

建設の機械化 ①

2004 JANUARY No.647 JCOMA



速報 国土交通省平成16年度予算

ロボット技術特集

- 建設分野へのロボット導入の課題と将来展望
- 建設機械知能化の現状と展望
- 「技術が支える明日の暮らし国土交通省技術基本計画」の概要
- 国土交通省におけるロボット等を活用した建設施工に関する取組み
- 建設作業に人間型ロボットは使えるか
- 関西圏における次世代ロボット産業の国際拠点化に向けた取組み
- 遠隔操縦ロボット(ロボQ)の開発と施工効率化
- CONET 2003アカデミーロボットの開発状況

ロボット技術特集

遠隔操縦ロボット(ロボQ)の 開発と施工効率化



桜島(野尻川)のスクリーンダムに
堆積した巨石の除去作業状況

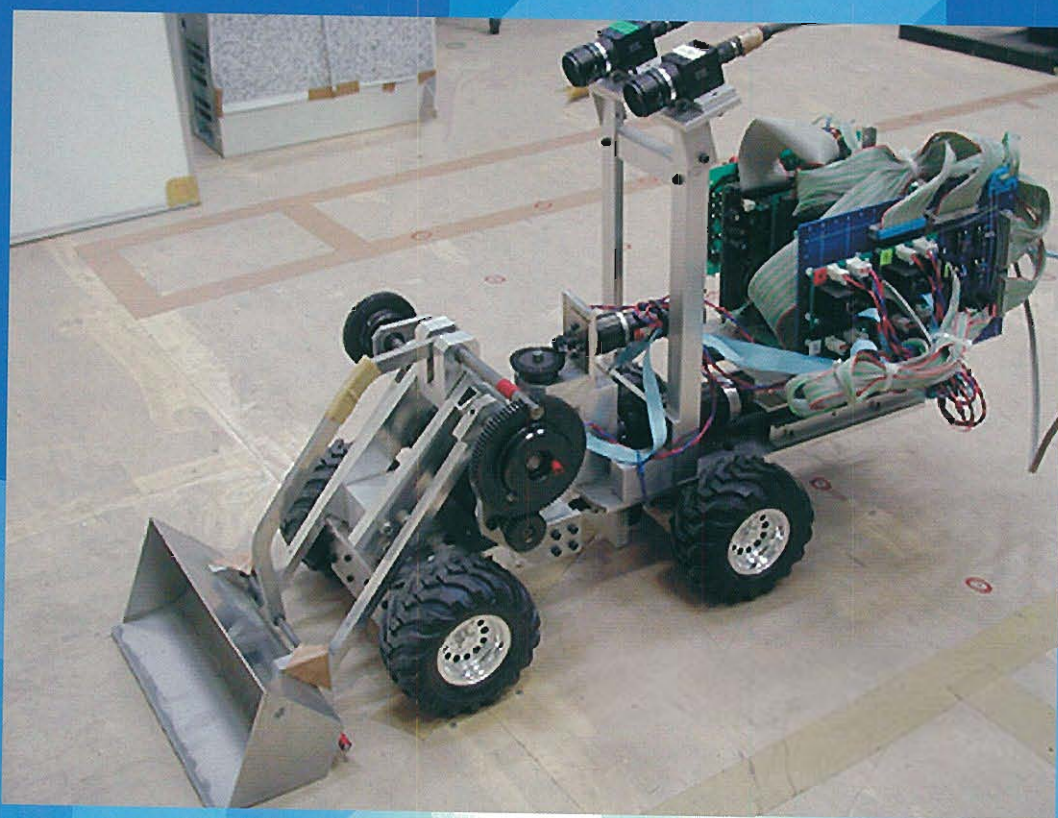
バックホウに搭載した遠隔操縦ロボット⇒



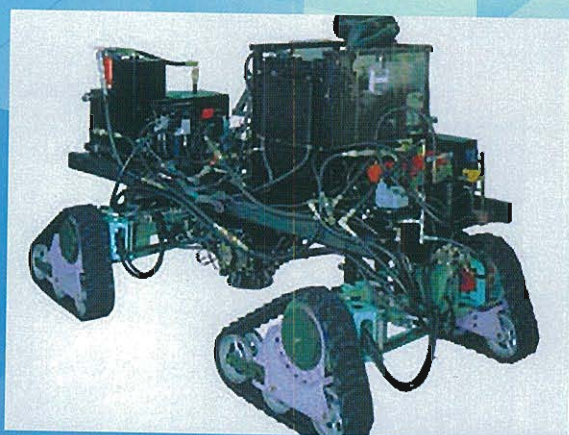
⇓ 遠隔操縦ロボットによる巨石除去作業中



CONET2003 アカデミー ロボットの開発状況



↑ホイールローダ型模型写真:山祇(やまずみ)研究会
(産業技術総合研究所、中央大学、筑波大学、東京電気大学)
ホイールローダの完全自動化システム研究 実験模型「山祇」



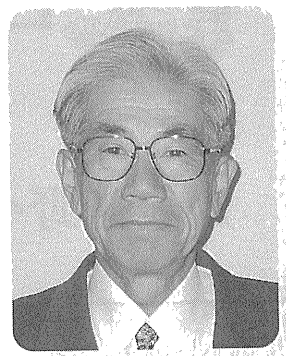
東京工科大学四輪ローラ走行型ロボットフィールドロボット「あるまじろ」↑



東京工業大学4足歩行型法面作業ロボット「TITANXI」⇒

巻頭言

年頭のご挨拶



玉光 弘明

2004年（平成16年）の年頭にあたり、謹んで新年のご祝詞を申し上げます。

昨年は、長い間続いたわが国の経済不況・景気の低迷から、やや回復のきざしが見えてきて、少しばかり明るい気持ちで新しい年を迎えることが出来ました。

設備投資の増加も製造業に止まらず、それ以外の産業にも見られるようになり、デフレも底入れしたといわれますが、中小企業等が本当に再生し、わが国経済が本格的に回復するためには今年が最も重要な年となるように思われます。

第二次小泉内閣も発足し、すでに3年になろうとする不良債権処理など構造改革を早急に成しとげて、わが国の社会経済が安定することを願っております。

国際的にも、各地で事件が生じ、アフガニスタンやイラクの復興をめぐることは、地域住民の待望するにもかかわらず、ゲリラ活動が激しく、復興支援に近寄れない状態が続いています。わが国の最も得意とする海外技術協力がはやく活発に行えるようになることを期待しているところであります。

日本建設機械化協会におきましては、その多くの会員は建設業に係わるものであり、最近のわが国の緊縮財政と、特に建設事業の他の部門に比して、より削減され続けている予算の現状にかんがみ、会員の皆様が非常に御苦労されておりますが、それぞれ独自の構造改革をなしとげ、他の産業と同様に復活される事を期待しております。

当協会としましては、最近取り組んできました組織と業務の改善策の一環として、統合調整のための企画部と企画会議の設置、建設機械化研究所から施工技術総合研究所への変更等により組織の近代化をはかり、業務の内容も新しい時代の要求する課題である、排気ガスその他の環境対策、新技術の普及促進、安全対策、IT化対策等について重点的に取り組んで来ました。新年に入っても、これらの活動を更に充実させてまいりたいと思います。

昨年度は9月上旬に CONET 2003（建設機械と建

設施工技術の展示会）を、一般市民への建設事業のPRに重点を置き少し変わった視点から実施し、多くの関係者から好評を得ました。

また昨年の除雪機械展示会は小松市で行われましたが、今年も新年になってさっそく、2月中旬に山形県米沢市でおこなわれます。更に工夫をこらした展示会になる予定です。

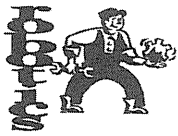
また、昨年からはまった「建設機械要覧」の改定作業も進み、IT時代にふさわしい使いやすいものとして年度末には完成する予定です。

今年の初めの特に大きな仕事としては、最近数年にわたって検討してまいりました「建設生産システム研究」の成果をもとにして、更に昨年末集中的に行われた各委員会等の議論をふまえて、当協会のビジョンとも言えるべき協会活動の理念を再認識し、それに沿った具体的な協会の活動方針を作成したいと考えています。

日本建設機械化協会は戦後50年間にわたりわが国の戦後復興と、それに続く高度成長時代に建設施工の機械化により建設コストの縮減、施工時間の短縮、安全性の向上などを成しとげ、社会経済基盤の整備に大いに貢献し成果をあげて来ました。これからの新しい時代に更に貢献できるように、当協会の最も秀れた特徴である「会員が建設業、建設機械メーカー、コンサルタント、専門工事業、リース・レンタル業、商社等々多種部門から構成され、多分野にわたる幅の広い知識を結集できる」ということを生かし、更に研究所と支部をあわせて全国的に総合的に活躍できるということを協会活動の基本理念に置いて、これからの時代に貢献して行きたいと考えます。

会員の皆様のご協力とご努力をお願いする次第です。

本年も一層のご健康とご活躍を祈ります。



ロボット技術 特集

建設分野へのロボット導入の課題と将来展望

嘉納 成男

産業用ロボットが実用化されるまでには50年を要している。建設ロボットについては、その研究開始から約25年が経過し全面的な実用化まであと少しの忍耐が必要なきにきている。建設ロボットに関する研究・開発は、日本における建設技術のブレイクスルーとして期待されているものの、建設需要の低迷によってややもすると活発な開発が滞る状況にある。

本報文では、建設ロボット研究の起こりと現状を紹介し、建設ロボットが今後果たす役割を述べ、その新しい可能性を見出し、建設需要の活性化へ繋がる期待を示した。さらに、建設ロボット研究連絡協議会が開催している建設シンポジウムについて内容を紹介している。

キーワード：建設ロボット、建設産業、将来展望、建設ロボット研究連絡協議会

1. はじめに

日本において、建設ロボットの研究・開発が活発化したのは、1980年に入った頃である。当時は、まだ、建設産業は需要が伸び悩んでいた時代ではあったが、建設ロボットを将来の建設産業における基盤技術として位置付け、研究開発が積極的に進められるようになった。その後、バブル経済による急激な建設需要の増大に遭遇し、労働力不足への対応と更なる生産性の向上が緊急な課題となり、盛んに建設ロボット開発が行われた。

この時代に建設ロボット開発の最前線で研究・開発・試行などを推進してきたのは、総合工事業や建設機械メーカーであったが、現在その研究開発の活動はややもすると停滞し勝ちである。建設産業における需要の低迷は、労働力不足の緩和や労働賃金の低下によって、建設ロボットの導入の必要性が薄れて来たことと、採算面に対する優位性が崩れて来たことに原因する。このような背景から、現在、建設ロボットに係わる研究開発への積極性が損なわれつつある。

しかし、この技術開発の遅れは、今後の建設産業の国際化や市場ボーダレス時代において、日本が建設生産における生産技術の面で大きな遅れを取る危険性は極めて高いと言わざるを得ない。建設産業は、日本の経済・社会の基盤を構築する重要な産業ではあるものの、その野外作業の多さや、重量物の搬送・取り付け、

高所作業など安全上の問題、更には就業の不安定さなどの多くの課題を抱えている。

日本の人口が減少に向かう2000年代において、上記の建設産業が抱える問題は建設産業への就業の魅力が低減させ、建設産業における労働力の絶対的不足を誘発することは明らかであり、建設ロボットの技術開発は長期的な視点を持って当たることが必要である。

2. 建設ロボットへの道

(1) 産業用ロボットの研究開発と実用化

ロボットと言う単語は、1920年にカレル・チャペックが名付けたと言われ、その後1950年にアイザック・アシモフは、有名なロボットの三原則を提唱し、人間社会において将来ロボットが果たす役割の大きさと開発における課題について明確に提示している。

産業用ロボットとしての開発の動きは、米国のGeorge C. Devolが1954年に出したProgrammed Article Transferの特許である。この特許に基づいて1950年代後半から米国の各社がプレイバック方式の産業用ロボットを開発し、その実用面についての可能性を見出している。さらに、その後も積極的に開発及び実用化が進められ、1970年代には産業用ロボットとしての不動の地位を築くまでになっている。

カレル・チャペックがロボットの名付け親になって50年後の1970年には、産業におけるロボットの実用化の目処が付いたと言える。そして、更なる30年後

の今日、ロボットは産業上重要な働き手にまで成長し、ロボットの存在なしには日本の製造業は成立しないところまで来ている。ボーダレス経済の国際社会において、日本の製造業は労働者の技能とロボットを融合させ、高度な製品を高精度、高生産性、高品質で生産し国際的な価格競争に打ち勝って来た。

(2) 建設ロボットの研究開発と実用化

建設ロボットに対する研究の芽生えは、産業用ロボットの実用化の動きが本格化した1970年代の後半である。

日本産業用ロボット工業会（現、日本ロボット工業会）では、建設ロボットの研究がまだ広く進められていなかった1977年から1980年代の間において、学術関係者、建設関係者や建設機械メーカーの人々を中心に研究会を構成し、表一に示すごとく、内外装塗装、住宅用壁パネル、鉄筋組立、型枠組立などについての先進的な研究プロジェクトを数多く立ち上げている。

これらの研究に携わった人々は、その後、企業や学会における建設ロボット研究の中心的役割を果たし、研究開発の推進に大きな影響を与えた。また、日本産業用ロボット工業会はその後、建設ロボットシンポジウムの事務局となるなど、建設ロボットの研究・普及に大きな役割を果たしている。

表一 日本産業用ロボット工業会における建設に関連するロボット研究（1977年度から1981年度まで）

年度	研究 題 目
1977	・橋梁鉄塔塗装自動化システム策定研究 ・中高層建築の内外装組立の自動化システム作成研究 ・高層外壁面の清掃自動化システムの策定研究
1978	・住宅用壁パネル製造ライン自動化モデルの作成研究
1979	・鉄筋組立作業労働安全システム策定研究
1980	・建築用コンクリート打ち込み型枠のハンドリング・組立自動化モデル策定研究
1981	・大型タンク類自動組立・溶接・塗装システム策定研究

1980年代からは、総合工事業や建設機械メーカーを中心に建設ロボットに対する研究開発が本格的に開始され、積極的な研究が続けられるようになる。1982年には建設企業や建設機械メーカーの賛同を得て、早稲田大学においてWASCOR研究プロジェクトが長谷川幸男教授によって立上げられている。

また、1983年には、建設省総プロ事業として、「エレクトロニクスを利用した建設技術高度化システムの開発」の研究プロジェクトが立ち上がり、国レベルの研究テーマとしての取り組みが始まった。そして、数多くの技術者、研究者が、建設ロボットに関わる研究、

開発、試験、適用に携わるようになった。

この流れは、バブル経済による労働者不足の状況に後押しされる形で、多くの工事現場で積極的に建設ロボットが採用され、その実用化に向けた研究が加速された。この間に多くの建設ロボットが開発され、建設ロボットの実用化の可能性を検証するに十分な成果を上げている。

さらに、この間、日本建築学会及び土木学会において、建設ロボットの研究促進を目的として委員会が設立されている。これらの委員会においてシンポジウム、研究会、講習会が積極的に進められ、日本における建設ロボット研究の促進に大きな弾みが付くことになった。また、これらの組織は、他の諸団体を含めて、1988年には後節で示す建設ロボット研究連絡協議会を共同で発足させ、関連機関の交流を続けている。

1980年から今日までの20年間において、どのような建設ロボットが開発されて来たかを見ると興味深い。

建築分野においては、労働者不足を背景として、ブームを利用したコンクリート打設ロボット、床ならしロボット、鉄筋の配筋ロボットなど躯体工事に関わるものが多く開発された。また、高所作業における労働災害の撲滅に対応して、外装取り付けロボット、鉄骨建て方ロボットが開発された。

さらに、内装工事において、天井仕上げロボット、左官ロボット、タイル張りロボットなど、仕上工程へのロボット化の試みも多くなされた。また、ビル全体をロボット化の対象としたビル自動化施工のシステムも生まれ、建設各社が建物上部に自動建設装置を載せて施工する自動化施工システムを挙げて実用化している。

建物の維持メンテナンスに関わる分野として、検査ロボットとして、外壁タイル検査ロボット、クリーンルーム検査ロボット、外壁塗装ロボット、外壁塗装はつりロボット、外装清掃ロボットなども開発された。

土木分野においては、トンネルの分野では既に機械化が果たされていたため、そのセグメントの取り付けや掘削の制御に関するロボットの開発がさらに進められた。また、広大な敷地造成における掘削重機の制御をロボット化するなど、またGPSを使用した精度管理などへのロボット化が積極的に進められている。さらに、橋梁塗装ロボット、検査ロボット、などの開発も行われた。

さらに、雲仙・普賢岳における火砕流の災害発生に対応して、無人化施工の重要性の認識が高まり、重機の遠隔操作や自動認識など、重機のロボット化に関する開発ならびにその適用が雲仙・普賢岳において行わ

れ、大きな成果を上げている。

3. 建設産業の課題

建設ロボット開発の華々しい歴史は、建設不況期からの日本経済の急速な発展に支えられて来た側面が大きい。このため、今日のごとく、建設需要が長期間低迷し、さらに将来展望がいまだ見えない段階において、建設産業が、建設ロボットの技術開発とその展開について消極的にならざるを得ない状況にある。

しかし、建設産業の今日の問題を解決するためにも、建設ロボット技術の開発は是非とも必要である。

建設産業が抱える問題は、社会のニーズと建設活動の遊離による需要の減少である。人々から新しく建設物を造る意欲が沸いてこない現状にある。いわゆる、ストック社会の到来である。なぜ、建設がストック社会に到達してしまったのは、非常に興味深いものがある。

建設活動をめぐる社会の目は変わってきた。戦後一貫して、建設産業は、経済成長を支えるインフラストラクチャの改善、住生活・都市活動の改善に大きく貢献し、人々もこれを謳歌して今日を迎えている。しかし、この間に、建設活動と社会ニーズとの温度差は大きくなってきたと言える。建設需要の低迷は、日本経済の停滞によってより顕在化しているものの、その本質は社会ニーズの変化が引き起こしている結果であると言える。

以下に、社会の建設産業に対する意識の変化として現れている主な事象を示す。

- ① 環境問題、資源問題、廃棄物問題から派生する建設物の安易な解体、建て替えに対する問題意識
- ② 少子化、人口の低減傾向に起因する諸施設の余り現象
- ③ 日本経済の低迷に起因する将来指向型の先行投資に対する消極的姿勢
- ④ 建設産業における供給能力過剰による買い手市場への移行
- ⑤ 建設技術の成熟と到達感
- ⑥ 日本経済・社会が成熟期を迎え、低成長時代に向けた投資姿勢と出費姿勢への転換
- ⑦ 質や機能の向上指向から、価値（質/コスト、機能/コスト）の向上指向への転換

以上に示す現象は複雑に絡み合い、建設産業において、「ストック社会」、「成熟社会」の到来を予測する大きな根拠となっている。このストック社会への移行は、経済の不況、少子化、環境問題、技術的到達感な

ど多くの要因が時を同じくして日本の建設産業を直撃したことによる。

以上に示した、建設に対する消極的姿勢は、建設生産における技術開発に対する社会の不満を表しているとも言える。労働災害においても全産業における就業者比率が1割の建設産業であるにもかかわらず、労働災害の約1/3を占めるなど、安全上の大きな問題を解決し得ないまま今日に至っている。

また、建設における公衆災害に対する問題は今なお大きな社会的関心事であり、長期間工事、騒音、近隣公害など、近隣住民や企業に多大の影響を与えている現状にある。

さらに、建設物価は消費者物価デフレーターに連動するなど、工業製品のごとく技術開発による価格低減の効果を十分に果たしていない現状にある。建設活動が他の工業製品の製造に比較して、割高感になっていることは否めない。

これらの諸問題は建設産業における技術開発によって、部分的には改善されて来たものの、今なお多くの課題が残されたままになっている。また、課題によっては、建設関係者が技術的には解決が難しいと諦めている面も否定できない。

これらの現状は、社会から見た場合、建設産業における技術進歩の限界と見られ、建設技術の成熟と到達感を感じさせるものとなっている。この結果、社会が新しい建設活動に対してその未来を見出せない現状にある。

現状の建設産業は、これらの諸問題について「技術的解決策」を提示することが求められている。建設産業は国の基幹産業であるにもかかわらず、古くから労働集約的であり失業対策の対象として考えられて来たとともに、地場産業を育成する余地、建設技術の高度化について消極的な姿勢が見られた。

建設ロボットには、これらの建設技術発展の閉塞感に対する解決策を与える機会になることが期待される。新しい建設産業を再構築していくには、これまでの労働集約的な産業体質から脱皮し、高度なロボット技術を生産体制の基盤とした「装置化産業」としての側面も有していかなければならない。

将来、建設需要の低減を上回る建設就業者人数の激減が予想されており、それまでの間に、日本の建設需要を担うに十分な供給能力を建設産業が具備しなければならない。建設ロボットの技術はその基幹的役割が期待される。

4. 建設ロボットへの期待

(1) 建設活動におけるロボットの役割

建設ロボットが将来果たす役割は、非常に多いと言える。前章で示したごとく、

- ・環境問題
- ・資源問題
- ・廃棄物問題
- ・労働災害の抜本的な解決
- ・新しい機能や性能を有した建設物の提供
- ・価値（質/コスト、機能/コスト）の向上

など、日本の経済、社会のインフラストラクチャ整備をさらに高度に進める基盤技術となることが期待されている。

建設ロボットが建設分野で果たす役割は、以下の事項に要約される。

① より良い建設物を社会に

社会が望む建設物を達成する。より安い価格で、高い品質で提供するとともに、従来では提供できなかった建設物（例えば、大深度地下空間、超々高層建築）を社会に提供する。

② より良い建設活動を社会に

社会が望む建設プロセスを達成する。労働環境の整備、苦渋作業の回避、労働災害の撲滅、労働生産性向上による労働者の就業環境の改善、賃金向上を果たす。

③ より良い建設環境を社会に

近隣社会に建設活動における悪影響を与えない。交通問題、騒音、振動、粉塵など近隣への公衆災害の撲滅、短工期の達成による近隣環境への影響の最小限化を果たす。

④ より良い自然環境を社会に

建設活動において派生する自然環境への影響を最小限に抑える。建設廃棄物のリサイクル、リユース、自然環境を乱さない建設工法の開発によって、より良い自然環境を達成する。

これらを達成する技術的課題の多くは、建設ロボットの技術を展開することによって為し得ると考えられる。

建設における「もの造り」の技術の進歩によって、造られる建設物の品質、精度、機能はさらに向上し、社会の新しいニーズを生み出すことになる。建設ロボットに関わる技術シーズを高めることによって、新しい建設活動を可能にし、それに対応した形で社会の建設に対するニーズも増大する。このシーズとニーズの好

循環を引き起こすことが建設ロボットに期待されており、それは新しい建設需要を生み出すことになる。

(2) ロボット技術と情報技術の融合

現在、ロボット技術とともに、情報技術の発展が目覚ましい。元来、ロボット技術と情報技術とは異なる分野から建設への展開を果たして来たが、今日これらは融合しようとしている。

建設活動では、「ものを造り出す」とともに、「協業する」と言う重要な要素がある。

建設活動は、多様な材料、部品、部材を使用して複雑な生産プロセスが必要であるとともに、必要となる技能、技術は多くの分野、組織に分かれて存在する。このため、建設活動では、多くの人々、組織が、効率よく、かつ適正に協業して初めて、よいものを造り出すことが出来る。

建設ロボットをさらに展開していくうえでは、建設産業の構造を視野に入れて、以下の二つ技術を融合して展開していくことが期待される。

① ものを造り出す技術としての建設ロボット技術 (RT: Robot Technology)

② 協業して建設活動をする技術としての建設情報技術 (IT: Information Technology)

すなわち、建設 RT& 建設 IT として、展開していく姿勢が必要である。

IT 技術としては、CALS（生産・調達・運用支援情報システム；Continuous Acquisition and Lifecycle Support）が建設ロボットとは別の方面から展開されている。建設におけるロボット化が必要とする、綿密な資材調達・搬入や工程進捗を達成するには、産業界全体におけるこれらの情報化が不可欠である。

さらに、建設ロボットが建設現場において自由に動き回るには、建設現場の3次元的情報が必要となり3次元 CAD や VR (Virtual Reality) の技術が展開されて行かねばならない。さらに、建設関係者に対する密なる情報交流を図るためには、工事現場の各種情報を可視化する技術も必要になる。

5. 建設ロボット研究連絡協議会の活動

(1) 組織

建設ロボット研究連絡協議会は、現在、社団法人土木学会、社団法人日本建築学会、社団法人日本ロボット学会、社団法人日本建設機械化協会、財団法人先端建設技術センター、社団法人日本ロボット工業会の6団体から構成されている組織である。各団体から建設

ロボットに関連する部署及び委員会から委員が選任されて本協議会を構成している。

建設ロボット研究連絡協議会の起こりは、1988年に開催した日本における国際建設ロボットシンポジウムの運営委員会において、今後の建設ロボットの研究開発の促進、国際研究協力の推進等を目的として設立することが提案され、今日に至っている。

建設ロボット研究連絡協議会の特徴は、建設ロボットに関連する学会、協会、業界が一つになるとともに、建築分野、土木分野、建設機械分野、ロボット分野からのメンバーで構成している点である。それぞれの委員は所属や専門が異なるが、建設ロボットの研究、開発と言う接点で結ばれており、建設ロボットシンポジウムやフォーラムなどの開催とともに、関連分野の方々が建設ロボットに関連する話題の交流の場となっている。

(2) 建設ロボットシンポジウム

建設ロボットシンポジウムは、今年度に第10回を迎える。

第1回シンポジウムは1990年に開催され、その後毎年開催され、建設ロボットの研究開発についての多くの研究発表がなされた。その後、建設産業の不況期に入り2000年から隔年開催として今日に至っている。

今年度の建設ロボットシンポジウム（開催日：2004年9月2日～3日）のテーマは、「建設産業をリードするロボット技術（RT）& 情報技術（IT）」と題して、建設分野における幅広い、ロボット技術とともに、情報技術までも含めた展開を目指している。シンポジウムでは、毎年40編程度の論文応募があり、下記に示すテーマについて、研究発表が行われている。

(a) 建設生産についての将来展望：

- ① 建設現場におけるロボット、ITのニーズ
- ② 建設ロボット開発をめぐる状況
- ③ 設計・施工情報の活用
- ④ ロボット化施工と設計の課題
- ⑤ ロボットをめぐる計画・管理技術

(b) 計画・管理技術：

- ① 建設ロボットの経済性分析
- ② 工事計画・管理手法
- ③ IT利用技術
- ④ 情報化施工
- ⑤ 知識工学、AI利用
- ⑥ バーチャルリアリティ技術
- ⑦ ロジスティクス、CALS
- ⑧ ロボット化施工の品質と生産性

(c) 要素技術：

- ① センサ、画像処理
- ② エンドエフェクタ
- ③ 教示方法
- ④ 遠隔制御・自律分散制御
- ⑤ 移動ロボット
- ⑥ マンマシンインタフェース
- ⑦ 計測、診断
- ⑧ 情報システム

(d) 新領域分野：

- ① 環境関連のIT・ロボット技術
- ② 防災関連のIT・ロボット技術
- ③ 安全回復（地雷除去、不発弾処理）
- ④ リニューアル（維持、補修）
- ⑤ 急速施工（立体交差技術）

(e) 適用事例：

- ① 地下壁・基礎工事の自動化、IT化、ロボット化
- ② トンネル工事の自動化・IT化・ロボット化
- ③ 構造体構築の自動化、IT化、ロボット化
- ④ 建設機械の無人化施工
- ⑤ 海洋工事の自動化・IT化・ロボット化
- ⑥ 加工・組立・仕上設備工事の自動化、IT化ロボット化
- ⑦ 搬送・揚重の自動化、IT化、ロボット化
- ⑧ 検査（計測・探査・診断）の自動化、IT化ロボット化、
- ⑨ 補修・解体の自動化、IT化、ロボット化

(3) International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)

建設ロボットにおける国際シンポジウムの開催は、1984年に遡る。

米国のPittsburgh, Carnegie Mellon大学で、最初の建設ロボットに関するシンポジウムが開催された。規模的には小さなものであったが、日本を含む各国からの参加者を得て開催された。正式には国際とは謳ってはいなかったものの実質的には国際シンポジウムであった。現在ある国際建設ロボットシンポジウムの第1回となっている。

