアームを高剛性のリンク機構とし，アーム伸張時のたわみや横揺れを少なくした。格納時の全高（ハンドレール取付け時）を抑えて進入性

新機種紹介

表—8　RX－04 A の主な仕様

最大積載荷重	200 kg
最大地上高/最低地上高	4.0/0.9 m
作業床内側寸法（長×幅×高）	1.915×0.89×0.9 m
機械質量	980 kg
電源入力電圧	単相 AC 100 V
バッテリ容量（5 時間率）	100 Ah－DC 24 V
走行速度　高速/低速	2.0/1.0 km/h
登坂能力	18 度
接地圧	31 kPa
全長×全幅×全高（ハンドレール上端）	2.02×1.0×1.8 m
価格	2.65 百万円



写真—8　アイチコーポレーション「スカイタワー」RX-04 A 高所作業車

をよくするとともに，ハンドレールを外した時の作業床地上高を低くかつフラットにして資機材の積込みを容易にした。動力はバッテリ式で，油圧・電気装置を車体フレーム側面に集中して配置し，メンテナンスを容易にした。クローラは走行跡がつき難い白ゴム製で，千鳥パターンを採用して走行時の振動を低減した。作業床下部にはクレーン吊上げ用の 2 点吊りフックを，さらに車体の側面にはフォークリフト爪の差込み口を設けて安全な運搬ができるようにした。

▶〈16〉空気圧縮機，送風機およびポンプ

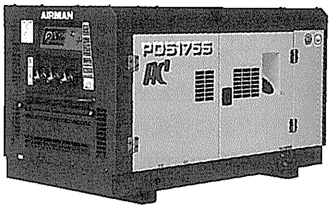
01-〈16〉-03	北越工業 エアコンプレッサ PDS 70 SC$_{-5B1}$ ほか	'01.10 発売 モデルチェンジ

建設工事現場で使用されるアフタクーラ内蔵のスクリュ回転形エアコンプレッサについて，メンテナンス性の向上，環境対応を図ってモデルチェンジしたものである。アフタクーラによる吐出空気の冷却によって，吐出空気中の水分を約 70％除去し，温度を約 50°C 低下させることができる。エアツールの凍結や温度上昇，錆の発生，水分の飛散による周囲の汚れなどを防止することが可能となり，作業性や品質の向上を実現した。ボックスタイプでは観音扉の中央部に柱の無いピラーレス構造とし，スキッドタイプではガルウィング構造（特許出願中）として大きな開口で点検やメンテナンス作業を容易にした。また，ラジェータとオイルクーラの並列配置，アンローダやオートリリーフバルブにダイヤフラムレスのピストン式の採用，PDS 125 SC/175 SC における外付けカートリッジ式セパレータの採用などでメンテナンス性の向上を図った。国土交通省の超低騒音型（PDS 175 SC は低騒音型），排出ガス対策型の建設機械として指定されている。

表—9　PDS 70 SC ほかの主な仕様

	PDS 70 SC$_{-5B1}$	PDS 90 SC$_{-5B1}$	PDS 125 SC$_{-5B1}$	PDS 175 SC$_{-5B1}$〔PDS 175 SC$_{-3B1}$〕
空気量 (m^3/min)	2.0	2.5	3.5	5.0〔5.0〕
吐出圧力 (MPa)	0.7	0.7	0.7	0.7〔0.7〕
運転質量 (t)	0.485	0.515	0.735	0.930〔0.840〕
定格出力 (kW(PS)/min^{-1})	17(23)/3,350	18.8(26)/3,150	28(38)/3,300	37.9(52)/2,600〔37.9(52)/3,000〕
レシーバタンク容量 (l)	20	20	30	30〔30〕
燃料タンク容量 (l)	28	28	70	90〔90〕
全長×全幅×全高 (m)	1.48×0.75×0.865	1.48×0.75×0.865	1.58×0.89×1.06	1.85×0.95×1.06〔1.85×1.45×1.2〕
価格（百万円）	1.66	1.86	2.20	3.10〔3.30〕