その後、米国、フランス、イスラエル、日本、イギリス、ドイツ、ポーランド、スペイン、台湾、オランダの各国（開催国順）でシンポジウムが開催され、日本ではこれまでに3回開催されている。

次回国際建設ロボットシンポジウムは、2004年9月21～25日、韓国で開催される予定である。

6. おわりに

建設ロボットの研究・開発が始まって、ほぼ25年が経過した。産業用ロボットは今日の姿で活躍するまでに50年を要している。その間、工場に設置したものの人手に比べてその価値を見出せなく撤去されたロボットも多くあったと聞く。現在の建設ロボットは、その実用化に対する技術的な目処が確認出来た初步の段階であろう。目先の利益にかかわらずじっくり時間を掛けて試行錯誤を積み重ね改善していく時期である。

時悪く、建設産業の停滞の時代に遭遇した。建設ロボット技術によって、社会の建設に対する新しいニーズを生み出すことを目指して、研究開発を進めていく

べきである。

《参考文献》

- 1) 建設省：建設省総合技術開発プロジェクト・エレクトロニクス利用による建設技術高度化システムの開発，1988.12
- 2) 長谷川幸男（編者）：建設作業のロボット化，工業調査会，1999.1
- 3) 建設作業ロボット化共同研究プロジェクト：建築のロボット化をめざしてこの10年，早稲田大学システム科学研究所，1992.11

【筆者紹介】

嘉納 成男（かのう なるお）
早稲田大学理工学部
建築学科
教授
工学博士
kano@waseda.jp



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」（環境庁告示）が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施行されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論（建設工事と公害，現行法令，調査・予測と対策の基本，現地調査）
- 各論（土木，コンクリート工，シールド・推進工，運搬工，塗装工，地盤処理工，岩石掘削工，鋼構造物工，仮設工，基礎工，構造物とりこわし工，定置機械（空気圧縮機，動発電機），土留工，トンネル工）
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程，建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法，建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説，環境騒音の表示・測定方法（JIS Z 8731），振動レベル測定方法（JIS Z 8735）

■体 裁：B5判，340頁，表紙上製

■定 価：会 員 5,880円（本体 5,600円） 送料 600円

非会員 6,300円（本体 6,000円） 送料 600円

・「会員」本協会の本部，支部全員及び官公庁，学校等公的機関

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289



建設機械知能化の現状と展望

高橋 弘

現在、ほとんどの建設作業は機械化されており、一部の作業では自動化機械が導入され、作業効率の向上に寄与している。さらに建設機械に各種センサを搭載して、機械を知能化する試みも行われつつあり、近未来では自ら作業状況判断して簡単な作業を実行する知能化建設機械が開発されると考えられる。建設機械は不整地の建設現場を移動し、自然界を対象にして作業を行うことが多いので、知能化建設機械は移動作業ロボットにならざるを得ない。本報文では、建設機械知能化システム概念を述べ、知能化要素技術について概観する。

キーワード：建設機械、知能化、知的センサ、環境認識、自律移動、自律施工

1. はじめに

近年、「知能化」という言葉が多く分野で頻繁に使われている。この言葉の意味するところは様々であり、センサ情報に基づく簡単なオンオフの制御からアクチュエータのきめ細かい制御まで幅広い。知能化のための要素技術も様々な分野で研究されているが、建設機械の知能化は、他の製造業における機械の知能化に比べて遅れているのが現状である。この理由としては、

- 建設機械は自然界を対象にしており、対象物の形状が不定形で常に形状が変化すること、
- 重量物をハンドリングしなければならないこと、
- 環境の変化の影響を大きく受けること、
- 土砂・鉱石とバケットなどのエンドエフェクタとの相互関係は土質の影響を大きく受け、その記述には多くのパラメータを必要とすること、

などが挙げられる^{1),2)}。

しかし、近年、社会問題となりつつある熟練オペレータの減少や災害復旧現場での作業のような作業員にとって危険な環境からの作業員の解放・安全確保、さらには作業の効率化などに対処するために、建設機械の知能化・自動化に多大の期待が寄せられている。

本報文では、初めに建設機械自動化の一例を紹介し、次に建設機械を知能化するための要素技術について詳述し、最後に建設機械知能化の今後の展望について簡単に述べることにする。

2. 建設機械自動化の現状

現在、建設作業のほとんどは機械化が進み、作業員が人力とする作業は極めて少なくなっている。また建設機械自動化の研究も精力的に進められており、既に実作業に用いられているものもある。ここでは、建設機械自動化の一例を簡単に紹介する。

(1) クローラドリル^{3),4)}

クローラドリルはベンチ発破を行う際の発破孔を削孔するための機械であり、岩質に合わせてフィード速度や回転数、打撃数などをファジー制御し、入力された深度までロッドを継ぎ足しながら自動削孔する自動化機械が既に開発されている。

(2) ダンプトラック^{3),5)}

無人ダンプトラックは、日本でも一部の鉱山で既に使用されている。この無人ダンプトラックの走行は、後述するデッドレコニング（推測航法）方式を基本としており、これに加えてレーザ距離計と反射板を用いて内界センサの計測誤差を打消す制御方式などが採用されている。さらにGPSを用いたダンプトラックの移動制御方法などについても検討されている。

(3) ホイールローダ³⁾

自動化技術として、タイヤスリップ防止システム、自動掘削システム、Vシェーブ移動の自動化、自動ローダなどが実現されている。またホイールローダの

操舵方式はアーティキュレート・ステアリング方式であり、この特徴を考慮した移動制御則などについても検討されている。

(4) ロータリ除雪機⁶⁾

除雪作業の省力化、省人化を図る目的で車両の運転操作の自動化が試みられている。車両を走行させる道路にレーンマーカを埋設し、車両には検出センサを搭載してマーカからの信号を検知し、車両を埋設軌道に誘導するものである。さらに GPS/GIS を用いて車両の位置を特定し、走行制御を行う試みも行われている。

(5) モービルマイナー⁷⁾

元々は鉱山の坑道を掘削するために開発された機械であり、直径 120~130 inch 程度のカットホイールの外周にディスクカッタを装備し、カットホイールを左右にスイングすることにより坑道を掘削する。日本では、従来のモービルマイナーにブームを取付け、カットホイールを上下にも動かすことにより自由断面を掘削できるようにし、トンネル掘削に使用された実績がある。掘削も含めた機械の一連の動作は PLC (Programmable Logic Control) で全て自動制御されている。

(6) パワーショベル^{8),9)}

バケットの位置を設定軌道に沿って移動させるための制御則の検討やバケットに作用する掘削抵抗力の解析など、本機械に関しては様々な研究が進められている。

(7) シールド掘進機・TBM¹⁰⁾

機械本体の位置・姿勢の制御からセグメントの組立てまで、ほぼ一連の作業が自動化された優れたトンネル掘進機であり、既に数多くの施工実績を有する。

(8) ドラグライン¹¹⁾

バケットがワイヤにより吊下げられているため、ブームを回転させた時のバケットの振動制御が自動化のキーポイントになるが、このバケットの揺れを視覚センサで捉えてバケットの揺れを自動制御し、作業を自動化する試みが行われている。

この他にも、ドリルジャンボやブルドーザなど様々な建設機械で自動化のための研究が進められているが、紙面の関係上、割愛させて頂く。

3. 建設機械知能化システムの概要

建設機械にかかわらず、ほとんどの知能ロボットの構成要素は「環境情報を取込むセンサ」、「センサによって取込まれた情報を認識・判断する知識」および「実際に作業を行う部分を制御するアクチュエータ」であり、これらをまとめると図-1 に示すようになる¹²⁾。

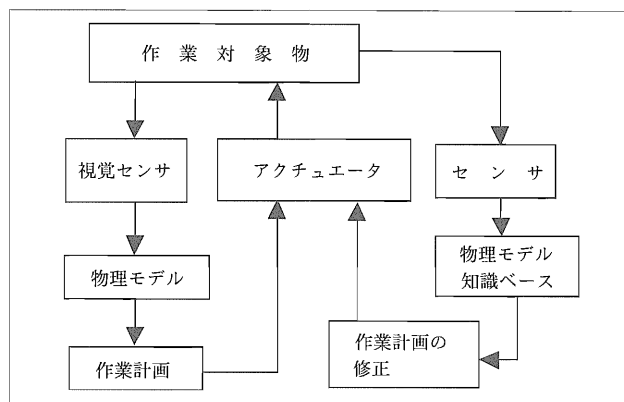


図-1 知能化建設機械の構成要素

例えば、発破で起砕された岩石の掘削作業を考える場合、作業の対象は破碎堆積物であり、この破碎堆積物の堆積状況などの3次元情報および作業対象物と自分(知能建設ロボット)がどれくらい離れているかなどといった情報をセンサで取得しなければならない。

破碎堆積物の堆積状況が把握でき、自分を取巻く環境の認識が行われたら、次にコンピュータなどに蓄えられている知識を基に、実際にどのように作業を行ったら効率よい作業が行えるか、といった作業計画を構築することになる。そして最後に、この作業計画を遂行すべくコンピュータは各アクチュエータに指令を出し、実際に作業を行う。もし、作業空間が知能建設ロボット用に整備されたものであり、外界からの外乱や予期せぬ状況などが起こりにくい環境であれば、以上のシステムだけで作業の大半は達成できる。

しかし、建設機械が対象とする相手は自然界であり、知能建設ロボット用に整備された環境とは言い難い。地面の状況も一様ではなく、柔らかい部分もあれば硬い部分もある。含水率や透水性も場所によって異なる。特に発破によって起砕された堆積物では、岩石の粒度は一定ではなく、時にはハンドリングが困難になるような大岩が含まれることもある。

掘削作業あるいは積込み作業が進行すれば作業環境はその都度変化する。つまり、これらの作業は事前に定型化された作業の繰返し(ティーチングプレイバック)だけでは達成できないばかりでなく、作業前にセ

ンサによって得られた情報を基にして構築された作業計画を途中で変更しなければならないことも頻繁に生じる。

すなわち、知能建設ロボットには一旦作業を開始したら、別なセンサで作業の進行状況を把握し、硬い岩石にぶつかっているとか、外乱のため目標軌道を追従できていないといった状況が発生したら、知識ベースを基に作業計画を変更するという一連の動作を自律的に行うことが要求される。

4. 建設機械知能化の試み

人間は、視覚、聴覚、臭覚、触覚、味覚のいわゆる五感により周辺環境の情報を得ているが、視覚からの情報は、人間が取得する全情報の8割を占めると言われている¹³⁾。建設機械を知能化する場合も同様であり、視覚センサは必要不可欠であると考えられている。また建設作業現場は日々変化し、また広大であることが多く、その結果、建設ロボットは移動作業ロボットにならざるを得ない。ここでは、

- ① 作業対象物の自動認識、
- ② 自律移動、
- ③ 作業の自律施工、

について建設機械知能化要素技術の現状を簡単に紹介する。

(1) 作業対象物の自動認識

作業対象物の認識方法としては、超音波センサを用いる方法、レーザスキャナを用いる方法、画像を用いる方法などがある。

(a) 超音波センサによる方法¹⁴⁾

超音波センサによる環境認識では、一般に音波の伝播速度を利用して対象物までの距離を計測する。すなわち、発信素子から超音波を発射し、対象物に当たって返って来る音波を受信素子で受信し、その間の時間 t を計測する。音波の伝播速度を a とすると、対象物までの距離 L は(1)式で与えられる。

$$L = (ta) / 2 \quad (1)$$

これは一般に点計測であるので、この計測をある範囲内にわたって何点も行えば、対象物の形状が得られることになる。計測結果を物体の見え方としてデータベース化して、コンピュータに蓄えておき、機械の目として利用しようという試みもある。

(b) レーザスキャナによる方法¹⁵⁾

計測原理は超音波センサと同じであるが、レーザは指向性が高く、減衰が少ないので超音波距離計よりも

精度の高い計測が可能である。ただし、レーザ距離計は、粉塵が発生するような場所ではレーザが粉塵によって乱反射してしまうので、計測結果に誤差が生じたり使用が困難となるなどの問題がある。この問題点に対して、Dust Cloud という概念を導入し、対象物までの距離を正確に把握しようとする試みも行われている¹⁶⁾。

(c) 画像による方法

画像を用いた視覚センサでは、広範囲の情報を瞬時に把握することが可能であり、また目的に応じて柔軟に後処理に対応できるなどの利点があることから、機械を知能化するための視覚センサとして有望視されている。しかし、近年、コンピュータが急速に発達したとは言え、コンピュータの画像認識機能はまだ十分ではない。それゆえ、対象を限定して画像認識機能を確立していくのが有効であると考えられる。

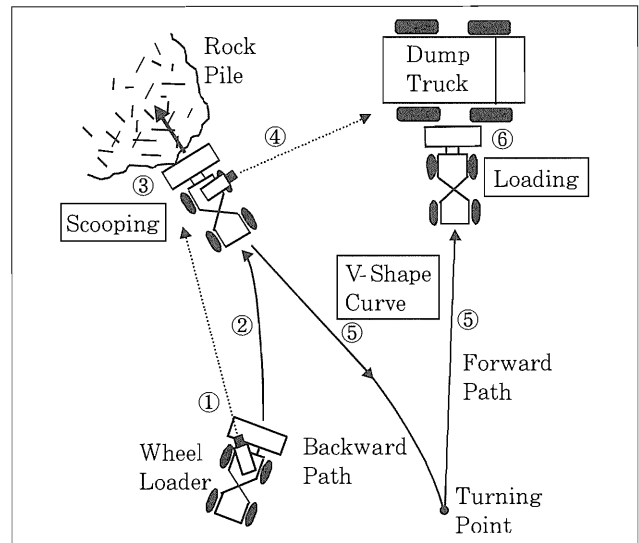


図-2 ロータによるダンプトラックへの土砂の自律積み込み作業の概念

図-2は、ローダによるダンプトラックへの土砂の自律積み込み作業の概念図を示したものであり¹⁷⁾、この場合の自律作業は以下ようになる。

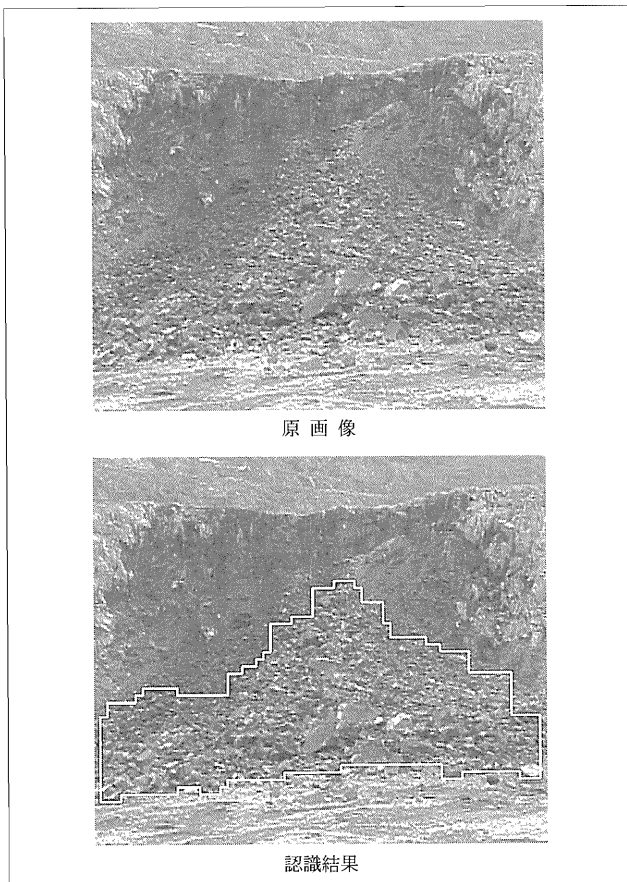
- ① ロータにはビジョンシステムを搭載し、ビジョンが山の形状、堆積量を認識し、バケットを貫入させる位置、方向を決定する。
- ② バケット貫入位置、方向を基にローダの移動軌跡を生成し、この移動軌跡に沿ってローダを移動させる。
- ③ すくい取り作業計画を構築し、バケットを制御して土砂をすくい取る。
- ④ ロータに搭載したビジョンシステムがダンプトラックの位置、姿勢を認識する。
- ⑤ ダンプトラックまでの移動軌跡を生成し、この

移動軌跡に沿ってローダを移動させる。

- ⑥ ローダはダンプトラックに近づき、積込み作業を自律的に遂行する。

著者らは、発破により起砕された破碎堆積物に対象を限定し、破碎堆積物を認識する画像処理アルゴリズムを提案している¹⁸⁾ (図—2の①の作業に相当する)。詳細は文献¹⁸⁾に譲るが、微分処理や面積処理などの基本的な画像処理法と破碎堆積物が有する特徴を組み合わせることにより複雑な背景から破碎堆積物のみを抽出した。

図—3は原画像とそこから抽出された破碎堆積物を示している。また二つのカメラを用いて複眼視を構成し、左右それぞれのカメラから取得される画像を上述の方法で処理して破碎堆積物を抽出し、その輪郭から左右の画像の対応点を自動的に検出し、破碎堆積物の量を推定する試みも行われている¹⁹⁾。



図—3 画像処理による破碎堆積物の認識

さらに著者らは、ロード・ホール・ダンプ模型（以下、LHDと記す）に視覚センサとしてCCDカメラを搭載し、カメラから得られる破碎堆積物の画像を処理して、バケットを貫入すべき位置、方向を認識し、碎石のすくい取り作業を行った結果、堆積物の端から順にすくい取りを行うティーチングプレイバックによ

る作業と比較してすくい取り回数が減り、作業効率が向上することを確認した²⁰⁾ (図—2の①と③の作業に相当する)。

本実験は、堆積量を3次元的に把握したものではなく、プリミティブなものであるが、対象物を常に認識し、最適な作業計画を構築して作業を実行することの重要性を示すものであると考えられる。建設現場を取巻く環境は複雑であるが、ほぼリアルタイムに作業環境を認識できる視覚センサの開発が期待される。

(2) 自律移動

建設機械のナビゲーション方法としては種々のものが提案されているが、その基本システムは内界センサと外界センサとの融合による移動である。

内界センサとは機械自体が有するセンサであり、ロータリーエンコーダ、ジャイロ、レーザレンジファインダ、加速度計などがある。一般にはジャイロで進行方向を知り、エンコーダで移動距離を計測して自己位置を把握する方法が取られるが、内界センサは計測誤差が蓄積するので、この誤差をキャンセルするのが外界センサである。以下に、ナビゲーション法のいくつかを紹介する。

(a) 誘導方式によるもの

① 電磁誘導線を用いる方法²¹⁾

機械の移動経路に沿って地下に電磁誘導線を埋設し、この誘導線に電流を流して磁界を発生させる。一方、機械には検出器を搭載し、検出器が磁界を追いながら機械を移動させる方法である。

機械自体にはジャイロとエンコーダを装備させ自己位置を認識させるが、一種の外界センサとしての誘導線により誘導線からの誤差を小さくするようにステアリングや車速などを制御して進む方法である。

② 光学反射ラインを用いる方法²²⁾

地下に電磁誘導線を埋設する代わりに、坑道やトンネルの天盤に光学反射ラインを設置し、カメラによりこのラインを検出し、画像処理によりラインからの偏差を把握し、ラインに沿うようにステアリングおよび車速を制御する方法である。

メインの光学反射ラインの脇にバーコード状にラインを所々に設置し、カーブや切羽、あるいはダンピング地点が近づいていることを機械に認識させる工夫が施されている。

(b) 自律移動方式によるもの

① デッドレコニング（推測航法）による方法^{3), 23)}

ジャイロにより機械の進行方向を求め、エンコーダにより移動距離を求めて自己位置を把握する方法であ

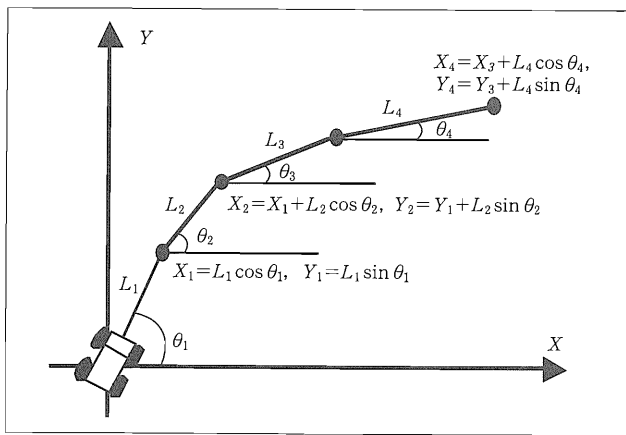


図-4 デッドレコニングによる自律走行の原理

る。図-4 にその原理の概略を示す。

前述したように内界センサだけでは誤差が蓄積するので、例えば、走行経路の脇に反射板を設置し、ダンプトラックの側面からレーザを照射し、反射板で反射して戻って来るまでの時間から走行経路からのずれを計測し、ずれをキャンセルするようにステアリング等が制御されている。

② 超音波を用いる方法²⁴⁾

これは主としてトンネル・坑道内を走行する機械に適用される方法であり、機械の左右の側面に複数の超音波センサが設置されている。この超音波センサにより壁面から機械までの距離を計測し、壁面に衝突しないように機械が制御されている。

トンネル・地下坑道などを自律走行する場合、分岐などを早めに認識する必要がある。一般にはランドマーク（道標）を設置することが多いが、地下環境ではランドマークの設置にはコストがかかり、またメンテナンスも大変であるので、坑道の形状を一種のランドマークに見立てようとする研究もある。

この場合は、分岐などはランドマークとして使用できるので、分岐を検出するために超音波センサをできるだけ進行方向に向ける必要がある。しかし、角度を急にすると反射波が得られないので、最適な角度に設置する必要がある。

③ 視覚センサを用いる方法

視覚センサとしては2台のビデオカメラを用いて複眼視を構成する場合が多い。高性能の画像処理装置を用いて画像を瞬時に処理し、対象物までの距離を把握して機械を設定経路に沿って制御する方法である。

著者らは、ローダにCCDカメラを搭載してダンプトラックを認識するための画像処理アルゴリズム²⁵⁾（図-2の④の作業に相当する）や、逆にダンプトラック模型にCCDカメラを搭載し、ローダを認識しながら接近する画像処理アルゴリズム²⁶⁾などを提案してい

るが、詳細は文献^{25), 26)}を参照されたい。

(3) 自律施工

建設機械が自分の作業対象物を認識し、対象物のところまで移動した後は、実際の作業を自律的に行う必要がある。ダンプトラックなどの運搬機械の役割は土砂、碎石などを運搬することであるから自律走行が主な目的になり、この作業はほぼ実用化の域にある。

一方、パワーショベルやホイールローダによる掘削作業などでは、自然界に積極的にアプローチすることになるが、地盤の不均質性や岩石の粒度の不均一性などのため、自律掘削作業が困難な状況にある。

この掘削作業を自律化するためには、機械自らが作業の進行状況を把握する必要があり、そのためには作業が順調に進んでいる時の理論掘削抵抗力をあらかじめ把握しておき、さらに機械には力覚センサを搭載して作業中の掘削抵抗力を取得し、理論掘削抵抗力と比較検討することが必要である。それゆえ、パワーショベルやホイールローダのバケットに作用する掘削抵抗力を理論的に予測するためのモデルの開発が行われている^{27)~30)}。

自律施工の一例として、著者らは大岩の自律破碎システムを開発している³¹⁾。本システムは、

- ① 大岩の自動検出
- ② 大岩の3次元位置計測
- ③ 大岩破碎の実行

の3つのサブシステムから構成されている。

①は(1)作業対象物の自動認識、に相当し、②は、油圧ブレーカを移動させるため(2)自律移動、に相当する。③のサブシステムが、いわゆる(3)自律施工、に相当するが、本システムでは、油圧ブレーカの「のみ」の部分に歪ゲージを貼付けて力覚センサとし、打撃を自動的に開始し、さらに大岩が破碎された時に直ちに打撃を停止するアルゴリズムを開発している。

一方、地盤に積極的にアプローチしながら自動化を達成している優れた機械にシールド掘進機およびトンネルボーリングマシン(TBM)がある。機械の位置、姿勢の制御やセグメントの自動組立も既に実施されており、今後は多様な地質構造に柔軟に対応できる制御システムの確立が待たれる。

5. 建設機械知能化の今後の展望

我々は大量の資源、エネルギーを消費し、インフラストラクチャを建設・整備して豊かな文化生活を営んできたことは誰しもが認めるところであろう。この豊

かな文化生活を維持し、さらに発展させるためには、未利用の資源・エネルギーの有効活用が必要不可欠であるとともに、新たなインフラストラクチャの建設および社会基盤整備が重要な課題である。そして、建設機械の高度活用なくして、この課題の解決はありえない。

しかし、近年、環境問題がクローズアップされるにつれて、「開発＝環境破壊」というイメージから、ややもすると建設機械は環境破壊の一因であると言われることもある。そこで次世代の建設機械はどうあるべきか。キーワードは、「環境」、「リサイクル」そして「安全」であると著者は考えている。

まず、次世代の建設機械は、「環境調和型」である必要があり、環境と調和しながら建設機械を上手く利用して、資源・エネルギーの開発、新たなインフラストラクチャの建設を進めるべきであると考え。すなわち、状況に応じて環境負荷を最小にするような作業工程を自ら選択できるような環境調和型知能化機械の開発が期待される。

「リサイクル処理」は、環境に優しい建設機械の開発につながるばかりでなく、「資源循環型社会の構築」に大いに寄与する。著者らは、掘削土砂、建設残土のリサイクル処理機械最適設計支援のための土砂混合シミュレータの開発^{32), 33)}や建設汚泥等の高含水比泥土の新しい再資源化処理工法の開発^{34), 35)}を行っているが、このような建設廃棄物の再資源化処理や汚染土壌の修復処理では、土砂と添加剤の混合処理が極めて重要な役割を果たす。しかし、土砂の混合処理は土質の影響を大きく受け、非常に複雑である。したがって、土砂の混合処理を行いながら、機械自らが土質を判断し、最適な操業条件に自らを自動制御するような知能リサイクル処理機械の開発が望まれる。

また災害復旧現場や地下深部での開発作業では、「安全」のための自動化・ロボット化技術が必要不可欠である。つまり知能化建設ロボットは我々の豊かな文化生活を発展させるためになくてはならない次世代建設機械と言える。知能化建設機械の1日も早い実現を期待し、本報文の結びとするが、誌面の関係上および著者の力不足からカバーしきれなかった多くの文献等がある。読者の方々からご批判を頂ければ幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) S. Singh and R. Simmons: Task Planning for Robotic Excavation, Proc. of the 1992 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.1284-1291, 1992
- 2) S. Singh: A Survey of Automation in Excavation, 資源・素材学会誌, Vol.112, No.8, pp.497-504, 1996
- 3) 三宅謙三郎ら: 砕石業における岩石採取作業の自動化技術開発, 資源・素材学会誌, Vol.112, No.8, pp.571-580, 1996
- 4) 古河さく岩機販売(株)パンフレット
- 5) A. Hori et al.: Off-highway Truck Unmanned Navigating Systems, Proc. of the 2nd Int. Symposium on Mine Mechanization and Automation, pp.425-434, 1993
- 6) 吉田 正ら: ロータリ除雪車の自動操舵支援システム, ジオメカトロニクスの高度展開と社会基盤整備に関するワークショップ講演論文集, pp.76-81, 2002
- 7) 内田正孝ら: 硬岩自由断面掘削機の自動掘削について, 第6回建設ロボットシンポジウム講演論文集, pp.59-64, 1997
- 8) Q.P. Ha et al.: Force and Position Control for Electro-hydraulic Systems of a Robotic Excavator, Proc. of the 16th Int. Symposium on Automation and Robotics in Construction, pp.483-489, 1999
- 9) A. Hemami et al.: Some Experimental Force Analysis for Automation of Excavation by a Backhoe, ibid. Ref. 8), pp.503-508
- 10) 松本嘉司: 最新シールドトンネル, 日経BP社, 1994
- 11) P.I. Corke et al.: Swing Load Stabilization for Mining and Construction Applications, ibid. Ref. 8), pp.367-372
- 12) 深川良一ら: ジオメカトロニクスの提案と展望, 土木学会論文集, No.700/VI-54, pp.1-14, 2002
- 13) 木内雄二: 画像認識のはなし, 日刊工業新聞社, p.1, 1993
- 14) 中野栄二: ロボット工学入門, オーム社, pp.185-190, 1990
- 15) S. Singh: State of the Art in Automation of Earthmoving, 2002, ibid. Ref. 6), pp.51-69, 2002
- 16) A. Stentz et al.: Robotic Excavator for Autonomous Truck Loading, *Autonomous Robots*, Vol.7, No.2, pp.175-186, 1999
- 17) H. Takahashi and T. Sugawara: Vision System for Intelligent Loaders to Recognize the Piled Fragment Rocks, Proc. of the 4th International Conference on Materials for Resources, Vol.2, pp.243-248, 2001
- 18) 高橋 弘ら: 画像処理による破砕堆積物形状認識のためのビジョンシステムに関する研究, 資源・素材学会誌, Vol.116, No.9, pp.767-772, 2000
- 19) 高橋 弘ら: 複眼視による破砕堆積物の形状認識と堆積量推定に関する研究, 資源・素材学会春季大会講演集, pp.185-186, 2002
- 20) H. Takahashi et al.: Autonomous Shoveling of Rocks by Using Image Vision System on LHD, Proc. of the 3rd Int. Symposium on Mine Mechanization and Automation, pp.33-44, 1995
- 21) T. Gocho et al.: Automatic Wheel-Loader in Asphalt Plant, Proc. of the 9th Int. Symposium on Automation and Robotics in Construction, pp.803-812, 1992
- 22) M. St-Amant et al.: A Simple Robust Vision System for Underground Vehicle Guidance, Proc. of the 1st Int. Symposium on Mine Mechanization and Automation, Vol.1, pp.6/1-6/10, 1991
- 23) 大島 寛ら: 鉱山・砕石における積み・運搬作業の自動化, *Komatsu Technical Report*, Vol.43, No.1, pp.27-39, 1997
- 24) J.P.H. Steele et al.: Modeling and Sensor-Based Control of an Autonomous Mining Machine, ibid. Ref. 22), pp.6/55-6/67, 1991
- 25) H. Takahashi and Y. Konishi: Path Generation for Autonomous Locomotion of Articulated Steering Wheel Loader, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol.16, No.3, pp.159-168, 2001
- 26) 高橋 弘, 森川康弘: ローダとダンブトラックの協調作業による積み込み作業の自動化に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.672/VI-50, pp.169-177, 2001
- 27) A. Hemami: Force Analysis in the Scooping/Loading Operation of an LHD Loader, ibid. Ref. 5), pp.415-424
- 28) A. Hemami and L. Daneshmend: Force Analysis for Automation of the Loading Operation in an LHD-Loader, Proc. of the 1992 IEEE Conf. on Robotics and Automation, pp.645-650, 1992
- 29) 高橋 弘ら: 破砕堆積物のすくい取り作業時におけるバケットに作用する抵抗力に関する基礎研究, 日本機械学会論文集(C編), Vol.63,

- No.609, pp.1491-1497, 1997
- 30) H. Takahashi et al.: Analysis on the Resistive Forces acting on the Bucket of a Load-Haul-Dump Machine and a Wheel Loader in the Scooping Task, *Advanced Robotics*, Vol.13, No.2, pp.97-114, 1999
- 31) 高橋 弘ら：力覚と画像処理を用いた大岩小割作業の自動化に関する研究, 資源・素材学会誌, Vol.118, No.5-6, pp.369-375, 2002
- 32) 高橋 弘ら：掘削土砂リサイクル処理機械内土砂挙動解析用シミュレータの開発に関する基礎研究, 資源・素材学会誌, Vol.116, No.6, pp.502-508, 2000
- 33) 高橋 弘ら：掘削土砂リサイクル処理機械における土砂と添加剤の混合に関する研究, 資源・素材学会誌, Vol.116, No.10, pp.839-846, 2000
- 34) 森 雅人, 高橋 弘ら：故紙破砕物と高分子系改良剤を用いた新しい高含水比泥土リサイクル工法の提案と繊維質固化処理土の強度特性, 資源・素材学会誌, Vol.119, No.4-5, pp.155-160, 2003
- 35) 高橋 弘ら：高含水比泥土の再資源化を目指した軽量繊維質固化処理土の生成に関する研究, 日本素材物性学会誌, Vol.16, No.1, pp.21-26, 2003

[筆者紹介]

高橋 弘 (たかはし ひろし)
 東北大学大学院環境科学研究科
 環境科学専攻
 助教授
 工学博士



建設機械技術者必携

建設機械施工ハンドブック (改訂版)

建設機械による土木施工現場における監理技術者, 専任の主任技術者, オペレータ, 世話役, 監督等の現場技術者, 建設機械メーカ, 輸入商社, リース・レンタル業, サービス業などの建設機械の技術者や, 大学, 高等専門学校, 工業高等学校において建設機械と建設施工を勉強する学生などを対象として本書は書かれています。

今回, 最近の技術動向, 排気ガス対策, 安全衛生管理体制, 建設副産物, 適正な施工体制等について最新の技術と内容をより充実させ, 機械化施工における環境の保全, 効率的な工事の施工が図られることを念頭に改訂編纂し出版しました。

建設機械技術者にとって必携の書でありますのでご案内申し上げます。

■掲載内容 (三分冊)

- ・基礎知識編 (土木工学一般, 建設機械一般, 安全対策・環境保全, 関係法規)
- ・掘削・運搬・基礎工事機械編 (トラクタ系機械, ショベル系機械, 運搬機械, 基礎工事機械)
- ・整地・締固め・舗装機械編 (モータグレーダ, 締固め機械, 舗装機械)

■体 裁: A4判 全約910頁

■価 格: 会 員 10,000円 (消費税込) 送料 600円
 非会員 11,550円 (消費税込) 送料 600円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501, Fax. 03(3432)0289



ロボット技術 特集

「技術が支える明日の暮らし

国土交通省技術基本計画」の概要

—重点プロジェクト「建設ロボット等による自動化技術の開発」を中心に—

森下博之

国土交通省では、平成15年11月に「技術が支える明日の暮らし 国土交通省技術基本計画」を策定した。本計画は、先に決定された社会資本整備重点計画とも整合をとりつつ、平成15年度から19年度までの今後5年間の国土交通省全体の技術研究開発の方向性をとりまとめたものであり、安全等の国民の暮らしに関わる5つの目標を掲げ、これらの目標を具体化するための10テーマの重点プロジェクトを実施していくこととしている。この重点プロジェクトの一つとして、「建設ロボット等による自動化技術の開発」が位置づけられている。

キーワード：国土交通省技術基本計画、国土交通省技術研究開発戦略会議、開発戦略、重点プロジェクト、建設ロボット、自動化技術

1. はじめに

国土交通省では、平成15年11月21日に「技術が支える明日の暮らし 国土交通省技術基本計画」（以下、技術基本計画という）を策定した。この技術基本計画は、国土交通省全体の技術研究開発の方向性をとりまとめた初めての計画であり、平成13年3月に閣議決定された「第2期科学技術基本計画」を踏まえ、また、先に決定された社会資本整備重点計画（平成15年10月10日閣議決定）とも整合性をとりつつ、平成15年度から平成19年度までの今後5年間の技術研究開発の方向性を明らかにしたものである。

本報文では、技術基本計画の概要と、重点プロジェクトとして位置づけられた「建設ロボット等による自動化技術の開発」の内容について紹介する。

2. 技術基本計画策定の経緯とポイント

本技術基本計画は、運輸技術審議会答申（平成12年12月）と社会資本技術開発会議とりまとめ（平成14年7月）を踏まえ、平成15年2月に「国土交通省技術研究開発戦略会議」（座長：大石和久国土交通省技監）を設置し、議論を行いとりまとめたものである。

今回、技術基本計画を策定するにあたって、特に留意した点は以下のとおりである。

まず1点目は、つくり手（供給者）の視点から、国民（利用者）の視点に立った技術研究開発へと視点の

転換を行ったことである。

具体的には、国民の暮らしに関わる5つの目標を今後の技術研究開発戦略の方向性として掲げ、これらの目標を具体化するために10テーマの重点プロジェクトを実施することとした。また、成果目標を明確にする観点から、技術基本計画に掲げた技術研究開発が進められていくことにより、将来の社会（2025年頃）において暮らしがどのようなようになるかを「プロローグ」として物語風に示す試みを行った。

2点目は、各分野毎の縦割りの個別の研究開発から脱却し、ソフト研究も含めた総合的な研究開発に重点を置いたことである。

これまで、旧建設省や旧運輸省時代から、各部署や研究機関において、道路や河川、港湾、建築などの各分野で、安全性の向上やコストの縮減等につながる様々な技術研究開発が行われてきたが、これからは、国土交通省として一つとなったことにより、例えば国土地理院と気象庁が災害の予測精度や減災対策の向上につながる技術開発を一体的に行っていくなど、より効果的な技術研究開発を行っていくことが期待されると考えている。

3点目は、国民との対話を重視し、計画の策定にあたって、多方面から広く国民の意見を募集し、反映したことである。本計画の策定にあたって、平成15年9月12日～10月10日の期間でパブリック・コメントを実施した。その結果65名の方から合計180件以上のご意見を頂き、可能な限り多くの意見を計画に反映した。また、パブリック・コメントの実施期間と合わ

せ、平成15年9月12日に、シンポジウム「安全・快適な都市と地域づくり—技術は何ができるのか—」を開催し、約750名の方々の参加をいただいた。

3. 国土交通省技術基本計画の概要

国土交通省の使命は、人々の生き生きとした暮らしと、これを支える活力ある経済社会、日々の安全、美しく良好な環境、多様性ある地域を実現するためのハード、ソフトの基盤を形成することであり、その及ぶ領域は国民の暮らしに関わるあらゆる分野にわたっている。

本技術基本計画では、国土交通省の技術研究開発の方向性をできるだけ具体的に示すことにより、産学官における研究者が共通の認識を持ち、より効率的な技術研究開発が促進されることを期待している。

民間企業は生産性向上や品質向上につながり比較的短期に成果が得られるような、リスクが小さく企業としての採算性が期待でき、実用化に結びつく技術研究開発を中心に、大学は広範囲な基礎的研究、及びその実用化に向けた研究を中心に、国土交通省は研究の方向付けと、リスクが大きく膨大な資金を必要とする技術開発、国家プロジェクト、国際的にリーダーシップを取るべきプロジェクトなど、国家的見地から進めるべき技術研究開発を中心に役割分担することで、産学官の連携をより効果的なものとしていく。

技術基本計画の内容は、各方面からの意見や社会の変化などに応じて変更し、絶えず公表していくこととしている。

(1) プロローグ

技術基本計画では、この計画をベースとして、今後国土交通省に関連する技術研究開発が進んだ結果、将来の暮らしがどのようなようになるのかのイメージをプロローグとして示した。このプロローグは、本計画に基づいて5年間の技術研究開発成果が社会に定着する時間を考慮して、もう少し先の2025年頃を想定し、4世代の登場人物が、それぞれの暮らしや仕事について語る物語とした。

(2) 開発戦略

国民の暮らしに関わる以下の「5つの目標」と、その目標を具体化するための「10テーマの重点プロジェクト」を設定し、技術研究開発を重点的に推進していくこととしている。

(a) 開発戦略の5つの目標

目標① 安全で不安のない暮らしを実現します。
水害、土砂災害、地震、津波、火山噴火、雪害等の災害や陸・海・空の交通事故、有害化学物質による水の汚染、犯罪やテロなどから国民の生命、財産や生活を守り、生活に関する不安感を解消することによって、安全で豊かさを実感できる暮らしを実現する。

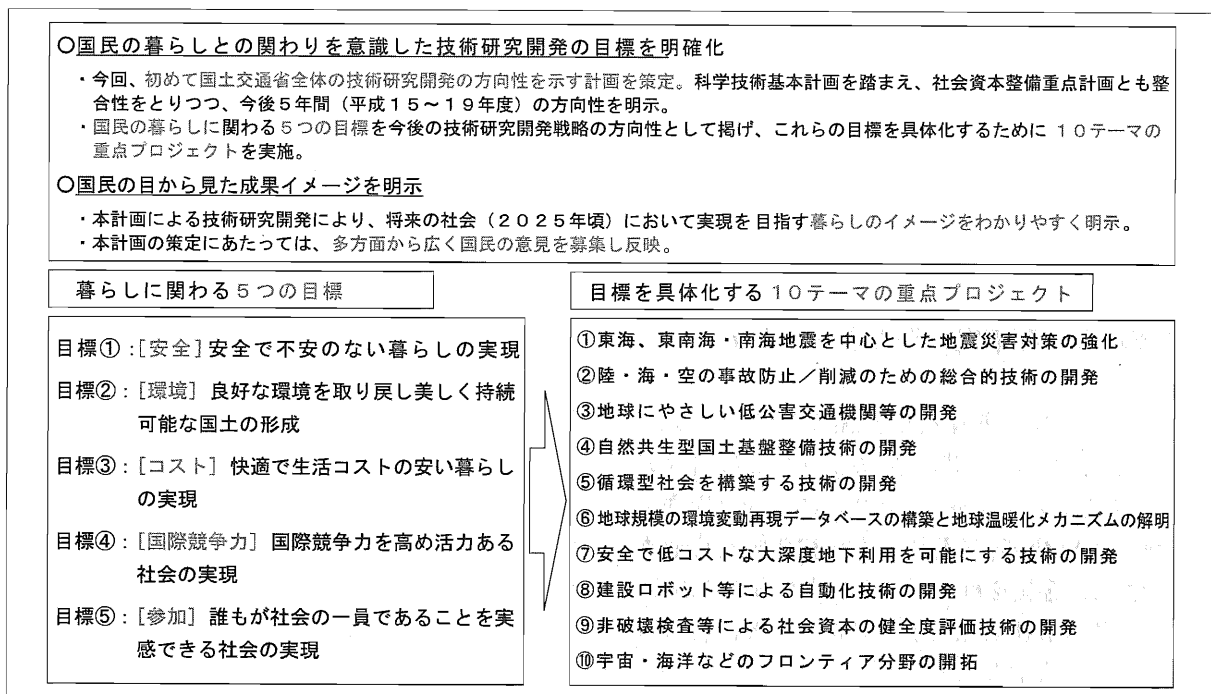


図-1 国土交通省技術基本計画の概要—技術が支える明日の暮らし—

目標② 良好な環境を取戻し美しく持続可能な国土を子や孫に引継ぎます。

地域の特性や多様性を活かしつつ、自然環境の保全・回復などに努め、国民が誇りを持てる美しい日本を形成する。資源の消費抑制、循環利用などにより環境への負担をできる限り低減することで、美しく持続可能な国土を子供や孫などの未来の世代に継承する。

目標③ 快適で生活コストの安い暮らしを実現します。

社会資本の整備、維持管理のコストが国民の生活コストに大きく影響することを常に念頭に置き、社会資本を効率的に整備、維持管理するとともに、安全で快適な公共交通サービスの提供とあわせて、快適で生活コストの安い暮らしを実現する。

目標④ 国際競争力を高め活力ある社会を実現します。

社会資本の整備・充実、都市の再生及び交通機関の安全の確保などを通じ、我が国の国際的な競争力を高め、持続的な安定成長を可能にするとともに、活力ある社会を実現する。

目標⑤ 誰もが社会の一員であることを実感できる社会をつくりまします。

高齢者、障害者、外国人など、我が国に暮らす誰もが不安無く社会に参画できるようになり、一人一人が国づくりに参加できる社会を作り上げるために必要な技術や方法論についても積極的に取り組んでいく。

(b) 10 テーマの重点プロジェクト

5つの開発戦略の方向性を具体化するため、重点的に実施する研究開発テーマとして、10 テーマを重点プロジェクトとして位置づけた。テーマについては図—1を参照されたい。

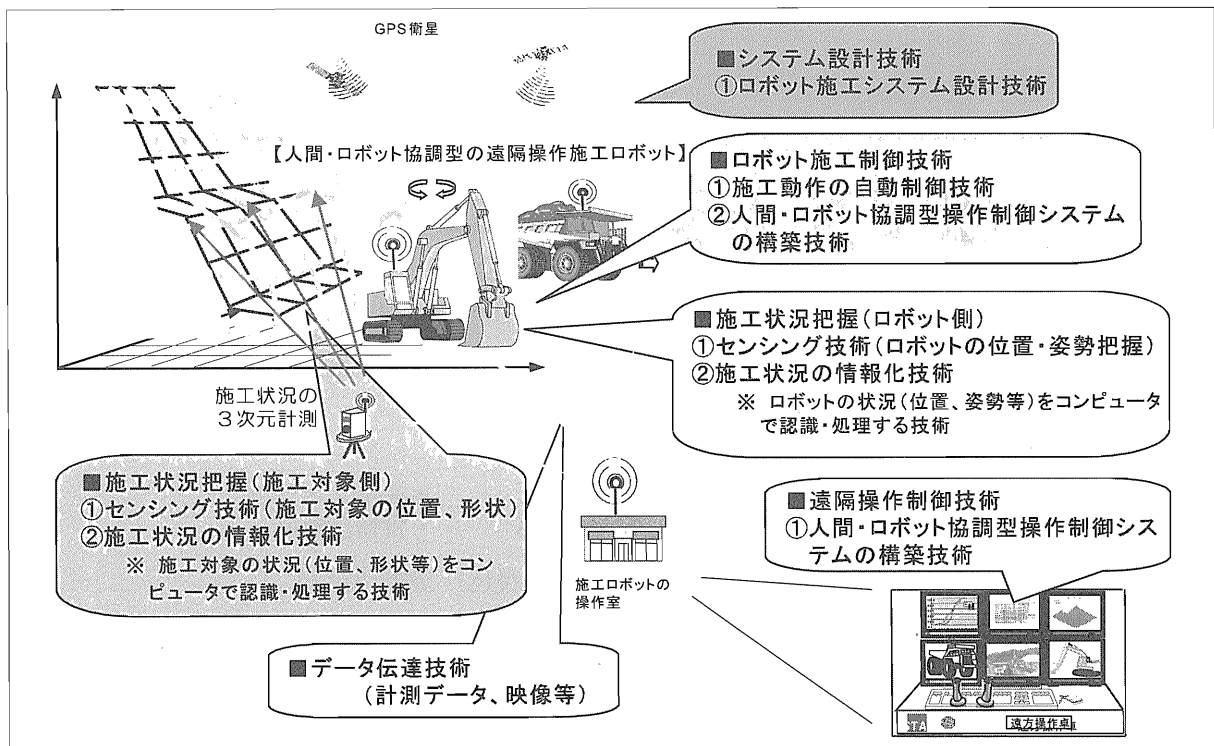
4. 建設ロボット等による自動化技術の開発—建設事業からの危険・苦渋作業の解消を目指す—

ここでは、重点プロジェクトのひとつである「建設ロボット等による自動化技術の開発」に焦点をあてて紹介する。

(1) 概要

最先端のITやロボット技術を活用して、陸上の建設現場のほか、大深度地下空間、災害復旧現場、急傾斜地、火山地域、海中などにおける危険な作業を解消し、事故を防ぐとともに、施工の自動化により省人化、施工速度向上を図る「建設ロボット」の技術研究開発を行う。

建設工事は、複雑、多岐にわたる工程と自由度の高い屋外作業が基本となることから、工場における産業用ロボットに比べて非常に高度なロボット技術が必要であり、複雑なロボット施工システムやプロセスの構築技術の開発が必要となる。



図—2 ロボット施工システム開発のための基盤的な要素技術 (案)



図-3 災害復旧現場や危険箇所での夜間施工イメージ

(2) 主な技術研究開発の概要

建設ロボットによる自動化施工技術の開発にあたっては、緊急度の高いニーズ（災害復旧等危険箇所の工事、夜間作業等）に対応するものから重点的に取り組むこととし、土工（掘削、積込み）、土工（敷均し、締固め）、砂防（土工）、水中施工等の工種を対象とする。

また、要素技術としては、多くの工種に波及し、長期的、体系的な技術開発へ繋がるような基盤的技術として、人間・ロボット協調型の操作制御システムの構

築技術、施工状況の情報化技術、ロボット施工システム設計技術等の開発を中心として行う。

5. おわりに

本報文では誌面の関係上紹介できなかったが、本技術基本計画では、今回紹介した「開発戦略」以外にも、開発成果を確実に実用化していくための「推進戦略」、技術振興のための人材・基盤に関する「人材・基盤戦略」、国土交通省の施策を国民に理解を得るための「コミュニケーション戦略」をそれぞれ記載している。これらの詳細については、技術基本計画全文が国土交通省ホームページ（http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/13/131121_.html）に掲載されているので、ご覧いただければ幸いです。

JCM A

【筆者紹介】

森下 博之（もりした ひろゆき）
国土交通省
大臣官房技術調査課
技術開発官



絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、わかりやすく表現しています。新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

■要因と正しい作業例

- ・物動式クレーン
- ・電動工具
- ・油圧ショベル
- ・基礎工用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A5判 70頁 定価650円（消費税込） 送料270円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289



ロボット技術 特集

国土交通省におけるロボット等を活用した 建設施工に関する取組み

星 隈 順 一

土木工事においては、雲仙・普賢岳のような災害復旧現場のほか、地下空間、トンネル、急傾斜地、土壌汚染地における工事など、危険や苦渋を伴う作業が含まれていることが多く、そのような建設施工の作業環境を改善し、作業の安全性を向上させる新しい技術として、人に代わってロボット等が作業をするロボット施工の活用が期待されている。国土交通省では、平成15年度より平成19年度までの5ヵ年の計画で、最先端のITやロボット技術を活用し、3次元空間データを用いた施工技術や遠隔操作ロボット等による施工技術の研究開発に着手した。本報文では、国土交通省におけるこのようなロボット等によるIT施工システムに関する技術開発の取組みの計画概要を紹介する。

キーワード：ロボット施工，3次元空間データ，遠隔操作

1. はじめに

土木工事においては、雲仙・普賢岳のような災害復旧現場のほか、地下空間、トンネル、急傾斜地、土壌汚染地における工事など、危険や苦渋を伴う作業が含まれていることが多い。そのような建設施工の作業環境を改善し、作業の安全性を向上させる新しい技術として、人に代わってロボット等が作業をするロボット施工が考えられている。

製造業の分野では、生産性、精度、品質を高めるために産業用ロボットが様々な形態で活用されているが、建設施工の分野では、ロボット技術の活用事例はまだ多くないのが現状である。これまでに実用されてきた主な建設施工用ロボットとしては、

- ・災害復旧用バックホウ、
- ・ブルドーザ等の遠隔操作技術（リモートコントロール技術）、
- ・シールドトンネルの全自動運転のような自動化・複合施工技術、

等があるが、災害緊急復旧等の特殊現場等、特定の現場への適用にとどまっており、建設施工用ロボットの開発・普及が広く進められていないのが現状である。

そこで、国土交通省では、平成15年度より平成19年度までの5ヵ年の計画で、最先端のITやロボット技術を活用し、既にある災害復旧現場等におけるロボット施工技術の汎用性を高めるとともに、施工現場において容易に利用可能な3次元空間データを用いた施工

技術や遠隔操作ロボット等による施工技術の研究開発に着手したところである。本報文では、国土交通省におけるこのようなロボット等によるIT施工システムに関する技術開発の取組みの計画について、その概要を紹介する。

なお、国土交通省では、社会資本整備、交通分野を中心に平成15年度から平成19年度までの5年間を計画期間として、その間の国土交通省の技術研究開発の方向性を明らかにした「技術が支える明日の暮らし—国土交通省技術基本計画—」（以下、「技術基本計画」という）を策定している。

この技術基本計画は、国土交通省の技術研究開発の方向性をできるだけ具体的に示すことにより、産学官における研究者が共通の認識を持ち、より効率的な技術研究開発が促進されていくことをねらいとしており、重点的に実施する研究開発テーマとして、10テーマが重点プロジェクトに位置づけられている。これらの具体的な内容については本誌（pp.17-20）で別途紹介されているので、参考にして頂きたいが、重点プロジェクトの一つとして、建設ロボット等による自動化技術の開発が挙げられており、建設工事からの危険、苦渋作業の解消のために最先端のITやロボット技術の活用について、産官学で連携をとりながら、今後国として積極的に取組んでいく方針が示されていることを付記する。

2. 遠隔操作ロボット等による施工技術の開発

(1) 研究開発の目標

遠隔操作ロボット等による施工技術の開発では、土工作业におけるバックホウとダンプトラックによる土砂の掘削、積込み、運搬を行う施工工程を主な対象とし、この施工工程において、ロボット化されたバックホウやダンプトラックが、現場の施工状況を自律的に判断して作業を進めていくために必要な技術（施工ロボットのハードウェア、ソフトウェア、施工技術（設計、施工プロセス、作業計画を含む））の開発を行う計画としている（図-1）。

遠隔操作ロボット等による施工技術の開発目標は以下のように設定している。

- ① 作業装置自動動作、単独ロボット作業、ロボット組み合わせ作業のそれぞれのレベルにおける操作制御アルゴリズムの設計手法の提案
- ② ロボットによる自動施工プロセスを含むマンマシン（人と機械）協調型ロボット施工システムの設計手法の提案
- ③ プロトタイプシステムを構築するための要素技術の開発
 - ・施工状況計測システム
 - ・遠隔操作環境
 - ・施工ロボットベースマシン
 - ・ロボット制御ソフトウェア

(2) 現場センサー等を活用した施工状況の計測技術の開発

(a) 施工状況計測システム

施工状況計測システムとは、ロボット施工において、ロボット自身（あるいは部分的には遠隔操作を担当するオペレータ）が自律してその時点の施工状況について認識するとともに、次の作業（動作）計画を立案し、作業を進めていくために必要となる施工状況を計測するシステムである。計測の対象は、ロボット施工時の施工対象（掘削対象地盤、盛土など）の位置、形状や施工ロボット自身の位置、向きなどである。これらのデータのコンピュータによる情報処理にあたっては、3次元空間データモデルを基本とする施工状況データモデルによって行う。

(b) データ伝達システム

施工ロボットや計測装置と遠隔地に設置された制御装置、オペレータとの間で計測情報や制御情報を適切な速度で伝達して制御を行うために必要となるデータ伝達システムを開発する。既存の無線LAN等を活用したシステムを基本として、ロボット施工に必要な映像やリアルタイムの3次元データを含む施工状況データ、ロボット操作制御データ等を安定して適切な速度で伝達できるシステムとする。

(3) マンマシン協調型の遠隔操作制御技術の開発

(a) 操作制御アルゴリズム

ロボットによる施工プロセスにおいては、各ロボッ

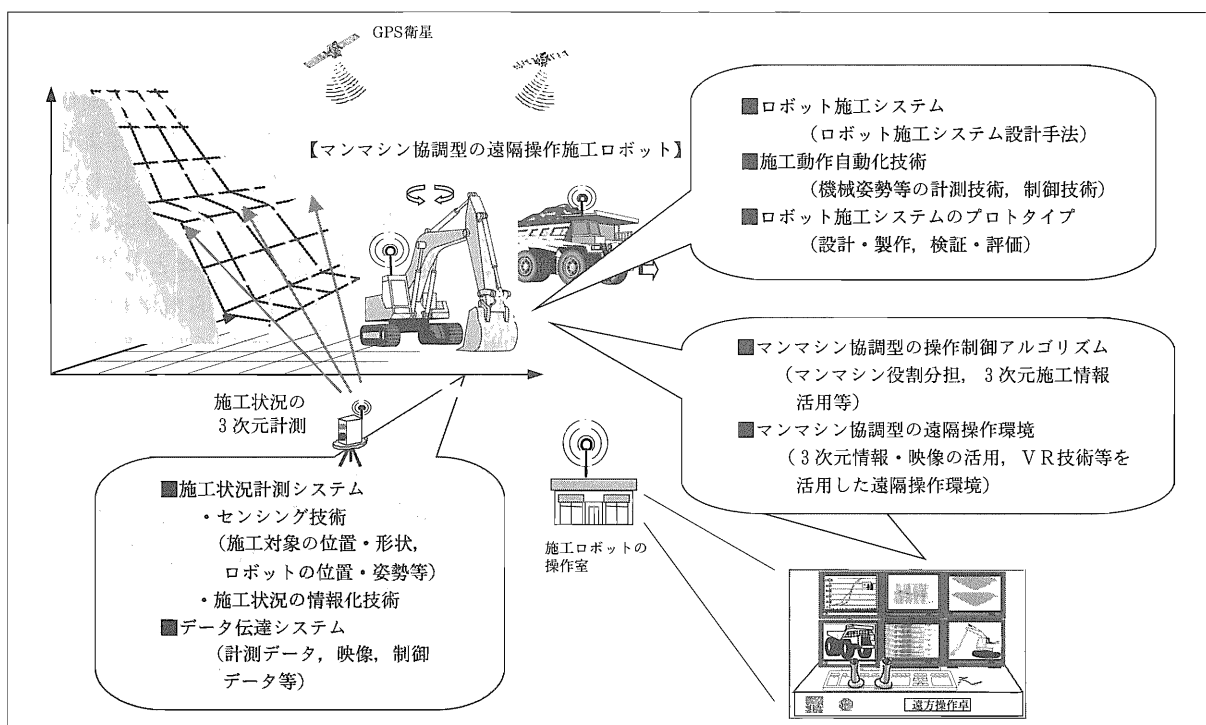


図-1 遠隔操作ロボット等による施工技術の開発の概要

トは「移動」、「掘削」、「積込み」等の要素作業を適切な手順のもとに実行していく。また、個々の要素作業は、「発進」、「停止」や「ブーム上げ」、「アーム引き」等の個々の単位動作の組み合わせで実行される。さらに、個々の単位動作では、掘削負荷等を受けながら「バケットへの土砂取込み」等の目的の動きを行う必要がある。