（注）　PDS 70 SC$_{-5B1}$～PDS 175 SC$_{-5B1}$ ボックスタイプ仕様値と〔　〕書きでPDS 175$_{-3B1}$スキッドタイプ仕様値を示す。



写真—9　北越工業 PDS 175 SC$_{-5B1}$ エアコンプレッサ

統　　計　調査部会

建設関連統計

建設投資（名目値）の推移

（単位：億円）

	平成7年度実績	8年度実績	9年度実績	10年度見込み	11年度見込み	12年度見込み	13年度見通し
総計	790,169	828,077	751,906	707,600	702,900	703,600	671,300
総計　政府	351,986	345,775	329,642	334,300	317,900	312,000	293,900
総計　民間	438,182	482,302	422,263	373,400	385,000	391,600	377,400
総計　建築	409,896	457,742	398,866	349,100	346,500	345,800	326,200
総計　土木	380,273	370,335	353,040	358,500	356,300	357,700	345,100

（国土交通省：建設統計月報）

建設工事施工額（土木建築別・発注者別）（元請施工額）

（単位：億円）

	平成5年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	11年度
総計	862,385	827,660	823,903	861,638	826,839	765,136	705,857
民間	569,094	518,550	508,301	536,949	517,716	472,965	421,926
公共	293,292	309,110	315,602	324,689	309,122	292,171	283,931
土木工事等	261,244	262,099	268,955	280,270	264,236	250,291	241,023
民間	82,755	76,263	76,889	76,881	70,876	65,272	60,023
公共	178,489	185,836	192,066	203,389	193,360	185,019	181,000
建築工事	528,093	498,811	480,556	503,638	485,062	439,172	400,196
民間	428,050	388,239	372,281	398,457	385,414	347,180	311,372
公共	100,043	110,572	108,275	105,181	99,648	91,991	88,824
機械装置等工事	73,048	66,750	74,392	77,730	77,541	75,674	64,637

（国土交通省：建設統計月報）

土木建設機械，トラクタ生産金額推移

（単位：億円）

	平成9年	10年	11年	12年	平成13年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
土木建設機械，トラクタ	13,848	9,989	9,426	10,182	771	823	960	667	651	695	681	674
装軌式ブルドーザ	1,056	899	695	642	55	60	69	58	57	53	44	54
装軌式積込機	31	31	23	26	2	2	3	2	2	1	2	2
ショベルトラック	1,294	915	888	849	62	62	69	55	51	65	58	59
ショベル系掘削機（油圧式）	6,916	5,070	5,532	6,390	460	519	574	422	395	416	439	410
トンネル掘進機	443	429	298	225	33	14	47	21	22	16	19	6
トラッククレーン*	1,574	986	881	991	78	73	100	56	50	65	62	64
クローラクレーン**	810	423	279	353	23	27	33	15	16	21	17	19
整地機械	523	447	420	399	33	36	29	24	24	22	21	22
アスファルト舗装機械	196	103	95	101	4	11	16	4	9	9	7	9
コンクリート機械	584	302	265	271	20	23	31	12	25	21	13	24
基礎工事用機械	163	124	110	135	9	15	8	6	6	6	3	12
高所作業車	250	262	218	140	16	9	14	8	10	13	13	13

* トラッククレーンにはラフテレンクレーンを含む。
** クローラクレーンに機械式ショベル系掘削機を含む。

（経済産業省：機械統計月報）

…行事一覧…

（平成13年11月1日～31日）

広 報 部 会

■機関誌編集委員会
月　　日：11月13日(火)
出 席 者：橋元和男委員長ほか26名
議　　題：①平成14年2月号（第624号）原稿内容の検討・割付　②平成14年3月号（第625号）の計画

技 術 部 会

■機械施工安全化技術検討委員会
月　　日：11月21日（水）
出 席 者：関谷洋一幹事ほか10名
議　　題：道路除雪講習会の実施について

機 械 部 会

■情報化機器技術委員会
月　　日：11月1日（木）
出 席 者：中野一郎委員長ほか7名
議　　題：①分科会名称変更の説明　②情報化施工関連テーマの選定　③電装品の標準化テーマの選定　④JCMAS見直し

■基礎工事用機械技術委員会
月　　日：11月2日（金）
出 席 者：両角和嘉委員長ほか12名
議　　題：①宮内新横浜線路床改良工事見学　②新横浜ゆめオアシス（鶴見川多目的遊水地）現場見学　③横浜国際総合会議場見学

■トンネル機械技術委員会IT分科会
月　　日：11月6日（火）
出 席 者：安川良博分科会長ほか4名
議　　題：①情報の項目の抽出　②報告書目次の検討　③ホームページへの掲載検討

■移動式クレーン分科会
月　　日：11月7日（水）
出 席 者：石倉武久分科会長ほか14名
議　　題：①「環境負荷の低減テーマ」報告　②「ワイヤーロープ」原稿審議　③「機械の輸送」原稿審議

■基礎工事用機械リサイクル技術調査分科会
月　　日：11月8日（木）
出 席 者：青柳隼人分科会長ほか6名
議　　題：①3点式杭打機の構成部品のまとめ方　②リサイクル関連図のまとめ方　③スケジュールの検討

■基礎工事用機械リサイクル技術調査分科会
月　　日：11月8日（木）
出 席 者：浦田　修分科会長ほか9名
議　　題：オーガ操作方式の検討

■仮設工事用エレベータ分科会
月　　日：11月14日（水）
出 席 者：柳田隆一分科会長ほか5名
議　　題：①クライミング計画の手順検討　②各部名称審議

■油脂技術小委員会
月　　日：11月14日（水）
出 席 者：大川　聡委員長ほか6名
議　　題：①建機用作動油（HX-1）規格案検討　②HX-1承認運用システム検討　③HX-1記号について

■油脂技術委員会
月　　日：11月14日（水）
出 席 者：大川　聡委員長ほか12名
議　　題：①建機用作動油（HX-1）規格案検討　②HX-2生分解性作動油の規格検討　③

■自走式リサイクル建設機械分科会
月　　日：11月14日（金）
出 席 者：狩野克己委員長ほか4名
議　　題：仕様書記載項目の打合せ

■トラクタ技術委員会
月　　日：11月16日（金）
出 席 者：秋元孝雄委員長ほか8名
議　　題：ブルドーザ，ホイールドーザの燃費評価方法の検討

■トンネル機械技術委員会コスト縮減検討会
月　　日：11月16日（金）
出 席 者：菊池雄一委員会ほか7名
議　　題：シールド工事のコスト縮減について

■コンクリート機械技術委員会
月　　日：11月21日（水）
出 席 者：大村高慶委員長ほか5名
議　　題：①見学会，幹事会報告　②吹付機JCMAS案についての規格部会及び標準化会議の状況説明　③コンクリートポンプ試験報告書について　④「コンクリートポンプの試験方法（案）」の審議

■定置式クレーン分科会
月　　日：11月21日（水）
出 席 者：三浦　拓分科会長ほか9名
議　　題：「クライミングクレーンプラニング百科」第11章の見直し

■高所作業車分科会
月　　日：11月26日（水）
出 席 者：角山雅計分科会長ほか7名
議　　題：JCMAS用語（高所作業車F003）の最終打合せ

■ショベル機械技術委員会
月　　日：11月29日（木）
出 席 者：田中利昌委員長ほか10名
議　　題：①油圧負荷装置を装着した油圧ショベルの模擬掘削動作見学および燃費測定結果の審議　②油圧ショベルの燃費測定法の検討

■基礎工事用機械小委員会
月　　日：11月30日（金）
出 席 者：両角和嘉委員長ほか6名
議　　題：油圧オーガによる支持層確認手順（案）について検討

調 査 部 会

■建設経済調査委員会
月　　日：11月14日（水）
出 席 者：高井照治委員長ほか3名
議　　題：機械施工関係の統計について

■新機種調査委員会
月　　日：11月15日（木）
出 席 者：渡部　務委員長ほか4名
議　　題：①新機種情報の検討・選定　②技術交流討議

■新工法調査委員会
月　　日：11月27日（火）
出 席 者：鈴木弘康委員長ほか9名
議　　題：新工法の調査について

整 備 部 会

■整備機器・工具委員会
月　　日：11月26日（月）
出 席 者：押田俊夫委員長ほか3名
議　　題：次期テーマ審議　②新工具の検討

ＩＳＯ部会

■TC/127/WG2国内対策委員会
月　　日：11月6日（火）
出 席 者：岩見吉輝委員長ほか26名
議　　題：①ISO/TC 127 WG第2回国際会議（ボローニャ）報告