このように、各々の要素作業を実行するための単位動作の組み合わせ実行手順、単位動作における目的の動きの実行手順を施工ロボットにおいて実現するための操作制御アルゴリズムの開発を行う。なお、アルゴリズムの開発では、対象作業・動作の特徴に応じて、マンマシン（人と機械）の役割分担、3次元情報活用による施工状況把握に配慮しながら検討を進めていく。

(b) 遠隔操作のための技術

施工状況の3次元情報や映像を活用し、遠隔地にいるオペレータが施工ロボットに対して、自動で実施すべき要素作業の指示を与えるための遠隔操作技術を開発する。オペレータに対する情報表示は映像、3次元情報によるVR（バーチャルリアリティ）技術等を活用し、施工状況の把握が容易でオペレータの作業を指示する入力に適したものとする。また、作業指示データがロボット施工のプロセスに対して妥当なものとなっていることを確認するためのシミュレーションを行う機能を有するものとする。

(4) 遠隔操作施工ロボット技術の開発

(a) ロボット施工システム

建設工事はいくつかの施工工程から構成されている。それら各工程は複数の単位作業から構成され、さらに、各単位作業は複数の要素作業から構成されている。本ロボット施工システムでは、その単位作業の実施を考慮しつつ各要素作業を行うロボット施工システムを設計していく必要がある。

工事の単位作業では複数の機械の組み合わせ作業（例：バックホウとダンプトラックによる掘削、積込み、運搬）で実施されることも多いが、ここでは作業分析として単位作業を各々の要素作業に分析し、さらに単位動作レベルまでの分析を行う。これを踏まえて、ロボットによる施工プロセスの構築手法の検討、ロボット施工システムの試設計、さらにその設計手法の検討を行う。

(b) 施工動作自動化技術

建設施工ロボットは、従来からある一般の油圧式の建設機械をベースマシンとして開発を進めることになると考えられる。しかし既存の機種では動作の自動制御のためには油圧制御回路等に課題があり、また、作

業装置の位置や機械の姿勢等について数値によって制御する機能を有していない。そこで、施工動作の自動化を行うための制御が可能となるように、作業装置の位置や機械の姿勢等を計測する機能及びそれらを制御する機能を開発していく予定である。

3. 3次元空間データを用いた施工技術の確立

(1) 土木施工のための3次元空間データ取得管理システムの技術開発

建設機械による土木作業は、起伏、崖地などの複雑な地形の上で盛土など所定の構造物を構築することが多く、そこで遠隔操作により円滑に動作させるためには、位置、形状、方向など3次元空間データを電子情報でとらえ、的確に伝達し、管理する高度な技術が不可欠である。また、これらの技術は、遠隔操作による建設機械の開発に資するだけでなく、同時に全国の一般施工現場での測量、設計、工程管理等業務にも導入し、土木施工業務全体の効率化、コスト縮減、品質向上にも貢献するものと考えられる。

(a) 土木施工のための3次元空間データ取得管理システムの技術開発

工事測量、設計データの3次元空間データを施工で高度利用するとともに、建設機械施工の自動化への導入のために必要な3次元空間データ取得管理モデルを開発するため、次の項目について研究を行う（図-2）。

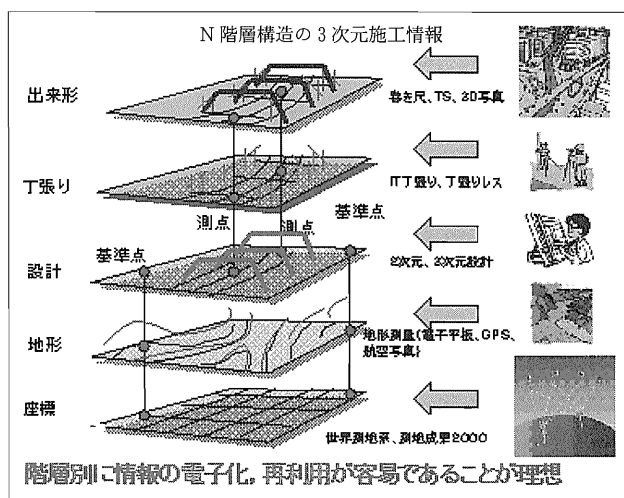


図-2 3次元空間データの統合と高度利用

① 3次元空間データ取得管理システムの開発

土工、舗装工など土木工事の代表的で基本的な工種を対象に、GPS (Global Positioning System), TS (Total Station), レーザスキャナなどを用いて地形情報を取得する個別の計測技術を

活用し、設計情報、計測情報、重機制御それぞれのシステム間で相互運用できるデータ取得管理システムの開発を行う。

② 3次元空間データ取得管理システムの改良，対象工種拡大（コンクリート工等）

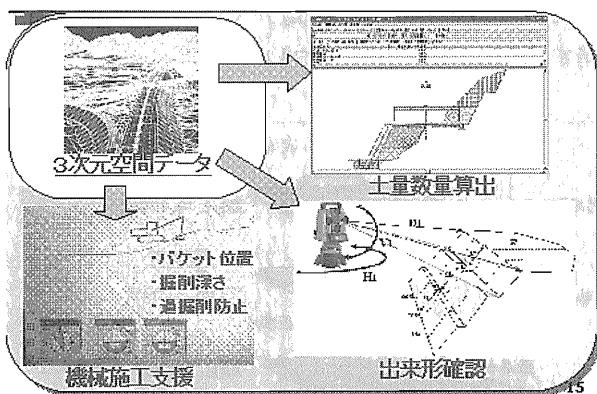
基本工種についての3次元空間データ取得管理システムを拡張し，他工種（コンクリート工，型枠工，鉄筋工，道路付属物工）にも拡大する。品質情報に関する項目については詳しく行わないが，位置，形状モデルに参照付けすることで，品質管理情報の付加価値を高めていく。

③ 3次元空間データ取得管理システム仕様試行，普及促進

3次元空間データ取得管理システムによる建設施工の自動化によって，建設施工全体の効率化を図るため，システム開発の要求仕様を作成するとともに，現地試行実験を行い，普及促進に努めていく。

(b) 土木施工のための3次元空間データ活用システムの技術開発

3次元空間データを活用した地形測量，設計，出来形等の業務プロセスモデルを開発し，建設マネジメント全体の効率化を図る（図—3）。



図—3 3次元空間データ利用効果

① 3次元空間データを用いた効率的な出来形確認，工事数量算出システムの開発

設計情報とともにGPS，TS等を用いた現場計測情報を用いた，効率的で新しい出来形確認手法，

工事数量算出手法を実現するシステムの開発を行う。

② 3次元空間座標等による品質・出来形データの効率的な管理技術の開発

現地から大量に収集できる品質・出来形管理データを効率的に管理する技術の開発を行う。

③ 3次元空間データを利用した作業目標や竣工データの生成技術，既存GISデータ更新技術の開発

設計情報，地形情報の3次元空間データを用いて，建設施工の自動化に活用し，建設機械が行う作業の効率化を図り，作業中の施工情報を記録しておくことで竣工データの生成を効率的に行い，管理情報としてGISデータを更新する技術の開発を行う。

これらの個別技術開発を効率的に促進し，統合していくために，建設施工全体のシステム像（システムアーキテクチャ）の構築を行っていく予定である。

4. おわりに

本報文では，国土交通省におけるロボット等によるIT施工システムに関するこれからの技術開発の取組みについて，その概要を紹介した。本研究において開発を進めていくロボット技術については，プロトタイプシステムを製作し，施工現場での試験等により機能の検証ならびにその評価を行っていきたいと考えている。


本プロジェクトで研究開発される技術を活用していくことにより，建設施工の遠隔操作や自動化が一層促進され，作業者が危険地等における苦渋作業から開放されていくとともに，防災や緊急対応におけるロボット等の活用が国民の公共の福祉の向上に貢献することも期待しているところである。

JCMA

【筆者紹介】

星隈 順一（ほしくま じゅんいち）
国土交通省
建設施工企画課
課長補佐





ロボット技術 特集

建設作業に人間型ロボットは使えるか

横井 一 仁

経済産業省では、平成10年度から14年度まで人間型ロボット技術とその適用分野を探求する人間協調・共存型ロボットプロジェクト（HRP）を実施した。建設作業への人間型ロボットの適用として、HRPでは、産業車両等代行運転分野において代表的な建設機械であるバックホウの代行運転を、屋外共同作業分野において人と一緒にプレハブ小屋へのパネルの建込み作業を実施した。本報文では、これらの研究成果を紹介するとともに、人間型ロボットの建設作業への適用可能性について述べる。

キーワード：人間型ロボット，バックホウ，遠隔操縦，パネル建付け

1. はじめに

経済産業省、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDOと略す）は、1996年度から5年間「人間協調・共存型ロボットシステムプロジェクト」（Humanoid Robotics Project; HRP）を約46億円の予算を投じて実施し、「働く人間型ロボット」の実現可能性を探求した¹⁾。

HRPには、独立行政法人産業技術総合研究所の他、民間企業12社、8大学11研究室他が参加し、研究開発用人間型ロボットおよびそれらの動作ソフトウェアの開発²⁾、「プラント点検」、「ビルホームサービス」、「対人サービス」、「産業用車両代行運転」、「屋外共同作業」の五分野への人間型ロボットの応用が研究された³⁾。

本報文では、その中で建設作業を対象とした、産業車両代行運転ならびに屋外共同作業への人間型ロボットの応用研究開発成果について紹介するとともに、人間型ロボットを建設作業に適用するための今後の課題についてNEDOで行われた調査研究結果⁴⁾を基に述べる。

2. 人間型ロボットによる産業車両の代行運転

人間型ロボットにより現在人が運転している建設機械等の産業車両を人に代わり遠隔運転することを目指し、川崎重工業株式会社、東急建設株式会社、産業技

術総合研究所が共同で研究開発を実施した。

従来、危険空間や悪環境下で建設機械の操作が求められる現場では、建設機械本体を無線化するなど機械ごとに改造を施す試みが数多く行われており、実用に耐え得る十分な成果が上がっている。

しかし、遠隔操作型の建設機械が要求される現場は、恒常的には非常に限られている。このため、例えば、バックホウの年間販売台数は30,000台を超えているのに対し、平成13年7月現在、遠隔操縦機能付きバックホウは全国で103台しかないという状況を生み出している⁵⁾。

一方、人間型ロボットは、人に類似の形態と機能を有するが故に、現在、人が使用している道具や機械、例えば建設機械をも使用することが可能である。つまり、人間型ロボットを搭乗させることで、現在人が運転している全ての建設機械のロボット化を図ることができる。

さらに、建設機械を運転する人間型ロボットは、運転専用のものである必要はなく、他の分野で活躍しているロボットを必要に応じて導入することができ、トータルな人間型ロボットのマーケットの拡大により、その生産コストや運用コストを低減できる。また、人間型ロボットを用いることで、運転のみでなく、それに付随した作業（例えば、下車しての現場確認、簡単な修理等）を実施することも可能と考えられる。

そこで、人間型ロボットを用いて現在、人が運転操作している市販の産業車両を人の3倍以内の作業時間で遠隔操作することを目標とし、研究開発を推進した。以下の各研究開発項目について具体的に説明する。

(1) 人間型ロボット

本研究開発では、HRP で開発された人間型ロボット HRP-1S(図-1) を用いた。HRP-1S は、P3 をベースに本田技研工業が製作した身長 160 cm、体重 117 kg (バッテリーを含む) の HRP-1 に産業技術総合研究所で開発した制御ソフトウェアを搭載したものであり、全身の協調動作、実時間歩行が可能となっている。

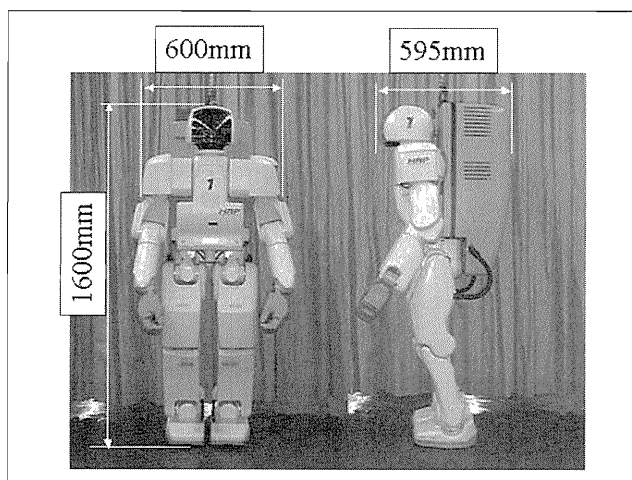


図-1 人間型ロボット HRP-1S

(2) 産業車両

市販のバックホウ (バケット容量 0.08 m³ 級) を、運転対象として選定した (図-2)^{*1}。HRP-1S では、その形状、腕の可動範囲から、バックホウの操縦席にある各種レバー、エンジンキー等の操作装置の内、残



図-2 運転対象としたバックホウ

念ながら「走行レバー」、「操作レバー」の操作のみが可能であった^{*2}。

また、HRP-1S を安全かつ安定に着座させるため新たに開発した保護シートに換装した。

(3) 遠隔操作装置

産業車両の代行運転では、災害対応時のように、現場近くで遠隔操作装置を使用するニーズも大きいため、可搬性にすぐれた遠隔操作装置であることが望ましい。そこで、遠隔操作装置を質量 20 kg 以下のユニット構成とした「可搬型遠隔操作装置」を開発した (図-3)。

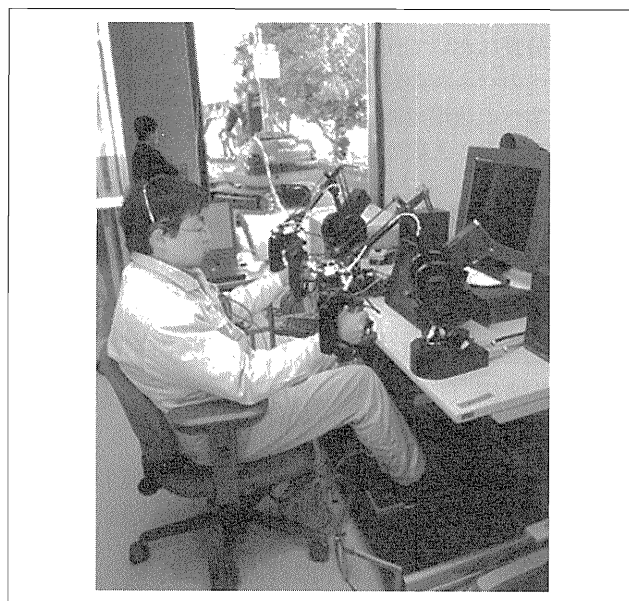


図-3 可搬型遠隔操作装置

可搬型遠隔操作装置は、人間型ロボット HRP-1S の主に手を遠隔操作するマスターアーム、主に脚を遠隔操作するマスターフット、ロボットの眼から得られる視覚情報を操作者に提示する 3 次元視覚提示ディスプレイ、操作のための情報を提示する GUI 提示ディスプレイおよび、視覚処理装置、制御装置から構成される。

(4) ロボット用保護具

バックホウの急な加減速、振動や、屋外作業の際の降雨から、人間型ロボットを保護するため、人間型ロボットのための各種保護具を開発した。

まず、バックホウ運転席への着座時の衝撃や作業中の振動から、ロボット臀部や内部電子機器の損傷を防止するため、人間型ロボット HRP-1S 用保護シートを開発した (図-4)。この保護シートは、

- ① 操作エラーにより着座動作中にロボットが座席に倒れ込んでも、高級電子機器に対する許容衝撃

*1 立ち姿勢運転型フォークリフトの運転にも成功している。

*2 搭乗時に HRP-1S のバックパックの干渉が避けられなかった運転席左側の操作レバーは、脱着可能に改造し、HRP-1S が手に持って搭乗した後、自ら差込むこととした。また、操作レバーの長さも若干延長した。

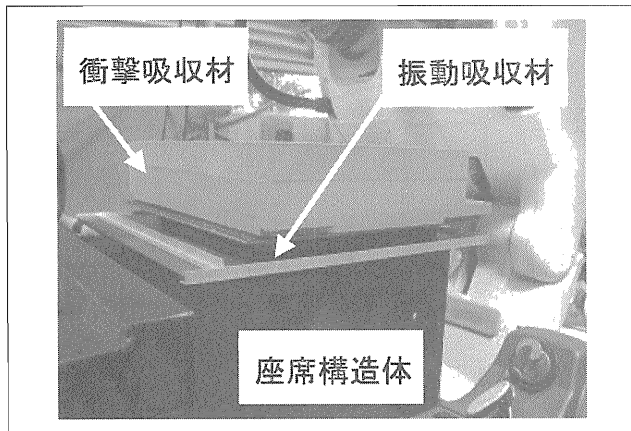


図-4 保護シート

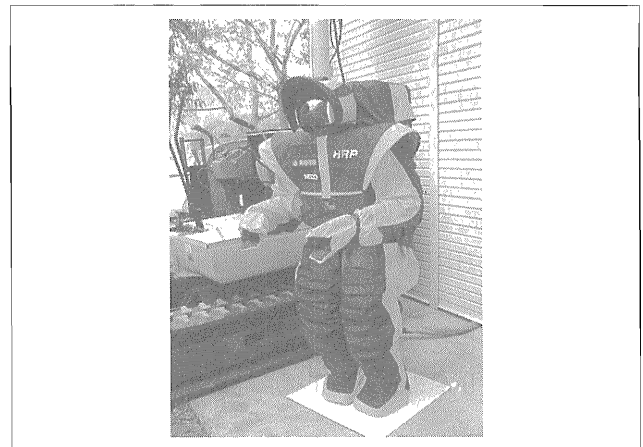


図-5 保護ウェア

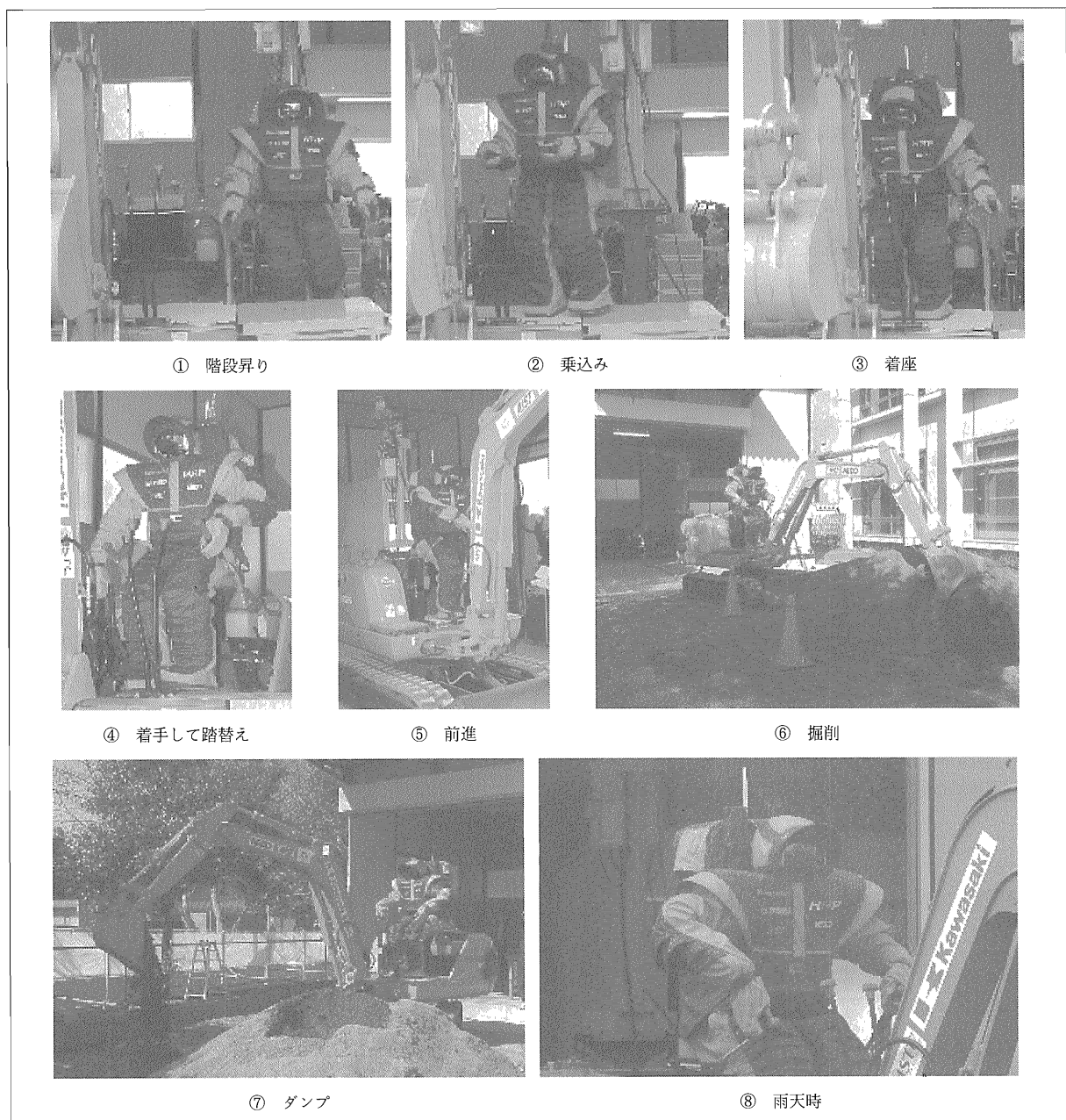


図-6 バックホウ代行運転の実証実験

加速度である 196 m/s^2 ($20g$) を超えないこと、
 ② バックホウ運転中のロボット重心点における振動が、一般的なハードディスクの稼働中の振動許容値 6.6 m/s^2 以下となること、

を満足している。

次に、屋外における作業では、防塵・防雨機能が必要となるが、HRP 1-S は防塵・防雨機能を有していないため、保護ウェアを着用させ防塵・防雨機能を実現することとした。

人間とロボットの形状、可動範囲、発熱箇所等は大きく異なるため、これらを考慮した人間型ロボット HRP-1 S 専用の保護ウェア (図-5) を開発した。着脱性を考え、保護ウェアはフード、ベスト、スリーブ、パンツ、ブーツの五つのパーツから構成し、屈伸や、振れを伴う箇所は蛇腹構造として動作に影響を与えないようにした。

この保護ウェアは、人工気象室での実験により、毎時 200 mm の鉛直方向からの降雨状況において、縫製箇所や開口部から直接水の浸入は無く、動作に影響が無いことを確認した。また、温度計測実験により、HRP-1 S の制御装置への温度による影響を与えないことも確認した。

(5) 運転実験

HRP-1 S および可搬型遠隔操作措置を使用し、バックホウの遠隔操作評価実験を実施した (図-6)。

建設機械運転技能士の実地試験に準じ、

- ① 5 m 前進走行、
- ② 掘削ポイントに停止、
- ③ バケット掘削、
- ④ 旋回により土砂移動、
- ⑤ ③、④をもう一度繰返す、
- ⑥ ②の姿勢に戻し停止、

という一連の動作を行ったところ、本研究の目標である「人が直接搭乗して運転するのに対し、ロボットによる代行運転時の時間を3倍以下にする」が達成できた。

3. 人間型ロボットによる共同作業

建設現場における作業では、多くの場合二人作業が行われている。このような作業においては、二人が共に熟練者である必要はない例が多く見受けられる。HRP ではこのような二人作業において、非熟練者を人間型ロボットに置換えることを目標として研究開発を進めた。

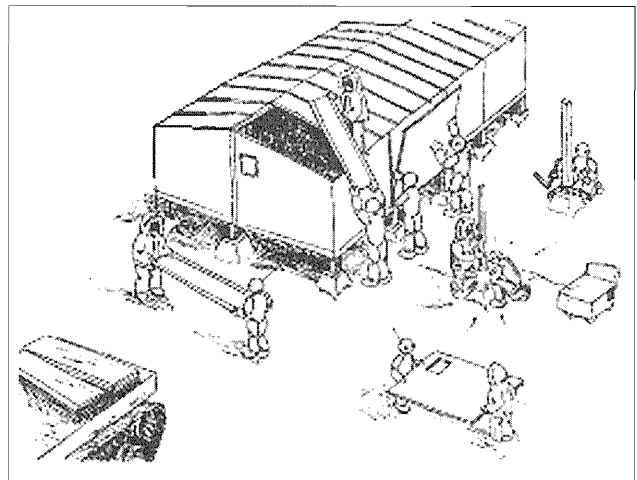


図-7 屋外共同作業のイメージ図

具体的には、図-7のようにプレハブ式簡易建築物の建設現場を想定して、操作装置を携帯した作業者とパネル集積所からパネルを共同で持上げ、据付け位置まで不整地を移動し、作業者が指示した取付け位置へパネルを建込む作業を、人間型ロボットと人の共同作業で行わせることを、株式会社安川電機、川田工業株式会社、清水建設株式会社、産業技術総合研究所が共同で研究開発した。

(1) 人間型ロボット HRP-2

HRP-2 は、川田工業が中心となり開発された人間型ロボットである。不整地対応機構、転倒回避機構、仮に転倒したとしてもダメージを極力回避できる機構を考慮に入れた設計がなされている。身長 154 cm 、体重 58 kg (バッテリーを含む) と特に軽量化が図られている (図-8)。

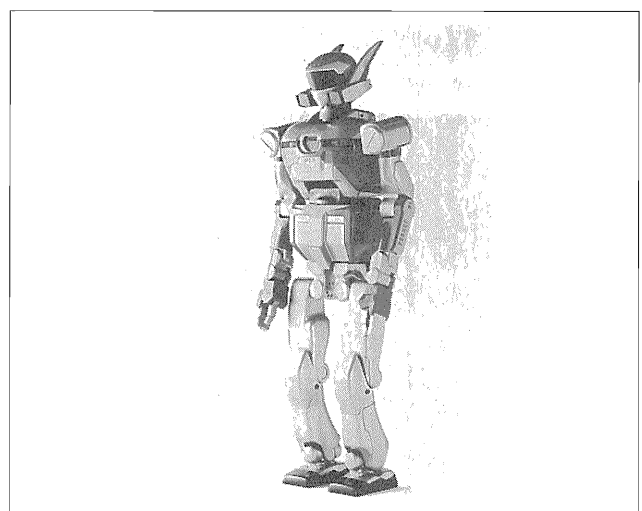


図-8 人間型ロボット HRP-2

(2) 環境認識技術

離れた場所に置かれたパネルへの接近, 近傍のパネルに対するロボットの立ち位置の微調整, およびパネル把持の際に, セグメントベースト・ステレオ法を用いたパネルの認識を行い, パネルの位置と姿勢を計測した。また, それぞれの場合に, 数回の画像取込みを行い, 計測誤差の低減を図った。

ロボットの歩行動作及びパネルの把持動作は計測結果をもとに自動的に生成される。

認識においては, HRP-2 頭部に搭載された 3 台のカメラの画像から対象物体の輪郭線の 3 次元形状復元を行い, あらかじめ想定したパネルモデルと照合しその位置姿勢を求めた。

パネル把持に際しては, パネル角を検出するが, このときに最も高い精度が要求される。視覚システムから把持部までの距離は約 400 mm であり, このときの測定精度は 2 mm 以内であるため, 安定した把持動作が可能になった。

(3) コミュニケーション技術

人間とロボットが協調してパネルを積載場から取付け位置まで搬送し, 建込みすることを目的とした人間-ロボット間のコミュニケーション手段として, 音声操作手段でロボットの制御モード変更や動作コマンドを入力し, 力覚操作手段で人間が加えた力と力の方向に応じてロボットが移動する手法を開発した。

(4) 脚腕協調技術

歩行型のロボットは車輪型の移動体とは異なり, 移動時(歩行時)に上体の揺動を伴う。この歩行によって生じる揺動は人間との協調搬送時にはパネルが大きく揺れるためロボットの力覚誘導を困難にしていた。このような揺動を, 歩行時の上体(腰)の揺動量から双腕にその逆位相の動作をさせることにより吸収する手法を開発した。

(5) 実証実験

図-9 に目標とした人間との実証実験の状況を示す。



図-9 共同作業を想定した実証実験

ロボットへの作業指示は、音声入力により行った(①)。

環境認識技術にて地形計測、パネルの位置を認識し、パネル付近まで歩行する(②, ③)。

この際パネル把持位置が正確に取得できる位置まで環境認識技術を利用して自律移動する(④)。

再びパネル把持位置を検出し把持する(⑤)。

作業員(人間)と共同でパネルを搬送する(⑥)。

ロボットはパネルを介して伝えられる作業員の動きに合わせて共に(力覚操作)、歩行によるパネルの揺れを抑えながら(脚腕協調)移動する(⑦)。

プレハブ式簡易建築物に到着した後、パネルを溝に差込み、建込む(⑧)。

腕部の力センサでパネルからの反力を感知したら作業員にパネルの固定を依頼して作業終了となる(⑨)。

4. 人間型ロボットの建設作業適用に関する課題

建築工事を労働生産の観点から見ると、

- ・ 少子高齢化による労働力人口の減少、
- ・ 高学歴化による3K(きつい, きげん, きたない)職場の敬遠、
- ・ 熟練工不足、
- ・ 機械化が進まず労働集約型産業である、
- ・ 製造業よりも生産性が低い、

などの問題点を有している。

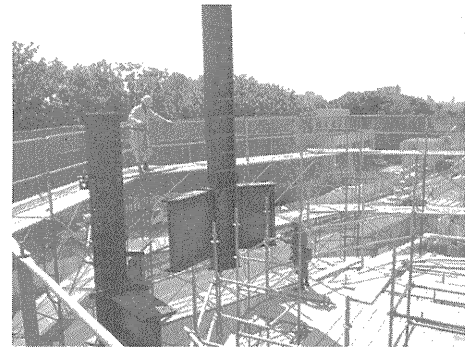
これらの問題を解決するために1980年代より各種建設ロボットが業界全体で数十機種開発されてきたが、ほとんど普及していないのが実情である。これらのロボット開発においては製造業の工場内ロボットの成功例に習い、機械化のために環境(現場)側を変更させようとして、かえって手間が増えたり、定型の繰返し作業を対象とし適応範囲が狭くなったり、機械の専用化・高機能化を図り稼働効率が低下したり、使いこなすに困難が生じたりする、というような問題点が多々あった。また、製造業とは違い、作業対象を動かすことが不可能なため、それらのロボットを作業員が作業場所まで運んでセットしてやらなければならない、このことも普及を阻害する一因となっていた。

これらの問題点の解決策の一つの切り口として人間型ロボットを使用すると、環境側の変更がなくなり、不定型作業にも対応が可能で、既存機器・道具がそのまま使用できるというメリットがあり、生産性の向上が期待できる。もちろんロボット自身が階段等も移動するため運搬やセッティングの手間が省力できる。

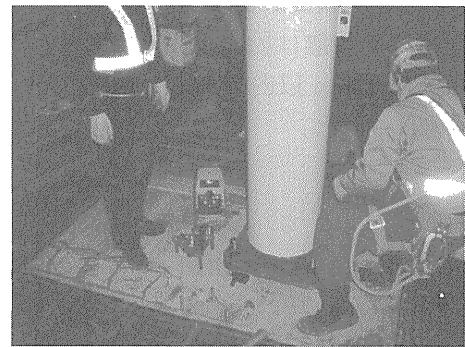
では、どのような建設作業に人間型ロボットが導入

できるであろうか。

建設作業は、不定型な場所で、多種の作業が実施されているが、資格を有しなければ作業を許可されない、



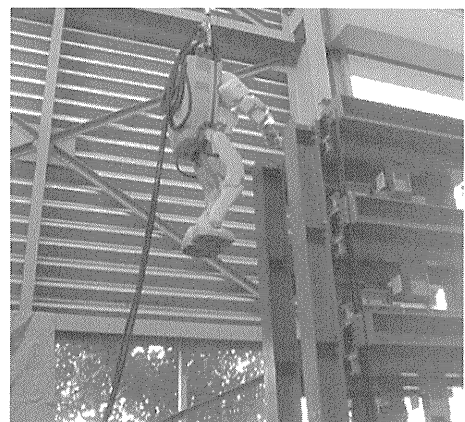
① 鉄骨建て方



② 計測作業



③ 小運搬



④ 高所作業

図一〇 人間型ロボットの適用が見込まれる建設作業

しかも未熟練者には危険性の高い作業などは、人間にとってかなりの熟練を要するため人間型ロボットが行うことも近未来的には難しい。一般的な作業の中でも比較的人間型ロボットが適用しやすい作業として、HRPで行われた「建設機械の遠隔運転」「人との協調搬送」の他、図-10に示す「鉄骨建て方」「計測作業」「小運搬」「高所作業」などが考えられる。特に、高所作業は、仮設足場を組む必要がないので、その分のコスト低減も望める。

しかし、現状の人間型ロボットでは建設作業に適用するには、まだまだ不十分である。具体的には、

- ① 人間並み（最低4時間）、またはそれ以上の連続運転が可能である。
 - ② 人間が耐えられる以上の悪環境下（温度、湿度、騒音、有毒物質）で作業が行える。
 - ③ 現場の採算にあう導入・運用コストへ低減する。
 - ④ 可搬重量を数十kgまで高める。
 - ⑤ 滑りやすい路面、ぬかるみ、仮設足場など、作業員が通行する現場の環境を歩行できるようにする。
 - ⑥ 地形形状や作業環境などの効率よく環境認識が行えるようにする。
- 等の課題を解決することが必要となろう。

5. おわりに

人間協調・共存型ロボットシステムプロジェクト、

HRPでは、一部の建設作業（建設機械の運転、パネルの協調搬送）に人間型ロボットが適用可能なことを実証した。今後は、ロボットの耐環境性、自律移動機能、自律作業機能等の向上を図ることにより、実用化へ大きく近づくものと考えられる。

人間型ロボット関連技術は、我が国が世界のトップで2位はない、という状況である。応用までの道のりは決して平坦ではないが、何とか課題を克服し、2010年までには実用化を実現したいと考えている。JCM/A

《参考文献》

- 1) 井上博允, 比留川博久: 人間協調・共存型ロボットシステム研究開発プロジェクト, 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.1, 2001.
- 2) H. Hirukawa, et al.: Humanoid Robotics Platforms developed in HRP, Proc. IEEE-RAS Int. Conf. Humanoid Robots, 2003.
- 3) K. Yokoi, et al.: Humanoid Robot's Application in HRP, Proc. IEEE-RAS Int. Conf. Humanoid Robots, 2003.
- 4) 「次世代人間協調・共存型ロボットの応用に関する調査研究」, NEDO報告書, 2001.
- 5) 日本建設機械化協会ホームページのURL, <http://www.jcmanet.or.jp/saigai/>

[筆者紹介]



横井 一仁 (よこい かずひと)
 独立行政法人産業技術総合研究所
 知能システム研究部門
 ヒューマノイド研究グループ
 主任研究員

移動式クレーン Planning 百科

社団法人日本建設機械化協会機械部会建築生産機械技術委員会移動式クレーン分科会（石倉武久分科会長）では、約2年間の編集作業を終え標記の図書を刊行しました。

本書は、

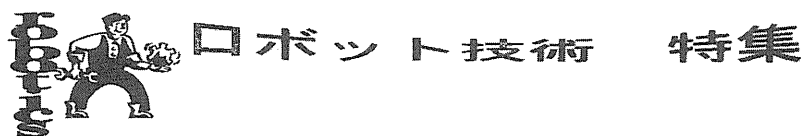
- ・ 建築工事計画担当者,
- ・ 工事担当者,
- ・ 作業実施担当者,

にとって、短期間に移動式クレーン作業の要点を習得するのに最適な書物です。担当する建築工事に適合する移動式クレーンをより迅速に、より効果に選定・運用する際に大いにご活用下さい。

A4判 159頁 定価2,000円（消費税別） 送料400円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289



関西圏における次世代ロボット産業の 国際拠点化に向けた取組み

平岡潤二

人との共生、協働をめざした「次世代ロボット」は医療福祉や公共サービス、生活支援など様々な用途が期待されており、社団法人日本ロボット工業会の試算によると、2025年には8兆円の市場が見込まれている。その開発はITやバイオなど先端科学技術とものづくり技術の融合により実現され、様々な産業分野への波及も期待できる。関西では、2003年4月、産学官による推進組織として「関西次世代ロボット推進会議」が設立された。

今後、人々の生活に入りこみ、人びととコミュニケーションを取りながら支援する「生活パートナーロボット」の開発や社会的応用実証などを通じ、不透明といわれるマーケット創出を先導し、次世代ロボット産業の世界的な拠点化をめざす計画である。

キーワード：次世代ロボット，産学連携，新産業，ものづくり，先端技術，関西

1. 産学官一体となった推進体制 —関西次世代ロボット推進会議の設立—

(1) 経済界の動き

社団法人関西経済連合会，大阪商工会議所，京都商工会議所，神戸商工会議所，社団法人関西経済同友会，社団法人大阪工業会（2003年4月に大阪商工会議所と統合）の関西の7経済団体は、2002年5月に関西産業競争力会議を設置し、関西の産業競争力を強化するための方策について検討を重ねてきた。

2002年12月に取りまとめられたレポートでは、経済界が自ら実行するものとして七つの行動計画が定められ、この中で、産学連携によるものづくりの知的産業化を図る観点から、「人間共生型ロボット産業の拠点形成」が、関西の総力をあげて実行する三つの重点計画の一つとされた。

また、関西の経済人が一堂に会し、時のテーマについて議論を交わす場である「関西財界セミナー」（2003年2月）においても、関西をロボット研究開発の国際拠点とすべきだとの点が合意事項に盛り込まれた。

このような経済界の動きを受け、社団法人関西経済連合会（関経連）は、2003年2月に、関西のロボット関連企業による「関西ロボット研究会」を発足させた。

研究会の目的は、人間との共生・協働を想定した「次世代ロボット」の産業化に向けた課題、課題解決

のために求められる取組みなどについて企業の立場から検討することであり、4月までに4回の研究会が開催された。そこでは、

- ・企業が行う共同研究開発等に対する国の支援充実、
- ・求められる技術を明らかにするためのロードマップの作成、
- ・安全性や実用性を確認するための試作品テストフィールドの整備、
- ・仕様を統一し低価格化を実現するための標準化の推進、
- ・公共による積極的導入や消費者の購入時補助、などの必要性が指摘された。

(2) 関西各地の動き

京都南部の関西文化学術研究都市では、株式会社国際電気通信基礎技術研究所（Advanced Telecommunication Research Institute International; ATR）が2002年10月に「知能ロボティクス研究所」、翌年5月に「脳情報研究所」を設置するなど、コミュニケーションや人工知能などに関する先端的な研究が進められている。また、6月には独立行政法人通信総合研究所（Communication Research Laboratory; CRL）が「けいはんなオープンラボ」を開設した。

ユビキタス環境，ユニバーサルインターフェイス，環境メディアを統合したユニバーサルユース環境を備え、様々な利用環境に適応したサービス提供のための実証実験が可能となっている。

大阪市では、2002年12月に「ロボット産業振興研究会」を発足させ、都市再生の牽引役となる都市型産業集積の促進などについて研究し、翌年4月に、「The Robot Knowledge Society一次世代RT産業創出構想一」を取りまとめた。ロボットテクノロジー(RT)を生活支援テクノロジーとしてとらえ、暮らしのためのRT関連の知的総合クラスターの形成を目標として掲げ、

- ① ロードマップの作成,
- ② 協働プラットフォームの構築,
- ③ ロボカップの開催,
- ④ 標準化の研究・検討,
- ⑤ 研究開発拠点の形成,

の五つのプロジェクトを提言している。現在、大阪産業創造館が中心となって、構想の具体化とともに、中小企業を巻き込んだ様々なプロジェクトが企画、実行されている。

神戸市では、ロボット開発による神戸経済の活性化やロボット技術の進展に伴う夢の創出をめざし、産学民官が一体となった「神戸RT構想」(2002年4月)が動きだし、2002年6月には構想推進の中核組織として財団法人新産業創造研究機構(The New Industry Research Organization, NIRO)内に「神戸ロボット研究所」が設立された。同研究所は、

- ① 介護福祉ロボット開発プロジェクト,

- ② 医療ロボット開発プロジェクト,
 - ③ 災害救助ロボット開発プロジェクト,
- の三つのプロジェクトに取り組んでいる。

このうち、災害救助ロボットは、特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構との連携が進められており、神戸ロボット研究所のオープンラボ内に設置された同機構の神戸ラボラトリーは、レスキューロボット等の研究開発や仮想フィールドでの実証実験を行う西日本の拠点となっている。

(3) 関西次世代ロボット推進会議の設立

こうした関連プロジェクトの方向づけを行い、政策効果を発揮させて関西産業競争力会議の目標を実現していくには、産学官の英知を結集できる強力な推進体制の整備が急務であった。そこで経済界が中心となり、関西の産学官の代表からなる「関西次世代ロボット推進会議」(議長：秋山喜久関経連会長)の設立を呼びかけ、4月25日に設立総会を開催した。その場で、関西圏を次世代ロボット産業の国際拠点とすることをめざし一丸となって取り組むことが宣言された。

2. 関西の五つの優位性

(1) 基盤技術に強み

次世代ロボットの実用化のためには、制御や認識

表-1 関西が強みを持つロボット関連要素技術(出所：近畿経済産業局・関経連「近畿地域における次世代ロボットに関する実態調査」2000年3月)

	要素技術	メーカー/大学研究室	要素技術	メーカー/大学研究室
認知	自己位置検知技術	奈良先端科学技術大学院大学小笠原研究室, 松下電工, 松下電器産業等	力覚センサ	立命館大学永井研究室, ニッタ, ビーエル・オートテック等
	画像認識技術/カメラ	奈良先端科学技術大学院大学木戸出研究室, 同小笠原研究室, 大阪大学谷内田研究室, 松下電器, キーエンス, オムロン, ATR等	においセンサ	新コスモス電機
	音声認識技術/マイク	ニルバーナテクノロジー, 松下電器産業, オムロン, ATR, 三洋電機等	ジャイロセンサ	村田製作所, オムロン等
	超音波センサ	オムロン, キーエンス, 松下電工等	ロータリーエンコーダ	オムロン等
	光電センサ 触覚センサ	オムロン, キーエンス, 北陽電機等, 大阪大学石黒研究室, ATR, ニッタ等	力覚提示技術 全方位センサ	京都大学吉川研究室, 川崎重工業等 大阪大学谷内田研究室, 石黒研究室, ヴァイストン, システクアカザワ等
判断	人工知能ソフトウェア	松下電器, オムロン, ATR, ニルバーナテクノロジー等	センサ情報処理ソフトウェア	大阪大学石黒研究室, ヴァイストン, 松下電工, 松下電器産業等
	移動制御ソフトウェア	大阪大学浅田研究室, 白井研究室; 神戸大学北村研究室, 奈良先端科学技術大学院大学小笠原研究室, 関西大学高野・青柳研究室, 松下電工, 三洋電機, 松下電器産業等	マニピュレーション制御ソフトウェア	京都大学吉川研究室, 三菱重工業, 川崎重工業, ダイヘン等
動作	サーボモータ	オムロン, 日本電産, ダイヘン, 松下電器産業等	減速器	マテックス
	ゲルアクチュエータ 高分子アクチュエータ	神戸大学 高森・田所研究室 イーメックス	顔(表情)の制御	通信総合研究所社会的インタラクショングループ
統合	要素技術の統合化技術	三菱重工業, 川崎重工業, ダイヘン, 松下電器産業, 松下電工, 三洋電機, 東洋ハイメック等	安全性・ユーザビリティの向上技術	松下電器産業, 三洋電機, 松下電工等の家電メーカー等
材料	構造部材	システクアカザワ等近畿地域の精密金属加工業者	外装材	近畿地域の精密プラスチック加工業者, 精密金属加工業者
動力源	二次電池	三洋電機, 松下電器産業等	燃料電池	三洋電機, ユアサコーポレーション, 松下電工, 松下電器産業等

(センシング)、人工知能やネットワーク、駆動装置(アクチュエータ)や動力源などの要素技術の高度化が不可欠である。関西では、こうした課題に対し、アカデミックな研究とともにビジネス面での実用化にも積極的に取り組んでおり、特に、センシング、人工知能、アクチュエータなどの「認知」、「判断」、「動作」というロボットの根幹をなす要素技術に強みを持っている(表一)。

(2) ものづくり中小企業の集積

要素技術に関する研究開発の成果を次世代ロボットの部品として製品化していくためには、機動性を持った優秀な中小企業のものづくり技術が有効となる。

関西には産業用ロボットの部品製造など、次世代ロボットに活用可能な高度技術を持った中小企業が多く集積しており、すでに、研究者と中小・ベンチャー企業との協働による研究開発成果の実用化の動きが活発化している。また、経済産業省近畿経済産業局は産業クラスター形成プロジェクトである「ものづくり元気企業支援プロジェクト」のひとつとして、次世代ロボット等の新たなものづくり産業の創出を掲げており、産学官一体となった取組みが期待できる。

(3) 産学官連携の広域的推進

人との親和性が求められる次世代ロボットの場合、情報通信技術、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーなど、他の先進技術との融合が重要であり、産学官の重層的な連携が必要である。

関西では、関西IT推進本部、関西バイオ推進会議、関西ナノテクノロジー推進会議、関西次世代ロボット推進会議など、それぞれの先進技術に関して産学官一体となった広域的推進体制が組織されており、相互連携による技術融合を視野に入れた活動が可能である。

(4) ロボット・家電メーカーのノウハウ

要素技術や部品を統合し、ロボットとして製品化あるいは家庭に浸透した商品・サービスなどにRTを応用していくためには、ユーザーズに応じた統合化技術や商品化、ビジネス化のノウハウが必要となる。

関西には、三菱重工神戸造船所、川崎重工業、ダイヘンなど産業用ロボットの製造で長年の実績を持つ企業や、松下電器産業や三洋電機、松下電工など家庭用機器で日本を代表する企業が立地している。

(5) 厳しいユーザーの存在

次世代ロボットの実用化には、その開発段階で、ユー

ザーの反応など社会的応用の視点から安全性や品質、稼働環境などについて評価・検証を繰返し、結果をフィードバックすることが重要となる。

関西は、雅楽、能楽、狂言、歌舞伎、文楽等の伝統芸能、インスタントラーメン、豚まん、回転寿司等の食生活、地下街やターミナルデパート等のショッピング施設やカラオケ等の娯楽施設など、今では日本人のライフスタイルに溶け込んでいる生活文化の創造を先導してきた。

世界有数のマーケット規模を有し、「マーケティングはまず関西で」といわれるほど関西人は新しい物好きで、厳しい消費者の目が培われている。RTによる次世代の生活文化創造という側面から見ても、関西は実証実験を行うのに適した地域といえる。

3. 関西の重点的取組み

—基本構想中間とりまとめ—

推進会議設立後、浅田稔大阪大学教授を座長とする企画委員会において、こうした優位性を持つ関西を次世代ロボット産業の国際拠点にするために取り組むべき事業などについて検討が重ねられた。

その結果を、8月28日に開催した本会議の場で「関西圏における次世代ロボット産業の国際拠点形成構想(中間とりまとめ)」として決定した(図一、図二)。

(1) 次世代ロボットへの期待と現実

世界中で稼働する産業用ロボットのほぼ半数を製造する「ロボット大国」日本が、新産業として期待を寄せているのが、医療・福祉や防災、生活支援などの分野で活躍する次世代ロボットであり、社団法人日本ロボット工業会の試算では、2010年に3兆円、2025年には8兆円の市場規模が予測されている。

次世代ロボットの開発はIT、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーなどの先端科学技術と地域のものづくりを融合させるものであり、その産業化を進めることは地域経済に極めて大きな波及効果をもたらす。関西にとって、RT振興は雇用創出、中小企業の高度化、産業構造改革に大きな意義をもち、優位性を生かした科学技術駆動型の自立的な発展が期待できる。

一方で、推進会議の議論では、

- ・次世代ロボットのマーケットがまだまだ不透明であり、製品開発の目標の絞込みができない、
 - ・収益性を考え大胆な設備投資に踏切れない、
- などの課題が浮かび上がってきた。

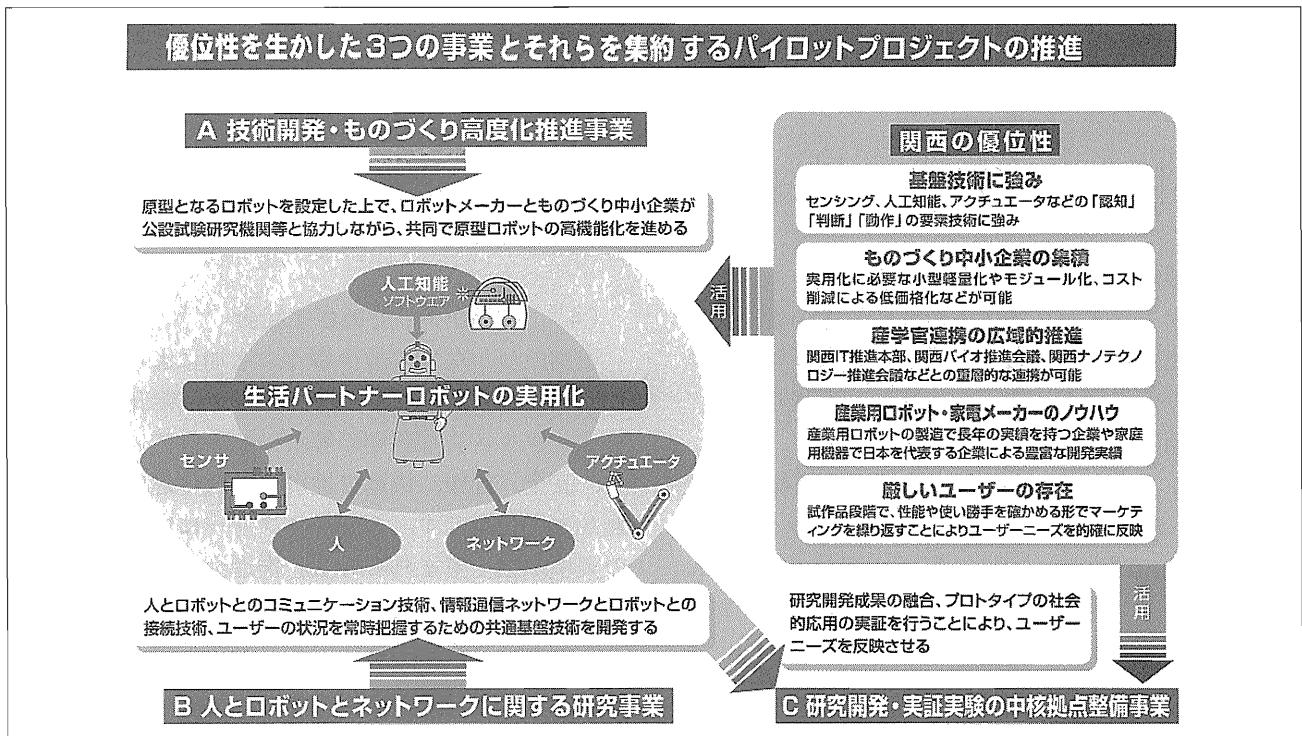


図-1 優位性を生かした取組み (出所：関西次世代ロボット推進会議「関西圏における次世代ロボット産業の国際拠点形成(中間とりまとめ)」)

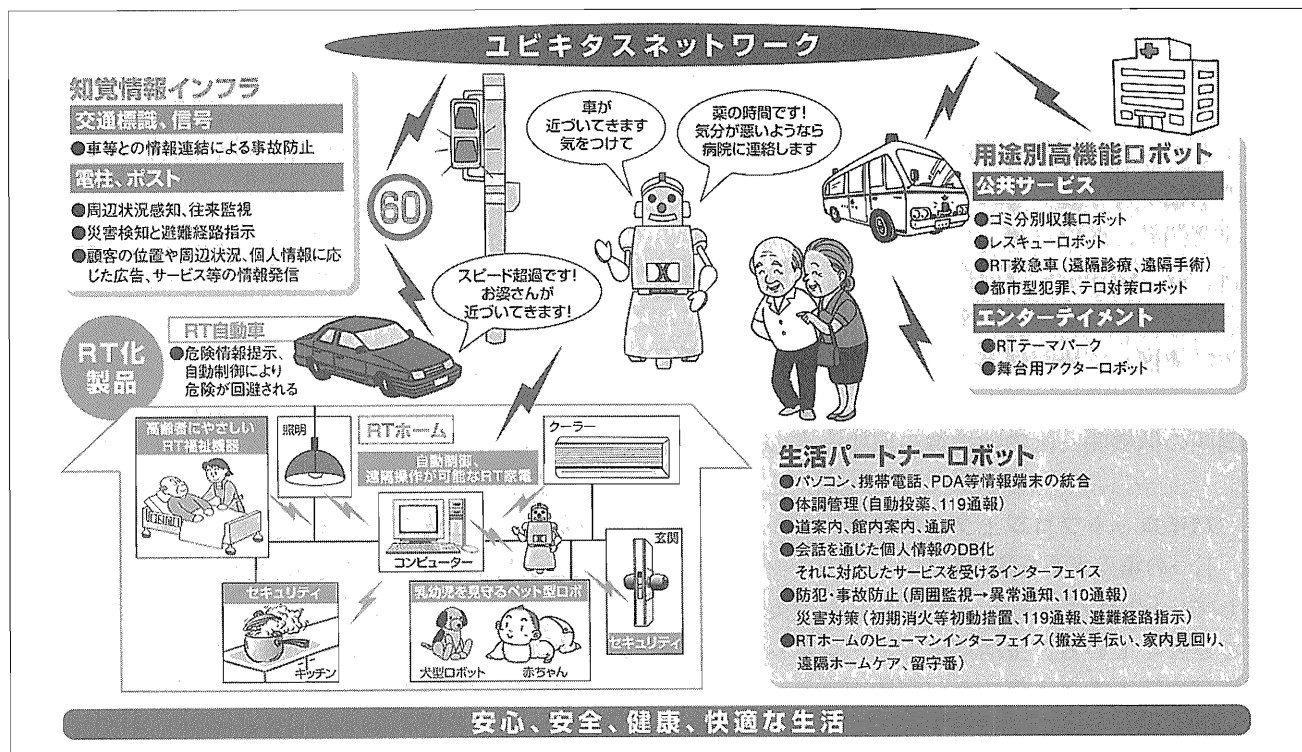


図-2 RTの展開イメージ (出所：関西次世代ロボット推進会議「関西圏における次世代ロボット産業の国際拠点形成(中間とりまとめ)」)

(2) 三つの重点事業

そこで、マーケット創出に向けた関西の取組みとして三つの重点事業を決定した。

(a) 技術開発、ものづくり高度化推進事業

関西には高度な技術を有するものづくり中小企業が集積しているほか、得意な研究開発分野を有する公設

試験研究機関も多い。こうした集積を活用し、実用化指向の製品(ハード)開発と要素技術の高度化を推進する。

具体的取組みは下記のとおりである。

- ① 公設試験研究機関による設備・人的サポートシステムの構築

- ② 公共分野における活用・導入促進支援
- ③ 既存制度と連携した技術開発支援
- ④ 具体的な目標を設定した開発プロジェクトの推進
- (b) 人とロボットとネットワークに関する研究事業