■第3委員会
月　　日：11月7日（水）
出 席 者：斉藤恒雄委員長ほか8名
議　　題：①CD 15998電子式機械制御システム－性能基準及び試験検討－　②油圧ショベルアタッチメント取合部の寸法（新規作業項目提案）　③スキッドステアローダアタッチメントブラケット新規作業項目提案の件　④バッテリ新規作業項目提案の件　⑤PIN報告　⑥ISO 6011計器類報告　⑦CD 15818.2リフティングアンドタイイングダウンの件　⑧来年度JIS化候補検討　⑨整備性指針状況報告　⑩シンボル第

1部改訂ないし追補，シンボル第2部追補

■情報化施工標準化作業グループ会合
月　日：11月13日（火）
出席者：吉田　正リーダほか12名
議　題：①ゼネコンから見た土木工事における情報化に関して　②情報化のビジネスモデルに関して　③共同研究などに関して　④今後の国際会議対応について　⑤海外動向の検討に関して　⑥今後の作業に関して　⑦次回日程

■コンクリート機械関係国際規格共同開発調査委員会
月　日：11月29日（木）
出席者：大村高慶委員長ほか10名
議　題：①ISO/WD 18650-2 コンクリートミキサー第2部：性能試験方法　②コンクリートポンプ性能試験方法の試験結果中間報告　③推進中の他の5規格の最新状況確認　④その他の情報等

標準化会議及び規格部会

■規格部会規格委員会
月　日：11月8日（木）
出席者：森田　出委員長ほか13名
議　題：①建設機械―環境負荷低減技術指針（新規原案（継続）審議）―②コンクリート吹付けシステム（新規原案（継続）審議）③F003高所作業車―用語（新規原案審議）―

■標準化会議
月　日：11月22日（木）
出席者：大橋秀夫議長ほか16名
議　題：①建設機械―環境負荷低減技術指針（新規格原案審議）―　②コンクリート吹付けシステム（新規原案審議）③F003高所作業車―用語（新規原案審議）―

機械経費損料部会

■橋梁架設用機械委員会
月　日：11月5日（月）
出席者：桑本勝彦委員ほか6名
議　題：平成14年度建設機械損料の改正について

■運営連格会
月　日：11月30日（金）
出席者：岩松幸雄委員会ほか29名
議　題：①平成14年度建設機械等損料の改正について　②平成13年度建設機械損料調査に伴う追加・削除機械について　③平成13年度建設機械損料部会各委員会活動報告について

業種別部会

■建設業部会技術情報交換活性化分科会
月　日：11月6日（火）
出席者：石橋則秀分科会長ほか9名
議　題：①若手機電技術者意見交換会について　②ホームページについて

■建設機械事故防止分科会
月　日：11月14日（水）
出席者：山本武彦分科会長ほか12名
議　題：①思わぬ事故例のデータベース化　②事故事例分類方法について

■建設業部会見学会
月　日：11月15日（木）～16日（金）
出席者：橋本雄吉部会長ほか17名
見学会：日本道路公団清見工事事務所（飛騨トンネル）

■レンタル業部会研修会・見学会（関西支部と合同）
月　日：11月16日（金）～17日（土）
出席者：原　昭雄部会長ほか11名
場　所：丸順重工業（株）

専門部会

■建設生産システム研究会
月　日：11月27日（火）
出席者：今岡亮司委員長ほか12名
議　題：①技術開発に関する今後の市場予測　②規制緩和策

…支部行事一覧…

北海道支部

■第3回技術委員会
月　日：11月1日（木）
出席者：庄司幸一委員長ほか4名
議　題：①除雪機械技術講習会プログラムの協議　②除雪技術講習会テキスト及び資料確認の協議