センサ関連企業や大学・研究機関の集積，人工知能やコミュニケーションに関する研究成果等の優位性を生かし，次世代ロボットの根幹をなす共通基盤（ソフト）の確立に産学官が連携して横断的に取り組む。

具体的取組みは下記のとおりである。

- ① ATR，CRL，独立行政法人産業技術総合研究所（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology；AIST）を核に，コミュニケーション技術等に重点をおいた研究開発およびパイロット実験を推進
- ② 人とロボットとネットワークに関する研究開発・標準化拠点の整備

(c) 研究開発・実証実験の中核拠点整備事業

研究者だけでなくデザイナーやクリエイターなど様々な関係者と市民が日常的に集まる都心において，ハードとソフトの研究開発成果の融合と社会的応用の実証が展開されるよう，研究開発と実証の中核拠点を大阪に整備するとともに，他の拠点との連携を図る。

具体的取組みは下記のとおりである。

- ① 研究開発，産学交流，マーケティング，教育・人材育成，情報受発信の拠点となるような研究開発，実証実験の拠点の整備
- ② 産学連携して研究開発を行うオープンラボの整備
- ③ 関西の他機関，国内他地域の取組みとの連携

(3) パイロットプロジェクトの推進

また，三つの重点事業を集約したパイロットプロジェクトとして，「生活パートナーロボット」の実用化をめざすこととしている。生活パートナーロボットとは実際の家庭生活の中に入りこみ，家族とコミュニケーションを取りながら，インターネットを通じた情報検索やネットビジネスの利用，健康管理，留守番，防犯等の生活支援サービスを提供するロボットである。すでに，いくつかの企業が開発を手がけており，2004年春からのモニタ販売やレンタル事業を開始する企業も出てきている。

推進会議では，こうした既存のロボットを核として，ロボット開発企業とものづくり中小企業，関西の公設試験研究機関等との連携による次世代ロボットの高機

能化やビジネスモデル化，あるいは，ATRやCRL，AISTなどの先端研究開発機関との連携による生活パートナーロボットの稼働環境を支える共通基盤技術の開発などのプロジェクトを進め，開発されたプロトタイプの社会的応用の実証を既存施設の活用などにより推進することを検討している。

(4) 関西がRTでめざす社会

予測のつかない事故や事件の増加により安心・安全な生活に不安を感じる一方，少子・高齢化や環境問題など，さまざまな課題の解決に迫られている今日，安心，安全，健康，快適で性別・年代の違いや障害の有無などを意識せず，ストレスフリーに生活できる社会の実現が強く望まれている。推進会議では，生活パートナーロボットの浸透により，以下のような社会が将来的に実現するのではないかと考えている。

(a) 循環型社会

個人の生活がもたらす環境負荷の軽減を，これまでの快適さを損なわない形で進める。

例えば，家庭ごみの分別収集の細分化や省エネルギー・省資源型のライフスタイルへの転換をRTが支援する。

(b) 都市型犯罪・事故・災害ゼロ社会

往来監視や異常通知のシステムをRTにより構築し，コミュニティ意識が希薄な都市圏での犯罪や事故・災害の未然防止を進める。

例えば，街角での誘拐や無差別殺傷事件，出会い頭の交通事故，大雨による地下街の水没などは，異常を察知したRTが周囲に危険信号を発することで被害の回避が可能となる。

(c) 医療・福祉バリアフリー社会

RTを活用した遠隔医療技術や福祉機器の高度化により，医療・福祉の地域間格差を是正する。

例えば，外出先での医療・福祉サービスの提供が可能になることで，高齢者や障害者の自立や労働参加が促進される。救命救急活動においても，現場での高度医療の実現により，救命率が飛躍的に向上する。

(d) 男女共同参画社会

高齢化はもちろん少子化がさらに進行する中，子供を持つことの負担を感じさせることなく，また性別の区別なく，近隣・社会との関わりを保ちつづけられる生活を実現する。

例えば，RT活用による保育施設の充実や家事・育児の支援を行い，家庭においては乳幼児をパートナーロボットが見守るなど，男女ともに社会に参画することを支援する。

4. 推進会議の当面の取組み

推進会議では、中間とりまとめの決定を受けて、重点三事業の具体化を検討をする、以下のような部会を設置した。

① ものづくり高度化推進部会

パイロットプロジェクトの企画、経済産業省等の施策やプロジェクトへの応募、産学官の連携による支援体制づくりなどを通じた、要素技術の高度化やプロトタイプ開発を促進する。

② ネットワークロボット検討部会

総務省が中心となって2003年9月に設置した「ネットワークロボットフォーラム」と連携し、関西における研究・実証実験の進め方などを検討する。

③ 実証実験推進部会

学校や病院などの既存施設を活用した実証実験の推進や大阪駅北地区（梅田北ヤード）におけるロボット拠点の整備などについて検討する。

上記3部会と並行して、産学官で活発化する取組みにも積極的に対応する。

総務省のネットワークロボット、経済産業省の次世代ロボットビジョン懇談会、文部科学省のレスキューロボット、国土交通省のIT施工システムや無人化施工・維持管理ロボット、近未来住宅モデルハウスなど、

各省庁で取組まれているプロジェクトや施策とも連携を取らせていただきながら、次世代ロボットの実用化に向けたムーブメントを興していきたい。

また、マーケット創出を目指した具体的な活動も進める。2003年12月10日にリーガロイヤルNCB「淀の間」を会場にして「次世代ロボット・マーケット創出フォーラム2003」を開催した。参加企業とのパートナーシップ構築を求め、ロボット開発企業や研究所から開発中の次世代ロボットの紹介や製品化やビジネスモデル化に向けた課題などについてプレゼンテーションが行われた（詳細問合せ先：関経連・産業グループ）。

2005年にはロボットによるサッカー大会である「ロボカップ」国際大会の大阪市での開催が決定しており、2004年のジャパンオープン（国内大会）との連続開催となる。国内外のロボット関係者の目が注がれるこの機会を上手く活用して、関西が魅力ある地域だということを具体的に見せていくことも推進会議の果たすべき役割のひとつである。

いま、関西から目が離せない。

【筆者紹介】

平岡 潤二（ひらおか じゅんじ）

社団法人関西経済連合会

産業グループ主任

連絡先：大阪市北区中之島6-2-27 NCB 30 F

Tel：06(6441)0106

Fax：06(6441)0443



大深度地下空間を拓く 建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。

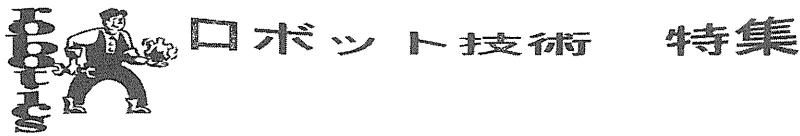
主な内容は鉛直掘削工，単円水平掘削工，複心円水平掘削工，曲線掘削工等の実施例を解説，分類，整理したものです。

工事の調査，計画，施工管理にご利用ください。

定価 2,310円（本体2,200円）送料500円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel.03(3433)1501 Fax.03(3432)0289



遠隔操縦ロボット(ロボQ)の開発と施工効率化

田上 幸雄

我が国は、自然的条件から災害が発生しやすい国土である。災害が発生した場合は、迅速な対応が求められるが、二次災害の恐れがあるため、安全性の観点から迅速な対応が取りにくい。復旧作業を安全に行うには、遠隔操縦により安全な場所から機械を操作して作業を行うことが必要になる。

雲仙・普賢岳の災害復旧では、建設機械を無線で遠隔操縦する「無人化施工技術」が導入された。遠隔操縦専用機は、市場性がなく大型のものが多く、輸送における規制や分解・組立て等で時間を要する等の課題を持つ。こうした課題を解決し、災害復旧をより安全・迅速にかつ効率的に行うため、遠隔操縦を可能とするロボットを開発したので紹介する。

キーワード：災害，安全迅速，遠隔操作，無人化施工，ロボット，バックホウ

1. はじめに

土石流災害や土砂崩壊災害等の緊急災害復旧は、二次災害の発生する恐れがあるため、安全作業の確保・迅速な対応といった観点から遠隔操作技術の開発が強く望まれる。

遠隔操作技術を使った無人化施工は、平成2年に噴火した雲仙・普賢岳の警戒区域内にある遊砂地等において、緊急的に除石することを目的として無人による工実施の可能性を検討するため、試験フィールド制度により試験施工が行われたのが最初の事例である。

建設機械を遠隔で操縦する無人化施工は、これを契機に技術開発や技術改良が飛躍的に発展し、災害復旧現場等での導入実績も多くなってきた。しかし、これらの遠隔操縦専用の建設機械は、比較的大型のものが多く、限られた需要の中で生産されるため、現存台数が少ないのが実状である。

又、建設機械の重量、大きさによっては、輸送上の規制や機械の分解、組立てなど多大な時間とコストがかかる課題を有している。これらの課題を解決し、災害復旧をより安全・迅速にかつ効率的に行うため、災害現場で調達する汎用の建設機械に、有人にかえてロボットを運転席に装着して、遠隔操縦を可能とするシステムをこのたび開発したものである。

本報文では、遠隔操縦ロボットの開発経緯、システムの概要、さらに一般建設工事に適用するために行っ

た実証実験について紹介するものである。

2. 開発の経緯

遠隔操縦ロボットは、国土交通省九州地方整備局九州技術事務所と株式会社フジタが共同開発したものである。

遠隔操縦ロボットの開発にあたっては、過去の災害復旧作業を調査し、対象機種をバックホウとし、対象規格は、国内で最も販売されている0.7m³級を対象とすることにした。操縦方式は、開発目的及び開発装置に求められる機能を総合的に判断して操作レバー方式を採用した。

また、バックホウの操作レバーを機械的に動かすアクチュエータには、維持管理性及び作業環境における信頼性等から空圧式アクチュエータを採用することにした。

システムの開発は平成9年度に基礎調査に着手し実験機を製作して各種の機能・性能試験を実施した。その試験結果から詳細設計、更に改良設計を加えて平成11年度に実用機を製作し、耐久性に関する実証実験を行い、耐振動性、耐衝撃性を有していることを確認した。平成12年度には災害対策用機械として導入配備し、さらに平成13～14年度は一般建設工事への適用拡大を目的として施工効率の向上に向けての検討を行った。

3. 遠隔操縦ロボットの概要

(1) 概 要

遠隔操縦ロボットは写真-1に示すように必要な時、必要な場所で汎用のバックホウの運転席に取付けることにより、遠隔操縦を可能にし、安全な場所から作業できるロボット技術である。

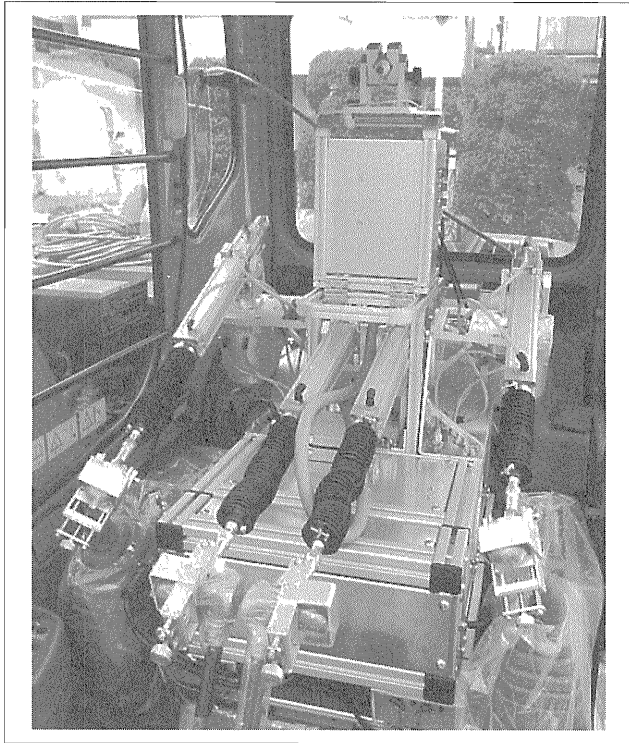


写真-1 バックホウ運転席に搭載したロボット

遠隔操縦ロボットの開発にあたり、主な開発目標としたものは次のとおりである。

- ① 遠隔操縦ロボットを汎用のバックホウの運転席に取付け短時間で遠隔操縦化が可能であること。
- ② 建設機械メーカーや機種を問わず、バックホウに装着できること。
- ③ 持ち運びが容易なサイズに分割できること。
- ④ カメラ映像により、オペレータが遠く離れた場所からも容易に操縦できること。

(2) 構 成

遠隔操縦ロボットは、図-1に示すように七つのユニットに分割され、収納ケースに収めて、簡便に被災地まで運搬可能であり、短時間で組立てができる。

各ユニットは、運転席を取外した後、順次組立て、空気圧制御によるアクチュエーションユニットがバック

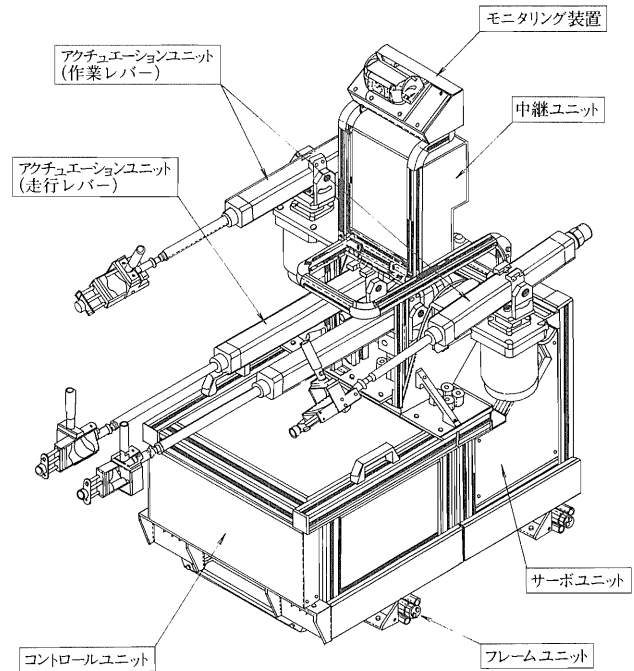


図-1 装置本体図

クホウの操作レバーを遠隔操縦で動かす。空気圧の動力源はバックホウ本体に搭載したエンジンコンプレッサとしている。カメラ映像は、映像伝送装置によりオペレータまで伝送する。

無線方式は、制御用として特定小電力無線、映像用としてSS無線を使用しており、遠隔操作距離は無線の使用環境にもよるが概ね150m程度である。また、バックホウの運転席上部の屋根に送受信装置や表示灯等を設置し、通信状態等を表示灯の色により確認する。

オペレータはヘッドマウントディスプレイ（写真-2）で視覚情報を得て、携帯ユニットのジョイスティックを操作することにより遠隔操縦ロボットが作業レバーを動かす、バックホウを稼働させる。

表-1に遠隔操縦ロボットの諸元を示す。

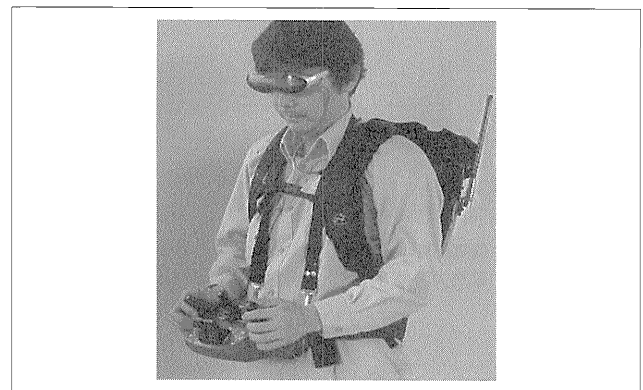


写真-2 ヘッドマウントディスプレイ装着状況

表一1 遠隔操縦ロボットの諸元

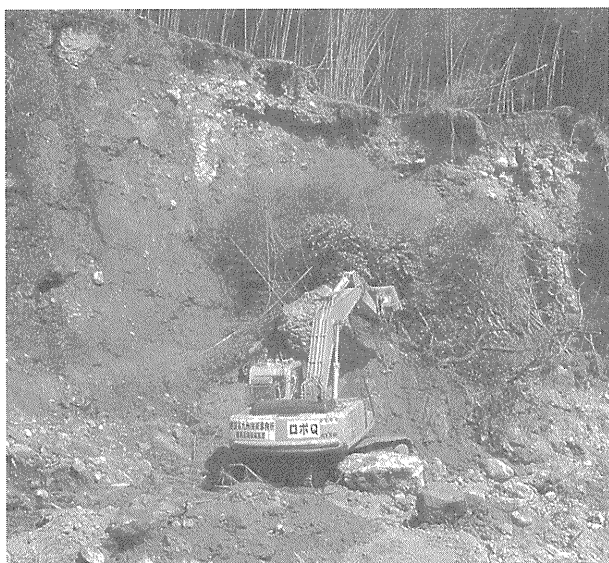
項 目		内 容
取付け調整員		2~3名
取付け時間		3時間程度
収納ケース数		大6, 小1, コンプレッサ1
総重量		約180kg
組立て外形寸法	幅	620mm
	奥行き	1,100mm
	高さ	1,040mm
主なアクチュエータ		空気圧シリンダ
無線方式		特定小電力無線(制御用) SS無線(映像用)
遠隔操作距離		150m(無線の使用環境による)

4. 災害及び実現場出動

(1) 災害出動

2000年6月に大分県別府市朝見川において、山腹斜面の土砂が崩落して河道を閉塞する災害が発生した。崩壊面が直立で天端にクラックが発見され、二次災害の恐れがある極めて危険な状態であった。

応急対策のため遠隔操縦ロボットが災害対応として初めて出動した。遠隔操縦ロボットは初め0.4m³級バックホウに装着し、その後0.7m³級に載せ替えて崩落土砂の除去作業を行った。災害復旧は実稼働48時間で無事終了し、遠隔操縦ロボットは十分その機能を発揮し、実用に供することが確認できた。



写真一3 遠隔操縦ロボットを装着したバックホウによる緊急災害復旧作業(大分県別府市朝見川)

(2) 実現場出動

国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所が管

理している野尻川は、活火山である桜島山麓の河川で、毎年降雨により土石流が頻発している。その土石流から地域住民を守るため砂防ダムやスクリーンダムが設置されているが、度重なる土石流により土石が堆積した。ダムの機能を確保するため、堆積した土石を搬出しなければならなくなった。搬出作業時に土石流が発生した場合は、非常に危険な現場であることから、有人作業にかえて遠隔操縦ロボットが使用された。

今回の現場は、スクリーンダム上に堆積した約860m³の土石を除去したものである。危険性が伴う過酷な作業現場でもロボットの特徴・機能を十分に発揮しうることが確認された。



写真一4 桜島山麓のスクリーンダムにおける土石除去作業(鹿児島県野尻川)

5. 施工の効率化

遠隔操縦ロボットは、災害復旧時の安全・迅速な施工を目的として開発し、大分県別府市朝見川の緊急災害出動等を始め、砂防ダム等の実現場においても施工実績を重ねてきた。

しかし、遠隔操縦ロボットをより普及活用させていくためには、災害復旧工事だけでなく、一般工事にも有効に活用することが望まれている。そのためには、遠隔操縦ロボットの特長を生かしつつ、有人施工と比較して施工効率や施工精度が劣るといった遠隔操縦施工特有の課題の解決、向上が必要である。

一般工事への導入を目的として、施工効率、施工精度の向上のための検討を平成13年~14年度の2か年にわたり行った。

(1) 基礎検討

遠隔操縦機械の一般建設工事へ導入するための門前点、改良点を抽出するために、バックホウに遠隔操縦ロボットを搭載して、近傍目視やロボQ搭載カメラと固定カメラの組み合わせといった様々な視覚情報パターンによる掘削、旋回、ダンプトラックへの積込みの一連の作業における基礎的な試験を行った。

基礎試験の結果及び作業後のオペレータへのヒヤリングの結果、以下の視覚情報に関して必要としていることが分かった。

① 作業ヤードの全体的な空間の把握

掘削面となる箇所とバックホウ周辺との位置関係の把握

② バックホウと掘削面またはバケットとダンプトラックとの相対的な位置の把握

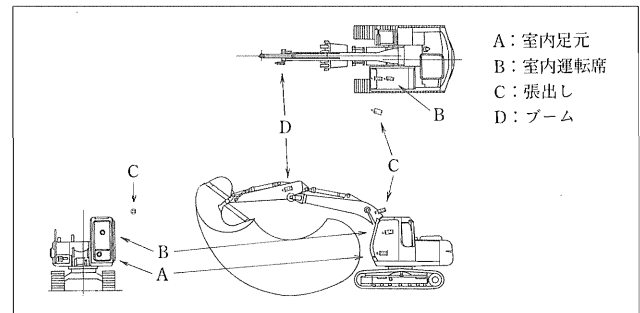
バックホウと掘削面との位置関係（距離、高低など）、バックホウとトラックとの位置関係（距離、トラックの位置と高低）

(2) 視覚情報機器の機能評価試験

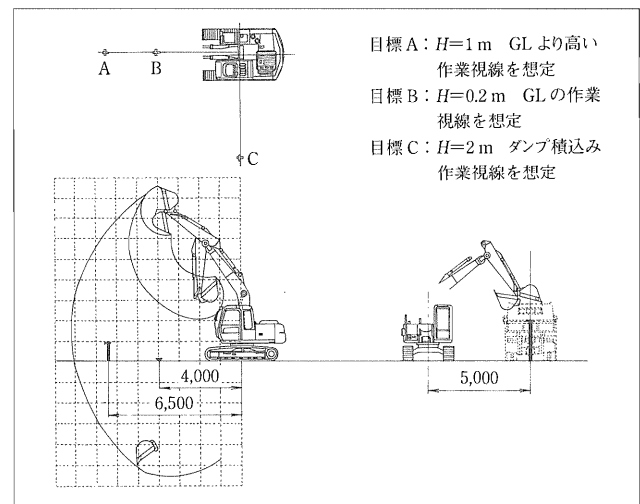
オペレータへの視覚情報が施工効率及び施工精度に大きく影響するという検討結果をもとに、作業ヤードの全体的な把握と対象物への奥行き情報に対して、有効と思われる視覚情報機器とカメラ位置について実作業を想定し評価試験を行った。

試験は、カメラをそれぞれのパターンで設置し（図一2）、バケット刃先の位置決め（図一3）作業を行い、

評価を行った。試験の結果、良好な成果が得られたのは、室内運転席、張出しカメラのパターンであった（表一2）。これは、室内運転席カメラが人間が搭乗し



図一2 カメラ取付け位置



図一3 バケット刃先の移動による位置決め試験要領図

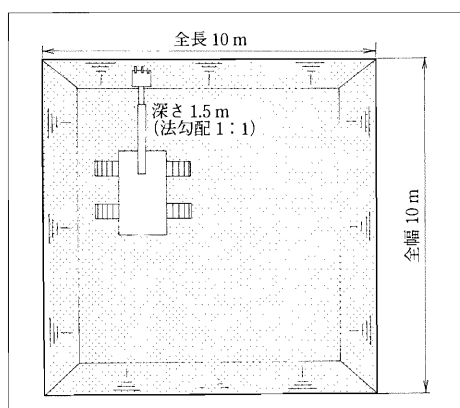
表一2 カメラの各配置による試験結果

	カメラ配置	カメラ配置				評価試験におけるオペレータの評価	本実験における判定
		室内足元	室内運転席	張出し	ブーム		
通常レンズ + 広角レンズ	パターン1	○	○			運転席カメラは、搭乗した場合と同じ視線高で感覚がつかみやすいが、足元カメラは遠近情報は得にくい。	△
	パターン2	○		○		張出しカメラで高さ、遠近感をつかみやすいが、足元カメラは遠近情報は得にくい。	○
	パターン3	○			○	ブームカメラは位置決めはしやすいが、作業時にモニタ画面がぶれる。足元カメラは遠近情報は得にくい。	△
	パターン4		○	○		張出しカメラは遠近感をつかみやすい。運転席カメラは、感覚がつかみやすい。	◎
	パターン5		○		○	運転席カメラは、感覚がつかみやすいが、ブームカメラはモニタ画面がぶれる。	△
	パターン6			○	○	張出しカメラは遠近感をつかみやすい。ブームカメラはモニタ画面がぶれる。	△
	パターン7		広角	○		張出しカメラは遠近感をつかみやすい。広角レンズは運転席の一部まで映すので作業しにくい。	○
	パターン8	○		広角		足元カメラで高さはつかみやすい。広角レンズはバケットの稼働範囲を広くとらえて、遠近感をつかみやすい。	○
通常レンズ + 広角レンズ	パターン9	○	○	広角		3画面は視覚情報が多すぎる。	△
	パターン10	○	広角	○		3画面は視覚情報が多すぎる。	△

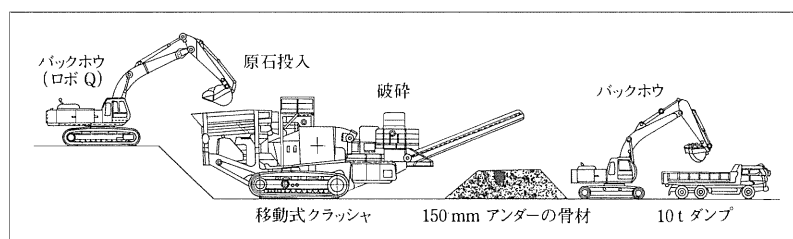
◎良好, ○普通, △不良

表—3 掘削, 法切, 整形作業試験結果

	実験条件	掘削時間	設計掘削土量 (m ³)	実掘削土量 (m ³)	設計に対する割合	掘削基準面との差		標準偏差	掘削面の状況
						掘削不足の最大値	掘削過多の最大値		
平成14年度	① 遠隔運転 (室内カメラ+張出しカメラ(通常レンズ))	6:11	110	100.8	92.0%	+180 mm	-90 mm	95.3	掘削土量はやや不足気味であり, 掘削基準面とのばらつきも大きい。また, 角部の掘削不足がある。
	② 遠隔運転 (室内カメラ+張出しカメラ(3D))	7:23	110	118.9	108.0%	+60 mm	-70 mm	51.6	掘削土量はやや過掘削気味であるが, 掘削基準面とのばらつきは少ない。また, 法面勾配はほぼ設計どおり確保されている。
平成13年度	③ 遠隔運転 (搭載カメラ+外部固定カメラ)	9:25	180	170	94.0%	+592 mm	-289 mm	280.1	掘削土量はほぼ設計土量に近いが, 全体的に掘削基準面とのばらつきが大きい。また, 法面勾配も全体的に確保されていない。
	④ 遠隔運転 (搭載カメラ+外部固定カメラ2台)	9:59	180	159.5	89.0%	+536 mm	-65 mm	254.3	掘削土量は不足している。また, 掘削基準面とのばらつきも大きい。法面勾配も全体的に確保されていない。



図—4 実証試験ヤード



図—5 原石投入試験機械配置図

た場合と同じ視覚であったことと, 張出しカメラが遠近感を認識しやすいカメラ配置であり, 作業全体のイメージがつかみやすかったためである。したがって, このカメラ配置で現場での実証試験及び3Dレンズを含めた試験について行うこととした。

(3) 視覚情報機器での実証試験

実証試験は, 視覚情報機器の機能評価試験に基づき実現場を想定した実験ヤードにて, 掘削, 法切, 整形作業の土工作业を行った。

また, 土工作业以外でも遠隔操縦ロボットの適用性を確認するため, 原石投入作業の試験を併せて行った。使用した機械及び試験要領については次のとおりである。

(a) 使用機械

① 掘削, 法切, 整形作業

- ・バックホウ: 0.5 m³ (遠隔操縦ロボット搭載)
- ・ダンプトラック: 4 t 車 (有人)

② 原石投入作業

- ・原石投入バックホウ: 0.5 m³ (遠隔操縦ロボット搭

載)

- ・移動式クラッシャー (有人)
- ・碎石積み込み用バックホウ: 2~3 m³ (有人又は遠隔操縦ロボット搭載)
- ・碎石搬出用ダンプトラック: 10 t 車 (有人)

(b) 掘削, 法切, 整形作業

0.5 m³ 級のバックホウを用いて, 実証試験ヤードを図—4 のとおり設定し, 掘削から積み込みまでの一連の作業における試験を行った。

表—3 に作業時間, 掘削土量等の項目についてまとめた。また表—3 には, 平成13年度に基礎検討のなかで行った実験データとの比較もしてみた。その結果, 作業ヤードの全体イメージと遠近感が認識できたため, 外部カメラ無しでの施工が可能となった。