■除雪機械展示・実演会委員・担当者合同会議
月　日：11月7日（水）
出席者：尾村光史総務班長ほか39名
議　題：①除雪機械展示・実演会実施計画　②除雪機械展示・実演会の運営要領

■2級建設機械施工技術研修
月　日：11月13日（火）～15日（木）
場　所：北海道建設会館ビル
受講者：1種14名，2種53名

■除雪機械技術講習会
月　日：11月20日（火）
場　所：ナショナルビル
受講者：131名
内　容：①除雪機械技術　②札幌市の除雪事業　③貸与機械の取扱い　④除雪作業と交通安全　⑤除雪トラックとプラウ系装置　⑥ロータリ除雪車　⑦除雪グレーダ　⑧除雪ローダ　⑨凍結防止剤散布機械　⑩講習修了証交付

■除雪機械技術講習会
月　日：11月27日（火）
場　所：ナショナルビル
受講者：235名
内　容：①除雪機械技術　②除雪計画と除雪工法　③冬期交通と交通安全　④除雪トラックとプラウ系装置　⑤ロータリ除雪車　⑥除雪ローダと除雪グレーダ　⑦凍結防止剤散布車取扱いビデオほか上映　⑧講習終了証交付

東北支部

■平成13年度除雪講習会
月　日：11月2日（金）
場　所：ハーネル仙台
参加者：256名
内　容：①国の除雪方針と計画　②県の除雪方針と計画　③除雪計画　④道路除雪工法　⑤冬の交通安全　⑥除雪作業の安全対策　⑦除雪機械の取扱い　⑧最新の除雪機械と工法

■機械第一部会
月　日：11月5日（月）
出席者：吉木政美部会長ほか11名
議　題：①建設部会と討議議題の整理と対応　②本年度業務の執行について

■建設部会
月　日：11月5日（月）
出席者：三浦吉美部会長ほか9名
議　題：①機械第一部会との合同議題について

■機械第一・建設合同部会
月　日：11月5日（月）
出席者：吉木政美機械第一部会長ほか21名
議　題：①建設機械の環境対応諸問題について　②建設機械レンタルに関する諸問題について

■広報部会
月　日：11月19日（月）
出席者：丹野光正部会長ほか3名
議　題：①支部だより131号編集について

■「EE東北」作業部会

月　日：11月19日（月）
出席者：斎　恒夫事務局長ほか2名
議　題：①平成13年度「EE東北2001」実施結果について　②平成14年度「EE東北'02」計画審議

■支部創立50周年記念事業幹事会
月　日：11月26日（月）
出席者：丹野光正幹事長ほか8名
議　題：記念事業計画について審議

■除雪部会
月　日：11月28日（水）
出席者：山崎　晃部会長ほか18名
議　題：①平成13年除雪講習会結果と課題について　②平成14年度事業計画について

■「EE東北」実行委員会
月　日：11月30日（金）
出席者：岸野佑次支部長ほか2名
議　題：①平成13年度「EE東北2001」実施結果について　②平成14年度「EE東北'02」計画審議

北陸支部

■除雪機械管理施工技術講習会
①新発田会場
月　日：11月9日（金）
場　所：新発田市カルチャセンタ
講　師：新潟国道事務所・寺尾管理第一課長ほか
受講者：92名
②長岡会場
月　日：11月12日（月）
場　所：長岡市立劇場
講　師：長岡警察署・佐野交通課長ほか
受講者：153名
③新潟会場
月　日：11月13日（火）
場　所：新潟県建設会館
講　師：新潟国道事務所・高木機械課長ほか
受講者：207名
④小山会場
月　日：11月14日（水）
場　所：湯ノ谷地域センタ
講　師：日本除雪機製作所・高木廣氏ほか
受講者：216名
⑤上越会場
月　日：11月20日（火）
場　所：上越商工会議所
講　師：北陸キャタピラ三菱・永井正二氏ほか
受講者：192名
⑥富山会場
月　日：11月28日（水）
場　所：ボルファートとやま
講　師：コマツ富山・中野建二氏ほか
受講者：157名
⑦金沢会場
月　日：11月29日（木）
場　所：石川県地場産業振興センタ
講　師：新潟鉄工所・坂野孝氏ほか
受講者：60名