3D レンズは, 精度を要する作業には有効であることが分かり, 掘削誤差については平成13年度と比較して大幅に向上した。したがって, 2台のカメラの適切な配置とレンズにより, 施工精度の向上及び画像システムの有効性が認識された。

(c) 原石投入作業による試験及び結果

掘削作業による試験と同様のカメラ配置により, 移動式クラッシャーへの投入作業の試験を行った。試験状況を図—5 に示す。試験結果は, 有人施工と比較して約80%の作業効率が得られ, 掘削以外の作業でも有

効性が確認できた。

6. さらなる普及への課題

遠隔操縦ロボットは、災害対策用途を主眼に開発し、その後更なる普及を図るため、一般工事への導入拡大を視野に入れて施工の効率化向上を図ってきた。ロボQは多くの関係者から高い技術的評価を得ているが現実的にはあまり使われていないという不本意な実態がある。その技術的要因としては次のような点が考えられ、課題の解決が急務となっている。

- ① 対象機種は最多販売されている0.7m³級バックホウを対象に開発したが、全てのメーカー、全ての機種に対応できていないため使用が限定されている。また最新機種は、盗難防止や省エネルギー運転など機械管理や制御技術の高度化、複雑化が著しく、これらへの技術的対応の困難さもある。運用上は適用機種の拡大が最重要課題といえる。
- ② 一般工事への適用拡大を拒む要因としては、有人作業に比べ作業効率や施工精度が劣ることが最大の要因である。現状技術での対応は困難なことから、新たに画像伝送の遅延量の改善や広視野、立体画像システムの技術開発・導入が必要不可欠

である。

- ③ ロボット技術は、危険作業や苦渋・過酷作業が伴う工程にも展望があるが、そのためには耐振性や耐衝撃性をさらに高める必要がある。

7. おわりに

今回紹介したバックホウ用遠隔操縦ロボットは開発導入後4年を経過しているが、運用面からは前述した大きな課題をまだ残している。「いつでも、どこでも、どの機種にも」実現場で安心して使ってもらえるよう課題の解決に向け最大限に取り組んでいく所存である。

最後に、「遠隔操縦による施工の効率化検討委員会」の皆様には的確なご指導、ご助言を賜り厚く御礼申し上げます。

J C M A



【筆者紹介】

田上 幸雄（たがみ ゆきお）
国土交通省
九州地方整備局
九州技術事務所

建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々、そして建設事業に関心のある一般の方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289



CONET 2003 アカデミーロボットの開発状況

—大学など公的研究機関における建設ロボット研究—

久 武 経 夫

建設施工ロボット化の研究は民間企業主体に進められているが、一部の大学や公的研究機関においても、基礎的な共通技術の開発が行われている。CONET 2003 では、これらの大学や公的研究機関による建設施工ロボット化に向けた要素システムやアプリケーションシステムの展示を行った。大学、公的研究機関の独立行政法人化が進められ、民間企業と協力した実用性のある研究が課題となっている。CONET 2003「アカデミーコーナ」出展を契機に産官学連携の活発化が望まれる。

キーワード：建設ロボット，大学，公的研究機関，産官学共同

1. はじめに

2003年9月6日～8日の間、千葉県・幕張メッセで開催された「建設機械と新工法展示会（CONET 2003）」（主催：社団法人日本建設機械化協会）において、大学や公的研究機関などにおける建設施工に関連したロボット研究の成果を「アカデミーコーナ」として展示した。展示は、20の大学と公的研究機関の研究成果を特設の15ブースで構成した。大学での建設ロボット研究の展示は、CONET 2001での「ITコーナ」における2大学の出展例があるが、大学や公的研究機関のみのコーナは同展示会としては初めての試みである。

「アカデミーコーナ」では、4ブースの実機展示を除きパネルを中心とした展示であったが、来場者の方々に高い評価を得た。展示されたロボットの内、筑波大学・産業技術総合研究所・中央大学・東京電機大学が共同で研究を進めている全自動ホイールローダと東北大学の斜面移動ロボットの動態模型が、直後に開催された「建設未来館」（国土交通省関東技術事務所内）におけるリニューアルオープンを記念したイベントに出展されるなど、建設分野でのロボット化推進の後押しをする結果となった。

本報文では、このアカデミーコーナの報告と大学における建設施工のロボット化研究の動向を取纏めた。

2. CONET 2003における「アカデミーコーナ」

安全化、省人化、低コスト化などを目的とした建設

施工のロボット化の研究には、施工機械のロボット化の他、測量、調査活動の自動化がある。ロボット化研究の対象も、機械の自律化、作業装置の位置決めなどの部分的な自動化、遠隔操縦シミュレーションなど多様である。センシングシステム、アクチュエータなどロボット化を支える要素技術もコーナ展示に加えた。表—1に「アカデミーコーナ」の展示内容を示し、以下（1）～（15）節に各出展内容と出展大学の建設ロボット研究の状況を概説した。表—1中の「*」は、実機、模型の展示を行ったものを示す。

（1）フィールドロボット「あるまじろ」：

東京工科大学工学部機械制御工学科

グラビヤの4輪クローラ型不整地走行車、フィールドロボット「あるまじろ」は、油圧駆動のゴムクローラ4輪が前後左右自在に動く構造で、様々な形状の路面に対応可能である。CONET 2003では、屋外での走行デモンストレーションを行った。

この機械は車体下部に、写真—1のモーションベースにエンドミルカッタを装着してマンホール周辺や橋梁の継ぎ目のアスファルトの切削を行うなど様々な作業を想定して製作された。モーションベースは、上下、水平、回転、ねじり運動が可能な6自由度の平行リンクの直動アクチュエータ軸で構成されている。

写真—2の螺旋形状のマニピュレータも出展され注目を集めた。コンピュータやセンサ系研究が主流の建設ロボット研究の中で、作業装置を支える手足は極めて有用な研究である。

上記の研究は、株式会社菊池製作所、日本ムーク株

表-1 アカデミーコーナ展示リスト

	組織名	展示内容	備考
1	東京工科大学	フィールドロボット「あ るまじろ」*	4輪クローラ型不整地走行車
		多自由度のモーションベ ース*	作業機構を自在に位置決 めできる
		螺旋型マニピュレータ*	狭い空間での作業機構
2	岐阜大学	遠隔操作臨場感提示履帯 型積込み機械	画像・音響・力感帰還に よる臨場感提示システム
3	産業技術総合研 究所, 中央大学, 筑波大学, 東京 電機大学	ホイールローダの完全自 動化 (バケット反力に基 づくバケット制御)*	3次元形状計測と作業環 境モデル生成クロスロイ ド曲線を用いた経路計画 と追従制御
4	立命館大学, 京 都大学, 東北大 学	タイヤ型積込み機械の自 動化	建設機械と地盤との相互 作業に関する研究と自動 施工への応用
5	東京工業大学	4足歩行型法面作業用ロボ ット (フレーム付法面のロッ クボルト設置作業用)	フレームを認識, 把持し てよじ登る
6	釧路工業高等専 門学校	ロックネット登攀ロボッ ト/岩盤調査*	リンク機構と車輪を利用
7	東北大学	操作系を一体化, 力帰還 装置を有する半自動油圧 ショベル*	知能型建設機械
		油圧ショベル旋回角度計 測システム*	
8	北海道大学	GPSとトータルステーショ ンを利用した3次元排土 板自動制御システム	3次元マシンコントロー ルシステム
9	東京大学, 理化 学研究所	被災者探索レスキュー用 データキャリア	測量用自律飛行型バル ーン
10	大阪産業大学 京都大学	自律型無人ヘリコプター と三次元地形情報収集シ ステム	
11	東京大学	自律型水中ロボット (水中構造物の調査)	Tri-Dog 1 レーザポイ ンティングと CCD カメ ラによるアクティブセン シングシステム付
12	筑波大学	知能移動ロボットとナビ ゲーション技術	
		自律移動ロボット用セン シングシステム	全方位超音波センサシ ステム
13	愛媛大学	掘削ロボット	端面切削機構
14	早稲田大学	バーチャル建設現場	シミュレーションによる
15	神奈川工科大学	パワースーツ	筋肉硬さセンサと関節駆 動アクチュエータ

*: 実機, 模型の展示を行った。

式会社, 日立建機株式会社, 石川島芝浦機械株式会社, 日立建材株式会社, 株式会社ロボットシステム, カヤバ工業株式会社, 株式会社ハネックスロード, 豊興工業株式会社, 油研工業株式会社, 大久保歯車株式会社など多くの企業の協力に支えられている事が特徴である。

(2) 遠隔操作臨場感提示建設ロボット:

岐阜大学工学部人間情報システム工学科

遠隔操縦の履帯型積込み機械にバーチャルリアリティ (VR) 技術を導入し, オペレータに作業現場の十分な臨場感を与えるとともに, コンピュータの支援に基づく高度かつ精密な作業を人間に優しいヒューマンイ

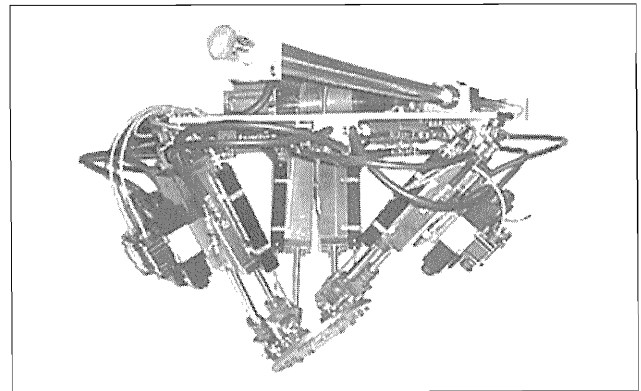


写真-1 モーションベース

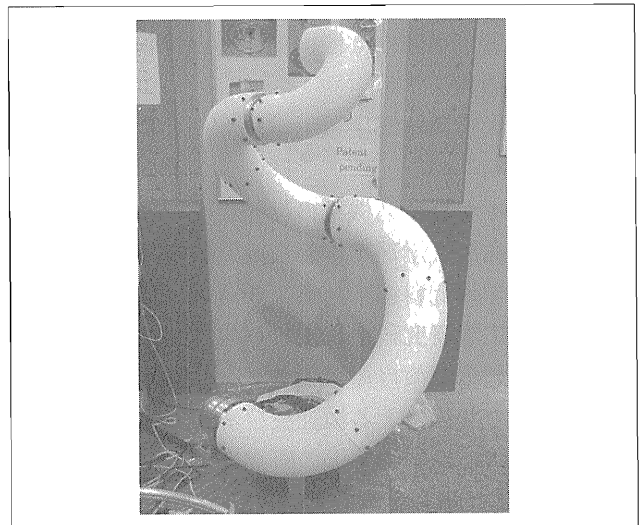


写真-2 螺旋型マニピュレータ

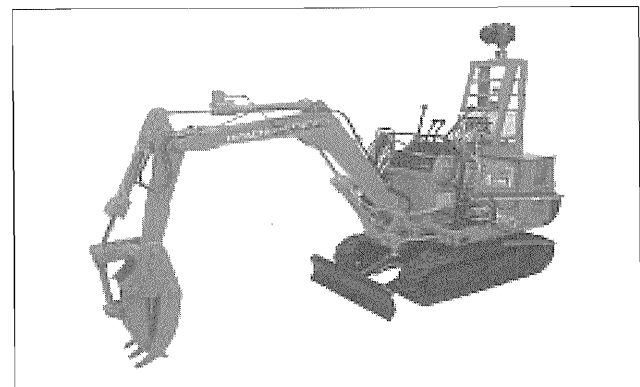


写真-3 遠隔操作臨場感提示建設ロボット

ンターフェースを通じたイージーオペレーションシステムを構築した。写真-3がパネル展示した研究用のモデルである。

(3) ホイールローダの完全自動化システム:
山祇研究会 (共同研究)

ホイールローダによる破碎岩石や土砂の積込み作業を対象とした完全自動化システムである。

鉱山および土木作業における自律作業システムを構成する下記の要素を、参加組織の専門性に応じて分担を行ったのが特徴である。

- ① 3次元形状計測とモデル化
- ② すくいとり作業計画
- ③ バケット経路の生成と制御
- ④ 車体走行経路の生成と制御

グラビヤに展示した研究用のモデルを示してある。

山祇研究会は以下の1独立行政法人研究機関と3大学で構成された共同研究組織である。

- ・産業技術総合研究所知能システム研究部門フィールドロボテックス研究グループ
- ・中央大学理工学部精密機械工学科
- ・筑波大学機能工学系
- ・東京電機大学工学部機械工学科

(4) タイヤ型積込機械の自動化：

立命館大学理工学部建設環境学系，京都大学工学研究科都市社会工学専攻，東北大学大学院工学研究科地球工学専攻

車体屈曲型車輛の自律移動アルゴリズムや制御則を提案して模型実験による検証及びホイールローダによる掘削作業時の抵抗力解析の研究を行っている。写真-4がパネル展示した実験用の模型である。

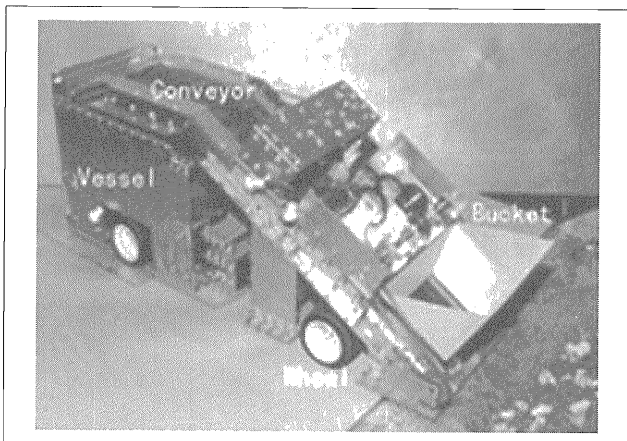


写真-4 実験用の模型

ローダによるダンプトラックへの積込み作業工程の自動化のためには、ローダは自らダンプトラックとの位置関係を正確に認識する必要がある。

研究ではローダにビデオカメラを搭載し、ローダのダンプトラックに対する位置と方向を認識し、積込み作業を行うまでのアルゴリズムを提案している。

山祇園研究会と同様に、参加組織の専門性に応じた分担を行っている。

(5) 4足歩行型法面作業用ロボット (TAITAN XI)： 東京工業大学機械物理工学科機械宇宙システム専攻，大昌建設株式会社

崖崩れ防止のためのフレームへのロックボルト設置工事の自動化を目的とした4足歩行型斜面移動作業台と作業機構で構成される法面作業用ロボットである。フレーム付き法面で自動的にフレームを認識し4本の脚で急な法面を動き回り、ロックボルト削孔作業を行う。

従来作業者が行っていた危険な急峻な斜面での作業のロボット化と効率化を企図した実践的な研究である。

グラビヤは、パネル展示した4足歩行型法面作業用ロボットの完成イメージである。本研究は、経済産業省の大学事業創出実用化研究開発事業の支援によって実施されている。

(6) 岩盤検査用ロボット (ロックネット登攀ロボット)：

釧路工業高等専門学校電子工学科，エースコンサルティング株式会社

ロックネット登攀ロボットは、岩盤崩落危険箇所に敷設されている崩落防止ネット上を自由に移動し、安全で詳細な岩盤センシングや写真撮影を行うために開発されている。

展示した試作機は1個のモータで駆動されるリンク機構を持ち、分速1.5mでロックネットを登攀することが可能である。写真-5に示したのがロックネット登攀ロボットの試験機である。

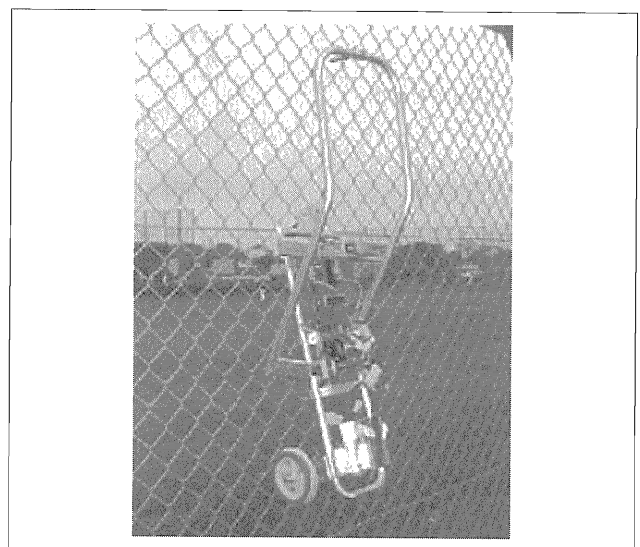


写真-5 ロックネット登攀ロボット

(7) 知能型建設機械：

東北大学大学院情報科学研究科知能ロボティクス研究室，システムテクニカル株式会社

機械操縦の容易化と油圧ショベルの半自動化を目的に開発されたシステムである。

従来，2本の操縦桿を両手で操作していた油圧ショベルの作業装置操作系を一体化した。一体化した操縦桿「モノレバー」と作業機構が相似的に動くため，初心者でも高精度な施工ができる。

法面や立孔掘削などの直線施工に関しては軌跡制御を行う自動化システムを備えている。

作業装置の負荷を検知し操縦桿に力感帰還する機能も有している。

写真-6は油圧ショベルの運転席に装備した「モノレバー」，及び把持装置による力帰還性能の実験状況である。CONET 2003ではモニタ上の擬似油圧ショベルに連動するモノレバーと油圧ショベル旋回角度計測システムを実部品を展示した。本研究は，科学技術振興機構の支援によって実施された。

(8) 3次元マシンコントロールシステム：

北海道大学，北海道電力株式会社，九州電力株式会社，鹿島道路株式会社，株式会社トブコン

GPS，ロボティックトータルステーションを使用して重機のブレードの3次元位置をリアルタイムに計

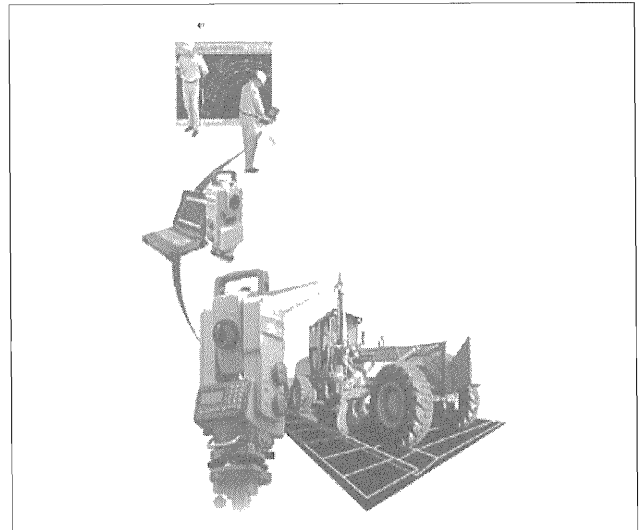
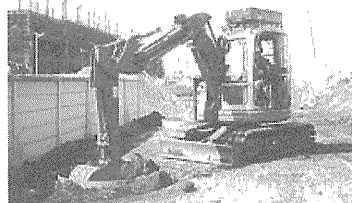


写真-7 3次元排土板自動制御システム

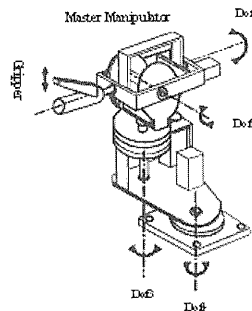
立坑掘削(都市土木) 同一位置(X-Y)での垂直(Z方向)の掘削位置を自動的に設定し正確・迅速に行う



バックホウ浚渫船揚土船他バケット位置制御と作業反力の感知により作業の効率化が目的



ハンドリングマシン 把持対象物による操縦レバー把持トルク差の認識実験を実施した。コンクリート薄板については把持力自動調整による非破碎ハンドリングを実現



法面整形直線仕上げの自動によって難易度の高い作業時の操縦が初心者でも可能となる



無人化施工用バックホウ 右手で作業装置左手でカメラシステムの制御を行う。現在は機械操縦の手を休めるかカメラ操作専用の要員を配置している「モノレバー」導入によって切れ目のないカメラ操作が可能。作業装置位置決め自動化も実現する



家屋の解体 把持・破碎装置の位置きめの自動化，対象物に応じた把持力の自動制御



写真-6 知能型建設機械 (半自動システム)

測し、3次元の設計データとの差分を基にブレードの自動制御を行うシステムである。

設計図面を基に測量、測設（杭打ち）、施工、検査の工程を網羅した自動施工システムで、重機オペレータの技量に依存しない高品質な施工が可能である。

写真7が、3次元排土板自動制御システムである。本システムは、北海道大学の指導により、4社が共同で開発したものである。

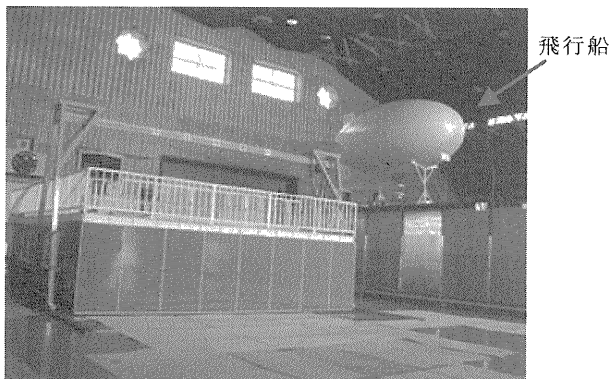
(9) 測量用自律飛行型バルーン：

東京大学人工物工学研究センター，理化学研究所分散適応ロボティクス研究ユニット

パネル展示した自律飛行型バルーンは、本来、震災時の被災者探索システムとして開発されたものである。被災者探索システムは、震災時など瓦礫内の被災者を効率的に探索するシステムで、被災者探索レスキュー用データキャリアと被災地にアクセスする手段である被災者探査用自律飛行船（バルーン）で構成されている。アクセス手段である自律飛行船は、8kgの積荷能力を有し、空中で静止可能なため効率的で確実な測量などの調査活動が実施可能である。

自律飛行船は、地上制御システムと被飛行船制御システムで構成されている。地上制御システムは、飛行船の現在位置を知るための位置追尾機能を持ったトータルステーション、飛行船の移動や姿勢制御の指示を行うための計測用のPC、飛行船に制御情報を伝送するための無線LANで構成されている。

写真8の飛行船は、無線LANを介して、推進、並進、テール制御用モータを駆動によって姿勢と位置の制御を行う。



写真—8 飛行船の飛行実験

(10) 自律型無人ヘリコプターと三次元地形情報収集システム：

大阪産業大学工学研究科機械工学専攻，京都大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻

地形測量や災害発生時の被災地の三次元地形情報収集や航空写真撮影を行うために開発されたシステムである。

写真9のラジコンヘリコプターは自律飛行用のGPS-INS複合航法システムによる高精度な位置や姿勢情報を収集する機能を有している。



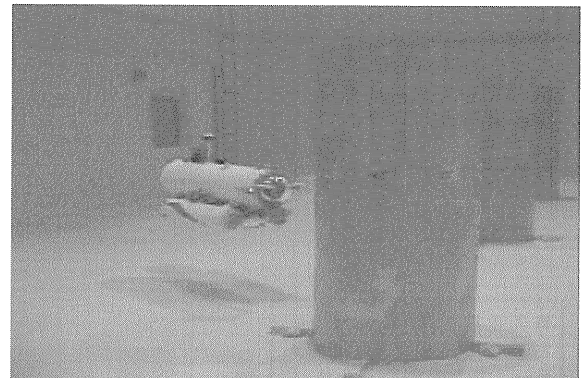
写真—9 自律飛行型ラジコンヘリコプター

(11) 自律型海中ロボット「Tri-Dog 1」：

東京大学生産技術研究所海中工学研究センターダムのゲートやケーソンなど港湾の水中構造物を観測するためのプラットフォームである自律型海中ロボット「Tri-Dog 1」をパネル展示した。

搭載したレーザポインタとCCDカメラによるアクティブセンシングシステムにより、観察対象物までの距離値を基にロボットの運動を制御する。

観測対象物までの距離と角度を正確に保つ機能を有している。写真10が、自律型海中ロボット「Tri-Dog 1」である。



写真—10 自律型海中ロボット「Tri-Dog 1」

(12) 知能移動ロボットとナビゲーション技術： 筑波大学機能工学系

筑波大学機能工学系研究室は、移動型ロボット用のナビゲーションの研究で主導的な研究を行っている。

ダンプトラックの無人化を目的とした移動体の自律走行システムなど建設事業者との共同研究の実績も有している。

センサシステム分野では、超音波センサ列を用いた無指向、高方位分解能な対象物センサを科学技術振興機構の支援の基にシステムテクニカル株式会社と共同で開発した。国土交通省、施工技術総合研究所が研究中の建設機械の稼働領域への侵入者を検知するためのヘルメットなどの色検知システムの開発支援も行っている。写真-11に、全方位超音波センサシステムを示した。

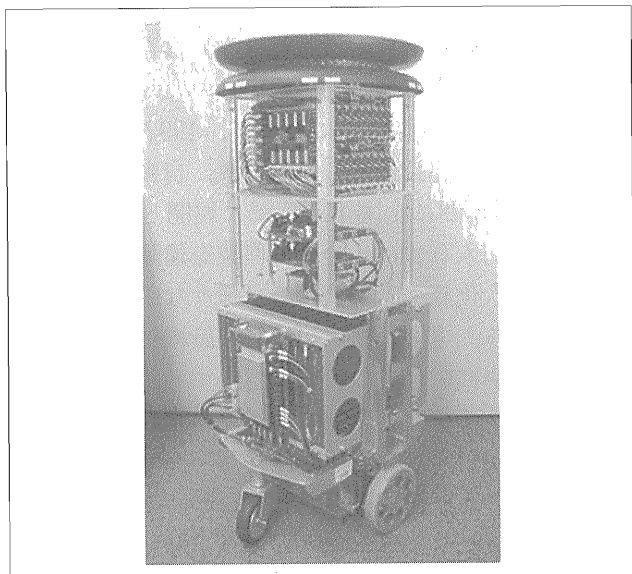


写真-11 全方位超音波センサシステム

(13) 岩盤掘削ロボット用総合自動制御システム：
愛媛大学工学部環境建設工学科
岩盤掘削ロボットを用いた深礎工法を目的として岩

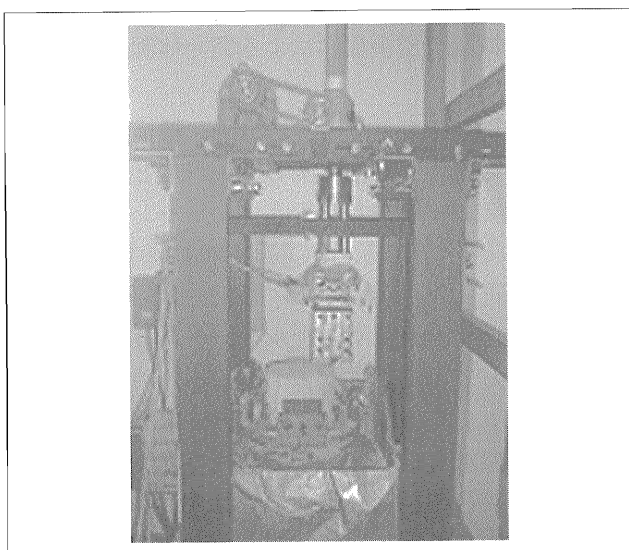


写真-12 岩盤掘削ロボット用実験装置

盤の自由面と端面掘削の比較実験を行った。

硬質岩盤中に立坑等の深礎を施工する場合の作業効率を一段と向上させるため、ディスクカッタに端面切削機構を導入した画期的な掘削ロボットである。自由面を掘削する場合、平面掘削と端面掘削とでは、後者の方が動力67%、比エネルギーは1/25に減少する。

写真-12がパネル展示した実験装置である。

(14) 建設機械のバーチャルシミュレーション：
早稲田大学理工学部建築学科

建設生産におけるロボット化、情報化を目指した各種の研究活動の中から、バーチャル建設現場における機械化、自動化をめぐる可視化シミュレーションシステムをパネル展示した。バーチャル建設現場システムを用いることによって、各種の機械配置や工法の事前検討が可能になる。図-1及び図-2にバーチャルコンストラクションの手順例を示した。