■冬期施工機材に関する技術委員会
月　日：11月27日（火）
出席者：内山和夫委員長ほか10名
議　題：①冬期施工機材の普及方法　②委員会の今後の活動

中部支部

■技術発表会
月　日：11月1日（木）
場　所：昭和ビルホール
参加者：130名
内　容：①夢の相伴クレーンスーパートップ「武蔵」（日本車輌製造：中島弘夫）　②CSGコンクリートの性状及び製造設修（西松建設：前田薫）　③オンサイト・クローズド型再生コンクリートの概要と適用例（奥村組：森本克秀）　④土被りの少ない粘性土砂山におけるAGF工法の無振動無騒音削孔システム（ハザマ：柳瀬ひろし）　⑤ボックスベアリング横引き工法（安藤建設：寺田友彦）　⑥真空加圧脱水装置を高効率浚渫土処理方法について（前田建設工業：勝又正治）　⑦CPG工法（液状化を克服する静的圧入締固め工法）（三井不動産建設：山本淳一）　⑧建設施工のIT化（最新のGPSを用いた現場システム）（トプコンレーザシステム：江藤隆志）

■企画部会
月　日：11月6日（火）
出席者：宮武一郎部会長ほか5名
議　題：①建設技術フェア2001 in中部への協賛参加内容について検討　②上半期事業報告について検討

■災害対策部会
月　日：11月12日（月）
出席者：宮田　博部会長ほか14名
議　題：①平成13年度上半期事業報告について　②平成14年度部会事業について

■建設技術フェア2001 in中部に協賛参加
月　日：11月15日(木)～16日(金)
場　所：ポートメッセなごや第一展示館
出展者：170社
来場者：9,300名
内　容：①中部地方整備局等34団体主催新技術の活用・普及を促進するために開催

■2級建設機械施工技術研修
月　日：11月25日(日)～27日(火)
場　所：愛知県産業貿易館
受講者：2種45名

■部会長・副部会長会議
月　日：11月30日（金）
出席者：土屋功一支部長ほか9名
議　題：平成13年度上半期事業報告及び同経理概況報告について検討

関西支部

■合同見学会
月　日：11月6日(火)～7日(水)
出席者：斎藤厚士建設業部会長ほか20名
見学会：①苫田ダム工事作業所・(財)高輝度光科学研究センター

■広報部会編集委員会
月　日：11月7日（水）
出席者：五十嵐孝平出版班長ほか4名
議　題：「JCMA関西」第80号の発刊について

■施工技術研修講師打合会
月　日：11月9日（金）
出席者：高津敏夫総括試験監督者ほか6名
議　題：①平成13年度施工技術研修実施要領について

■新機種・新工法委員会幹事会
月　日：11月12日（月）
出席者：河田　巌委員長ほか4名
議　題：①特殊シールドアンケート提出状況　②特殊シールドアンケートとりまとめ方向について　③現場見学会の実施について　④施工技術会の日程について

■2級建設機械施工技術研修
月　日：11月19日(月)～21日(水)
場　所：大阪キャッスルホテル
受講者：1種12名，2種57名

■磨耗対策委員会
月　日：11月20日（火）
出席者：建山和由幹事長ほか8名
議　題：①泥水式シールド工法による長距離高速施工カッタ装置の摩耗について（関電万博シールド作業所長，脇田雅之）　②摩耗に関する文献調査

■広報部会
月　日：11月22日（木）

出 席 者：名竹利行委員長ほか8名
議　　題：①関西支部パンフレット発行について　②特別講演会の開催について

■2級建設機械施工技術研修
月　　日：11月26日(月)～28日(水)
場　　所：大阪キャッスルホテル
受 講 者：2種68名

■建設災害公害分科会
月　　日：11月29日（木）
出 席 者：高橋知之分科会長ほか9名
議　　題：①安全性に関する話題提供と意見交換　②次回分科会の活動内容について

中 国 支 部

■第10回中国地方建設技術開発交流会（山陽地区）
月　　日：11月1日（木）
出 席 者：エソール広島
参 加 者：300名
議　　題：当協会会員からの発表課題「パソコンネットワークを利用した樋門管理システム」（新光産業：松本裕志）

■「国土建設フェア2001」協賛
月　　日：11月2日(金)～3日(土)
場　　所：広島グリーンアリーナ
入 場 者：11,000名
出 展 者：当協会から　①石炭灰の有効利用（中国電力）　②SR合成起伏堰（飯田鉄工）　③ガラパゴスによる建設現場循環型工法（コマツ中国エリアフオフィス）　④インフラ整備に活躍するクリモトのFRP（栗本鉄工所）　⑤水が持っている自らのエネルギーを活かしてコスト縮減と省力化を同時に達成（開成工業）　⑥樋門遠隔監視システム（新光産業）

■建設機械施工技術研修講師事前説明会
月　　日：11月6日（火）
出 席 者：佐々木　康支部長ほか6名
議　　題：①講義の進め方　②パワーポイント画像の紹介　③終了試験について

■運営委員会
月　　日：11月16日（火）
出 席 者：佐々木　康支部長ほか41名
議　　題：①13年度上半期事業及び経理概況について　②中国支部規程等改正について

■道路除雪講習会
月　　日：11月28日（水）
場　　所：くにびきメッセ
参 加 者：108名
内　　容：①国の防雪・除雪計画とその現状　②島根県の除雪について　③冬の交通安全について　④中国産凍結防止剤と試験散布について　⑤河原橋側道の融雪設備について　⑥防雪工法の安全対策と実例

四 国 支 部

■運営委員会・会計監事会・評議員会
月　　日：11月6日（火）
出 席 者：室　達朗支部長ほか37名
議　　題：①人事異動等に伴う役員の変更　②平成13年度上半期事業報告及び同経理概況報告　③平成13年度下半期事業計画　④四国支部規程の改正

■見学会
月　　日：11月19日（月）
場　　所：神戸市・(株)環境保全センタ
内　　容：総合リサイクルプラントの見学
参 加 者：21名

■「最新建設技術」に関する講習会
月　　日：11月19日（月）
場　　所：高松市：サン・イレブン高松
内　　容：①最近のコンクリート構造物補修技術―ウォータジェットによるはつり（建設機械化研究所：谷倉泉）　②建設機械の故障自動診断技術（コベルコ建機：絹川秀樹）
受 講 者：43名

■2級建設機械施工技術研修
月　　日：11月29日(木)～12月1日(土)
場　　所：高松市：サン・イレブン高松
受 講 者：2種51名

九 州 支 部

■建設技術フェア2001 in 関門
月　　日：10月31日(水)～11月1日(木)
場　　所：下関市あるかぽーと，下関水族館「海響館」駐車場
出 席 者：村上　晃部会長ほか6名
内　　容：①「未来（あす）の社会（くらし）を支える人と技術」をキャッチフレーズに暮し・経済社会・安全・環境・地域の5のテーマを設定し，国土交通省九州地方整備局及び建設関係企業が取組んでいる最新技術を「見て」「聞いて」「触れて」もらうことで建設技術を身近なものとして捉え，考え，理解してもらうイベントを開催
出 展 社：83社（うち支部会員43社）
参 加 者：延べ3,000名

■研修講師会議
月　　日：11月5日（月）
出 席 者：久良木　裕講師ほか5名
議　　題：①2級建設機械施工技術研修実施要領及び講義の進め方について

■2級建設機械施工技術研修
月　　日：11月14日(木)～16日(金)
会　　場：福岡建設会館
受 講 者：第2種70名

■第8回企画委員会
月　　日：11月19日（月）
出 席 者：相川　亮委員長ほか10名
議　　題：支部行事の推進について　①2級建設機械施工技術研修実施の件　②建設技術フェア2001 in 関門開催の件　③第18回施工技術報告会開催の件　④平成13年度常任運営委員会開催の件　⑤支部活性化助成金の使途について　⑥支部案内パンフレット作成の件

■第18回施工技術報告会
月　　日：11月21日（水）
出 席 者：41名
内　　容：①ウォータジェットを用いた表面処理工法（OJS工法）について（大林道路：長崎真二）　②バルクエマルション爆薬発破システムの開発と実用化（佐藤工業九州支店：鈴木哲郎）　③トンネル二次覆工マニピュレータの開発について（岐阜工業：稲川雪久）　④自動車専用道におけるトンネルの活線拡幅（ハザマ九州支店：多宝　徹）　⑤浮体式起伏型自動ゲート設備「Auto Flap Gate」設計・施工について（協和製作所：藤井道博）　⑥水門用水圧駆動システム（川崎重工業：羽田靖人）　⑦高速ゲートポンプ（ミゾタ：有松　勲）

編集後記

新年明けましておめでとうございます。

21世紀の最初の年であった昨年は，大変ショッキングな年でした。国民の圧倒的支持を受けて発足した小泉内閣の，構造改革と景気回復のシナリオに立ちはだかったような米国経済の減速と，景気回復の切り札であったはずのIT産業の不況，さらに追い討ちをかけるように米国同時多発テロが発生しました。テロ撲滅のために，アフガニスタンに空爆が続けられ，テロリストを擁護しているタリバン政権の崩壊と世界各地でのテロリストの摘発が伝えられていますが，郵便を利用した炭疽菌テロの広がりもあり，テロリズムとの戦いはまだまだ終わらないという警鐘が鳴らされています。

国内でも，近年にはないほど大勢の方々が亡くなった新宿雑居ビルの火災，日本では大丈夫といわれていた狂牛病の発生といった暗いニュースが多く，どちらも政府や行政の対応の遅れが問題となっています。

もちろん明るいニュースもありました。野依博士のノーベル賞受賞は，一昨年の白川博士に続く2年連続の化学賞受賞です。また，新人賞とMVPのダブルタイトルを受賞したイチロー選手をはじめとして日本人が大リーグで活躍して話題となり，高橋尚子選手はベルリンマラソンで世界最高記録をマークして優勝しました。日本人の自信と誇りを取り戻してくれたような気がします。

暗いニュースは社会が萎縮して景気を後退させますが，明るいニュースは株式市場にもプラスに作用するようです。本年度は是非明るいニュースが増え，景気回復にも明るい見通しを持てる年にしたいものです。

今月号は21世紀第2年度の年初にあたり「21世紀のインフラストラクチュアと多様化する建設技術」をテーマとした特集号としてご執筆をお願いしました。21世紀にあるべき都市のあり方，道路におけるITS，鉄道におけるリニアモータカー，宇宙建設技術，シールド，山岳トンネル，発電技術，動く建築構造物，旋回する浮体橋，建設機械のデザイン，移動式クレーン等の様々な方面から新しい技術の方向性や実績について報文をご執筆戴きました。

本特集号のためにご多忙中にもかかわらずご執筆戴いた方々に厚く御礼申し上げます。

本年も会員および読者の皆様のご健勝と益々のご活躍をお祈り申し上げます。

（久保・百瀬・星野）

No.623 「建設の機械化」 2002年1月号 〔定価〕1部840円（本体800円）年間9,000円（前金）

平成14年1月20日印刷　平成14年1月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人　玉光弘明　印刷人　山田純一

発行所　社団法人　日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号　機械振興会館内

電話（03）3433—1501；FAX（03）3432—0289；http://www.jcmanet.or.jp/

建設機械化研究所	〒417-0801 静岡県富士市大渕 3154（吉原郵便局区内）	電話（0545）35—0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2—8　さっけんビル内	電話（011）231—4428
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16—1　二日町東急ビル	電話（022）222—3915
北陸支部	〒951-8131 新潟市白山浦 1—614—5　白山ビル内	電話（025）232—0160
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄 4—3—26　昭和ビル内	電話（052）241—2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町 1—3—27　大手前建設会館内	電話（06）6941—8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12—22　築地ビル内	電話（082）221—6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町 3—11—22　建設クリエイトビル内	電話（087）821—8074
九州支部	〒810-0041 福岡市中央区大名 1—12—56　八重洲天神ビル内	電話（092）741—9380

印刷所　株式会社技報堂　〒107-0052 東京都港区赤坂 1-3-6