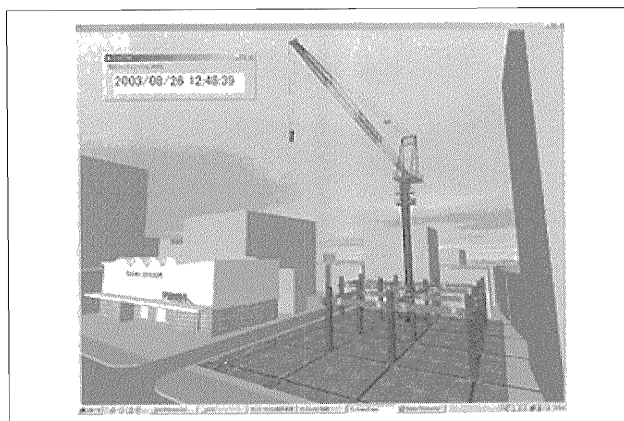


図-1 バーチャルコンストラクション (1)



図-2 バーチャルコンストラクション (2)

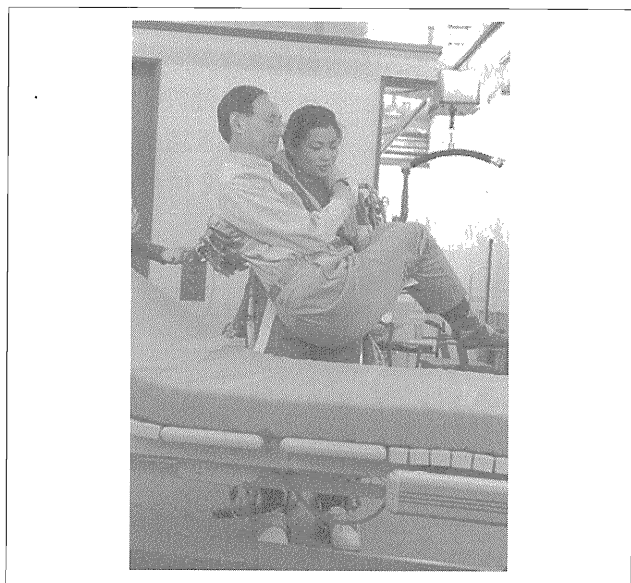
(15) パワーアシストスーツ：
神奈川工科大学福祉システム工学科

パワーアシストスーツは、身に付けることによって

力持ちになれる外骨型ロボットで、介護支援として多くの大学や研究機関で開発が進められている。建設分野でも、高齢化や高能率化への要求に対処する近未来型システムとして期待されている。

パワーアシストスーツは、肘、腰、膝の各関節を駆動している各筋肉が発揮している力を筋肉硬さセンサにより検出し、これに応じてスーツの各関節駆動用アクチュエータを動かすことにより、重労働に伴う各関節駆動筋肉の過負担を軽減する仕組みとなっている。

写真—13 がパワーアシストスーツである。



写真—13 パワーアシストスーツ

3. 大学など公的研究機関における建設ロボット研究の動向

製造業は、工場内で極限までの自動化を行っているが、屋外でもヤードの搬送などを中心に全自動化システムを導入している。農業や林業分野では、公的研究機関や国の資金的な支援を得た民間企業による作業ロボット化の研究が早くから行われていた。鉱山では、ダンプトラックの無人走行が実現している。科学技術振興機構が支援している地雷探査・除去プロジェクトでのアクセス機構研究には、千葉大学、東京工業大学、名古屋大学が参加している。国内外の遺棄化学兵器等の除去作業用にも大学等の支援によるロボットの採用が検討された。

建設分野では、作業対象が多様なためロボット化すべき課題が多く、トンネルなど地下系工事、全自動ビル建築などを除きロボット化は進展していない。

建設ロボット化への大学での研究実績として、締固

め機械の全自動化システム（東京大学）、漏洩ケーブル上での誘導型ダンプトラックの無人走行（慶応大学）、ダンプトラックの自律誘導（筑波大学）、道路上への白線引きロボット（山梨大学）、壁面吸着ロボット（宮崎大学、他）、壁面タイル剥離検査ロボット、天井すみ出しロボット、高速道路照明ユニット交換ロボット（以上、電気通信大学）など、過去においても多くの研究事例がある。

最近では、除草（九州工業大学）、不整地走行型ロボット（東北大学）、ロボット用アクチュエータの省エネルギー化（名城大学）、ロボット用センシングシステムの開発（筑波大学）、自動ヘリコプタを利用した地形・地勢調査（北海道東海大学）など、ロボットや要素技術の研究が進んでいる。

長崎県島原市の普賢岳において、1992年に始まった、建設機械と建設作業の遠隔操縦、自動化無人化施工が以来12年間に全国100現場に展開した。現場に作業者を一切入れずに、全ての作業を遠隔操縦する機械で行う無人化施工実現のために様々な研究が行われた。すなわち、遠隔操縦が可能な建設機械の種類の拡大、対象物や機械自身の状態を認識するためのセンシングシステムの研究、遠隔での操縦の容易化性を目的とした運転支援の研究、無線伝送路の高度化に関わる諸研究のほか、把持機構の高度化など多方面の研究が行われた。これらの研究の一部に大学など公的研究機関が関わっている。阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）を契機に、救援、探索などを目的とした防災ロボットの研究が開始された。

最近の研究の傾向として、

- ① 技術分野の異なる研究機関同士の連携による研究水準の向上、
 - ② 民間企業との協力により商品化展開を図る、
 - ③ 公的機関の資金提供による開発体制の維持、
- がある。

①は、制御やメカトロニクス分野、機構部、ジオメカトロニクス等施工方法に関わる分野など、研究課題が異なる研究室が連携して行うコンソーシアム（研究組合）型の研究である。CONET 2003の展示参加例では、山祇研究会、京都大学・立命館大学・東北大学、東京大学・理化学研究所のグループがある。

②の例としては、大学とメーカーのみの共同研究と、建設ロボットの利用者である建設事業者や建設コンサルタンツが参加する、という2つの事例がある。東京工科大学と支援各社、東北大学や筑波大学とシステムテクニカル株式会社が前者、東京工業大学と大昌建設、釧路工業高等専門学校とエースコンサルタンツ、北海

道大学と鹿島道路等が後者の事例である。

産業界との連携の先例に、早稲田大学と民間13社によるWASCORプロジェクトがある。このプロジェクトは、1982年～1994年の12年間継続し、ビルディング建築の全自動化の研究を行った。CONET 2003の展示例においても、15例中6例が民間との協力によるものである。産業界との連携によるシステムはより実用に近い形で研究が進められる傾向がある。

③の例として、科学技術振興機構の支援による知能型建設機械や自律移動ロボット用センシングシステムの開発、経済産業省による4足歩行型法面作業用ロボットがある。岩盤調査ロボットも公的な支援による研究事例である。

4. 今後への課題

建設施工のロボット化に関連した基礎技術は、

- ① センサの高機能化,
- ② 制御・通信システムの高度化,
- ③ 作業機構の多様化と高機能化,
- ④ 合理的なエネルギー供給機構とアクチュエータの省エネルギー化,

など多岐にわたっている。

建設施工のロボット化の実現には、多くの大学等研究機関に分散して存在しているこれらの基礎研究を統合する仕組みが必要である。

「アカデミーコーナ」の企画を通じて、異なった研究分野の研究機関の連携、企業が参加した実用化・商品化の達成、基盤技術の分野への公的機関からの集約的な資金支援などの仕組みが育ち始めていることが判明した。今後、この萌芽を確実に育てていく事、実用化された技術を実証するための試行的な施工現場の提供などが求められる。

財団法人先端建設技術センターでは、建設ロボットに関連した課題の研究を行っている大学や公的研究機関の研究者の連携等を目的として2002年度に「建設ロボット研究会」を設立した。「アカデミーコーナ」の成功は、この研究会メンバーの支援に依っている。

JCMIA

【筆者紹介】

久武 経夫 (ひさたけ つねお)
システムテクニカル株式会社
副社長
Fax : 03-3812-9378
URL : <http://www.systemtec.co.jp>



ずいそう

社史(清水建設二百年史)の編纂を終えて

三戸 靖之



清水建設は初代清水喜助が文化元年（1804年）江戸・神田鍛冶町で業を興して、今年で創業二百年を迎えた。二百年記念事業の一環として計画された二百年史の編纂には五年前から取り組んだ。

これまで当社は、百五十年史、百七十年史、百八十年史を上梓してきたが、これで社史は四度目となる。今回は二百年という節目でもあり、新しく収集した資料も加え、創業以来二百年にわたる当社のあゆみを新たに記述した。

当初の2年半は、資料の収集と稿本（社史編纂の素材となる原稿）作りを行い、その後本史の編纂にとりかかった。



編纂に当たっては「社史は何のために作るのか」「どういう社史をつくるのか」を議論した。

「何のために」は、お客様に読んで頂いて当社を理解していただく、社員が会社の歴史をよく理解する、起きた事実をできるだけそのまま記述し今後の経営に役立てることを念頭に作ることにした。

また、「どういう」では、シミズらしい社史、すなわちお客様と諸先輩にたいする感謝と共に、単なる過去の記録ではなく、「論語と算盤」や「顧客第一」「信用第一」といった、当社が創業以来貫き通してきた経営理念や当社の生きざまを反映した内容、「匠の技と心」を重んじ、伝承技術と進取の技術導入・開発による、ものづくりへのこだわりとその伝承、単なる資料集ではなく学術性の高い、社内外の関係者に読まれる社史作りを目指した。

本史の構成は経営の歴史をまとめた「経営編」、建設の設計と現場と技術をまとめた「生産編」、それらの成果を写真集でまとめた「作品集」の三部構成とした。さらに本史とともに、読み物風のエポック史を作ることにした。エポック史は200年の時間軸の中からエポックとなった大きな出来事やプロジェクトとその技術を50項目のテーマにまとめた。

編纂を終えて感じるのは、大工から棟梁へ、棟梁から請負業へ、請負業から建設業へ、建設業から総合建設業への発展のあゆみが、各時代に建設の機械化をはじめとした欧米の近代建設技術と経営を学びつつも、その一方で欧米に類をみない強力な設計機能、研究開発機能、エンジニアリング機能までもあわせ持つ、特異な発展を遂げた日本の総合建設業の歴史に重なって、あらためて先輩達の努力、お得意先の厚いご支援、そして二百年という重みであった。

江戸の後期に確立した棟梁という職能は、自ら設計・調達・一括施工・保全という建物のライフサイクルにかかわる全ての機能を一身に背負った存在に成長していた。

明治維新になって、J.コンドル等の外国人建築家が日本で活躍し、彼らに学んだ辰野金吾や横河民輔等の欧米流の建築家が設計、監督、分業請負を行う生産方式を主導するなかで、一式請負を主張し自前の設計集団を育て、棟梁という職能を明治維新後の西洋建築生産の中でも持ち続けた強い意志をそこに感じるのがある。

そして棟梁から総合建設業へ、シミズの力を発展させるために常に新しい知識・技術に対し飽くなき追求を続けてきた、諸先輩方の進取の精神と真摯な努力に尊敬の念を禁じえない。

創業以来、時代は江戸、明治、大正、昭和から平成へと移行、その間、明治維新、関東大震災、昭和の大不況、戦中・戦後の苦難、高度成長、オイルショック、低成長、バブルそしてバブル崩壊と建設投資の減少等々を通して多くの危機に遭遇しながらも、それを乗り越えてきた歴史でもある。



会社生活を卒業したら、作品集に収録した先輩達の努力の結果である作品群をゆっくり訪ねる旅をしたいと思っている。

—ひと やすゆき 清水建設株式会社取締役専務執行役員—

ずいそう

私 と 囲 碁

落 合 正 利



私は囲碁が好きです。

「好きこそ物の上手なり」という言葉がありますが、何となくそれに当てはまるような気がします。今ではある程度の技量を身に付けたと自負しています。自負していると言っても自己満足の領域を出ていません。未だに3子も置いて対戦する上級者に出会います。そんな時はむらむらと闘志が沸き、絶対に負けないという決意で望みます。そんな向上心（負けず嫌いかな？）が今の私を支えてくれていると思っています。

■□□

私の碁との出会いは生れ故郷（愛知県足助町の片田舎）の碁盤からです。

物心ついた頃には既に碁盤と碁石が揃っていました。とは言う物の我が家では誰も碁を知りませんでした。碁盤は私の曾祖父が山にあった銀杏の木を切り出して自前で作ったようです。碁盤のマス目はそれなりの墨で画かれていて、見た目には遜色はありません。おまけに足が付いています。素人目にはなかなかの技巧を要するようになります。碁石は蛤かどうかわかりませんが貝殻できていました。残念ながら私が小学生の頃遊んでいて相当数の碁石を紛失してしまいました。

5人兄弟の末っ子に生れた私は兄たちの五目並べに参加して勝ったり負けたり一喜一憂していたことを覚えています。

誰も碁を知らなかったのに何故私が碁に興味を持ったのかは定かではありませんが、今思えば、たまに我が家に遊びに来た神戸の叔父の影響かと思われます。叔父は我が家にきては「碁盤があるのにどうしてこの家の者は碁をやらないのか」と盛んに話していました。そんな言葉につられて何も知らない私が叔父の相手をするようになったようです。何故か兄たちは叔父との相手を避けていたようです。年に一度か二度ほどしか会わない叔父とのつき合いで碁が上達するはずがありません。ただ私の心には囲碁に対する興味は沸いたようです。

高校、大学時代は碁との出会いはほとんどありませんでした。下宿のお父さん、おじいさんを相手に毎晩遊んでいたのは将棋でした。その関係で町内の実力者（将棋の）に紹介してもらい対戦した思い出がありま

す。もちろんこてんぱんに負けました。でもいい思い出となっています。

□■□

本格的な囲碁との出会いは会社に入ってからです。最初に配置された名古屋では、毎日誰かが碁盤を囲んで対戦していました。碁盤が一組しかないのに、やりたい人が5人もいました。昼休みは弁当の早食い競争です。早い者勝ちの対戦です。もちろん上司が強権を発すれば下端の私は遠慮せざるを得ません。そこでの最上級者との対戦では9子局であった記憶があります。その人とは今では互戦となっています。その後、東京、富山と転勤しましたが幸いにもいずれの配属先にも目標となる上級者がいて、碁敵となる相手にも不足しませんでした。幸運に恵まれた囲碁環境であったと感じています。

今では3人の子供がいますが、残念ながら誰も碁をしません。

最近、少年ジャンプに掲載された「ヒカル碁」のおかげで漫画好きの末っ子の娘（中2）が「碁を教えて」と言ってきました。友達まで呼んで囲碁教室を開いたのですが、残念ながら碁を習得するには至りませんでした。碁はルールが少ないので説明するには簡単ですが、いつゲームが終わり、どちらが勝ったのかがなかなか理解できないようです。何よりも勝負の時間が長すぎて（九路盤にて挑戦してみましたそれでもだめでした）飽きてしまうようです。もうあきらめました。

□□■

今は単身赴任で大阪にいますが、幸いにも近くに碁会所があり休日にはそこで楽しんでいます。

碁会所の顔ぶれをみるとほとんどが高齢者です。私より若い方がほとんど見あたりません。毎週日曜日のNHK「囲碁の時間」はほとんど欠かさず見えています。会社を退職した後も囲碁ができる環境であればと思っている今日この頃です。

——おちあい まさとし 佐藤鉄工株式会社執行役員
西部営業部長、技術士——

行政情報



国土交通省平成 16 年度予算（速報）

国土交通省総合政策局建設施工企画課

平成 16 年度予算政府案が平成 15 年 12 月 24 日に閣議決定された。公共投資関係費は 8 兆 6,149 億円（前年比 3.3% 減）、うち国土交通省分は 6 兆 1,287 億円（3.2% 減）で国全体の 71% を占めている。公共事業関係費は、国全体が 7 兆 8,159 億円（前年比 3.5% 減）、このうち国土交通省分は 6 兆 842 億円（3.2% 減）で国全体の 78% となっている。

以下に 2004 年度国土交通省関係予算のポイントを紹介する。

1. 予算のアウトライン

(1) 国費総額	6 兆 7,436 億円	(0.97)
	()は対前年度比；	
	* 国土交通省関係ベース	
① 公共投資関係費	6 兆 1,287 億円*	(0.97)
一般公共事業費	6 兆 307 億円*	(0.97)
災害復旧等	535 億円*	(0.97)
その他施設費	445 億円	(0.97)
② 行政経費	6,149 億円	(1.03)
(2) 財政投融资	4 兆 5,161 億円	(0.69)

2. めりはりの効いた予算の重点化

(1) 重点 4 分野

「基本方針 2003」で掲げられた重点 4 分野への重点化を進め、政策効果の高い事業・施策に絞込んで実施する。

※重点四分野

個性と工夫に満ちた魅力ある都市と地方
公平で安心な高齢化社会・少子化対策
循環型社会の構築・地球環境問題への対応
人間力の向上・発揮—教育・文化、科学技術、IT

(2) 公共投資

公共投資については、整備水準、整備の緊急性、経済構造改革の推進、官と民、国と地方の役割分担等の観点から、各事業の目的、成果に踏込んできめ細かく重点化する。

3. 社会資本整備重点計画策定を踏まえた成果重視の施策展開

(1) 政策本位・成果重視の予算編成

「社会資本整備重点計画」(H 15. 10. 10 閣議決定)の施策等を踏まえ、事業横断的な成果目標の効率的達成に向け、連携の強化、政策評価等の予算への反映等を推進する。

(2) コスト構造改革など公共事業の効率性、透明性の向上

- ・平成 15 年度から 5 年間で、平成 14 年度と比較して、15% の総合コスト縮減率の達成を目指す。
- ・積算及び発注方式の改革、時間管理概念の徹底、ローカルルール等の推進等を通じ、公共事業の効率性、透明性を更に向上させる。

4. 三位一体の改革（国庫補助負担金制度の改革）の推進

- ・奨励的補助金の一層の削減など、「地方にできることは地方で」を基本に廃止・縮減を実施する。
国庫補助負担金：概算 3 兆 5,060 億円（▲8.5%）
- ・従来の補助金とは全く異なる、市町村の自主性や裁量性を追求した「まちづくり交付金」（1,330 億円（皆増））を創設する。

表一 平成16年度国土交通省関係予算総括表(国費)(単位:百万円)

事 項	前 予 算 (A)	年 度 額 (B)	概 算 決 定 額 (B)	対 前 年 度 率 (B/A)	備 考
治 山 治 水	1,061,104	1,007,043	1,007,043	0.95	1. 本表は、沖繩振興開発事業費の国土交通省関係分を含む。
治 海	1,001,008	950,636	950,636	0.95	
道 路 整 備	60,096	56,407	56,407	0.94	2. 概算決定額の治水には、道路関係社会資本として28,000百万円を含む。
港 湾 空 港 鉄 道 等	1,883,350	1,774,825	1,774,825	0.94	
港 湾 空 港 鉄 道 等	574,862	564,412	564,412	0.98	3. 本表のほかに、 (1) 社会資本整備事業調整費 12,000百万円 (2) 景観形成事業推進費 20,000百万円 (3) 道州制北海道モデル事業推進費 10,000百万円 (4) 都市再生プロジェクト事業推進費 10,000百万円 等がある。
港 湾 空 港 鉄 道 等	294,444	277,087	277,087	0.94	
港 湾 空 港 鉄 道 等	153,550	164,380	164,380	1.07	
港 湾 空 港 鉄 道 等	52,389	48,760	48,760	0.93	
都 市 幹 線 鉄 道	68,600	68,600	68,600	1.00	4. 本表のほかに、概算決定額には、N T T - A 型70,409百万円及びN T T 事業償還時補助等251,165百万円がある。
都 市 幹 線 鉄 道	5,879	5,585	5,585	0.95	
住 宅 都 市 環 境 整 備	1,694,258	1,724,406	1,724,406	1.02	5. 前年度予算額は、概算決定額との比較対照のため組替えて掲記してある。
住 宅 都 市 環 境 整 備	931,090	874,637	874,637	0.94	
住 宅 都 市 環 境 整 備	763,168	849,769	849,769	1.11	
住 宅 都 市 環 境 整 備	131,592	212,389	212,389	1.61	
都 市 街 路 環 境 整 備	555,370	555,825	555,825	1.00	6. 計数は、整理の結果異動することがある。
都 市 街 路 環 境 整 備	76,206	80,555	80,555	1.06	
下 水 道 水 道 廃 棄 物 処 理 等	1,020,073	960,017	960,017	0.94	6. 計数は、整理の結果異動することがある。
下 水 道 水 道 廃 棄 物 処 理 等	881,234	829,093	829,093	0.94	
下 水 道 水 道 廃 棄 物 処 理 等	138,839	130,924	130,924	0.94	
一 般 公 共 事 業 計	6,233,647	6,030,703	6,030,703	0.97	
災 害 復 旧 等	53,449	53,449	53,449	1.00	
公 共 事 業 関 係 計	6,287,096	6,084,152	6,084,152	0.97	
官 庁 営 繕	24,433	24,194	24,194	0.99	
そ の 他 施 設	21,161	20,346	20,346	0.96	
公 共 投 資 関 係 計	6,332,690	6,128,692	6,128,692	0.97	
行 政 経 費	597,214	614,903	614,903	1.03	
合 計	6,929,904	6,743,595	6,743,595	0.97	

表二 平成16年度国土交通省関係財政投融资計画総括表(単位:百万円)

区 分	前 年 度 予 算 額 (A)	概 算 決 定 額 (B)	対 前 年 度 率 (B/A)	備 考
住 宅 金 融 公 庫	2,094,700	145,600	0.07	1. 都市基盤整備公団及び地域振興整備公団の平成16年度事業は、都市基盤整備公団を廃止し、地域振興整備公団の地方都市開発整備部門と統合し設立される独立行政法人都市再生機構(平成16年7月1日設立)に承継される。
独立行政法人都市再生機構	900,100	1,099,500	1.22	
独立行政法人都市再生機構	16,700	15,200	0.91	2. 地域振興整備公団は、地方都市開発整備等業務分である。
日 本 道 路 公 団	2,213,000	2,213,000	1.00	3. 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構は、民鉄線事業分及び共有船運事業分である。
首 都 高 速 道 路 公 団	469,000	447,800	0.95	4. 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構の前年度は、日本鉄道建設公団及び運輸施設整備事業団分を含む。
阪 神 高 速 道 路 公 団	370,400	262,500	0.71	5. 成田国際空港株式会社(平成16年4月1日設立)の前年度は、新東京国際空港公団分である。
本 州 四 国 連 絡 橋 公 団	150,400	87,600	0.58	6. 空港整備特別会計は、東京国際空港沖合展開事業分及び東京国際空港再拡張事業分である。
独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構	96,000	107,200	1.12	7. 独立行政法人水資源機構の前年度は、水資源開発公団分を含む。
成 田 国 際 空 港 株 式 会 社	39,900	25,800	0.65	8. 奄美群島振興開発基金の平成16年度事業は、同基金を廃止し設立される独立行政法人奄美群島振興開発基金(仮称)に承継される。
関 西 国 際 空 港 株 式 会 社	54,400	25,800	0.47	9. 本表のほかに、以下の財投機関債がある。
中 部 国 際 空 港 株 式 会 社	17,300	—	—	・ 住宅金融公庫 15,000億円 (8,500億円)
空 港 整 備 特 別 会 計	53,600	47,000	0.88	・ 都市基盤整備公団 1,200億円 (900億円)
独 立 行 政 法 人 水 資 源 機 構	45,700	33,000	0.72	・ 地域振興整備公団 140億円 (100億円)
都 市 開 発 資 金 融 通 特 別 会 計	13,000	5,000	0.38	・ 日本道路公団 5,300億円 (5,100億円)
民 間 都 市 開 発 推 進 機 構	600	800	1.33	・ 首都高速道路公団 700億円 (500億円)
奄 美 群 島 振 興 開 発 基 金 (独 立 行 政 法 人 奄 美 群 島 振 興 開 発 基 金)	300	300	1.00	・ 阪神高速道路公団 450億円 (350億円)
合 計	6,535,100	4,516,100	0.69	・ 本州四国連絡橋公団 100億円 (—)
				・ 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 650億円 (650億円)
				・ 成田国際空港株式会社 797億円 (413億円)
				・ 独立行政法人水資源機構 150億円 (130億円)
				計 24,487億円 (16,643億円)
				※ () 内は、前年度
				10. 計数は、整理の結果異動することがある。

行政情報

「明日のまちづくりを考える意見交換会」開催

姫野 芳 範*

国土交通省では公共工事現場における技術的課題の解決や、地域のニーズに応じた建設技術の開発・普及等に円滑かつ効率的に対応していくため、地方整備局ごとに「技術事務所（北海道開発局では事業振興部防災技術センターが担当）」を配置している。これら技術事務所等の活動について、国民の皆様に広く御紹介するとともに、今後の技術開発を中心とした社会資本整備の方向性について御意見をいただくことを目的として、対話形式の意見交換会を開催したので報告する。

キーワード：技術開発，社会資本整備，国民，意見交換，対話

1. はじめに

国土交通省では、「豊かで住みよい国土づくり」のために様々な取り組みを実施しています。そのなかで、公共工事現場における技術的課題の解決や、地域のニーズに応じた建設技術の開発・普及等に円滑かつ効率的に対応していくため、地方整備局ごとに「技術事務所（北海道開発局では事業振興部防災技術センターが担当）」を配置しています。

これら技術事務所等の活動について、国民の皆様に広く御紹介するとともに、今後の技術開発を中心とした社会資本整備の方向性について御意見をいただくことを目的として、対話形式の意見交換会を開催しました。

以下に今回開催された意見交換会について紹介します。

2. 「明日のまちづくりを考える意見交換会」

各地方整備局技術事務所の活動について紹介するとともに今後の技術開発を中心として社会資本整備について御意見を頂くことを目的に「明日のまちづくりを考える意見交換会（日時：平成15年11月25日，場所：渋谷フォーラム8）」を開催しました。意見交換会は、

- ① 基調講演，
- ② 意見交換会（ワークショップ形式），
- ③ コンクルージョン（取りまとめ発表），

から構成され、200名以上の参加者、聴講者が集まり盛況でした。

また会場の入口付近では「見て・聞いて・触れる」をテーマに各技術事務所の研究成果や国土交通行政に係わる展示物も紹介しました。

(1) 基調講演

意見交換会に先立ち、元アナウンサーでエッセイストの広瀬久美子氏から「地球と家計にやさしい暮らし方」と題した基調講演をいただきました（写真-1）。

道路づくりが概ね30代の健常者を想定されているように感じられ、今後の高齢化社会に向けた対応が懸念されることや、自分自身で車椅子を押して歩いたときに歩道や施設の僅かな段差を不便に感じたこと、さらには環境と財布にやさしい商品の紹介まで幅広い分野について講演をいただきました。



写真-1 基調講演

(2) 意見交換会

意見交換会では、

- ① 災害に強い安心な社会の実現，
- ② 少子高齢化と工夫に満ちた魅力あるまちづくり，
- ③ 暮らしの中の地球環境問題，
- ④ コスト縮減による効率的なインフラストラクチャーの整備，

といった4つのテーマを主題として9つのグループに分か

* ひめの よしのり 国土交通省建設施工企画課施工調査係長

れ、各テーブルで技術事務所長がコーディネーターとなってワークショップスタイルで進められました。また、今回の意見交換会では社会資本のメガユーザーである女性の意見を頂きたいとの主旨から、参加者を全て女性（一般、NPO、事務職、技術職、その他）とする試みで行いました。各テーブルでの意見交換は、前述①～④のテーマを切り口に技術事務所の各地域に根ざした活動を紹介し、参加者が日常生活で感じている社会資本整備や国土交通行政に対する意見要望を収集すべくコーディネーターが工夫を凝らしていました（写真一2）。



写真一2 意見交換会

参加者からは「行政側の論理ではなく地域住民の立場に立った社会資本整備を望む」「もっと国民の意見を聞いてもらえる機会が必要」「技術事務所の取組みと意見要望を出せる窓口があることを知った」「世の中の変化の速度に役所がついていけない」といった意見や、「コストの追求も大切だが適正な技術評価を」といった専門的な意見にまで及ぶ活発な議論が交わされました。

（3） コンクルージョン（取りまとめ）

コンクルージョンでは、各テーブルで意見交換された、技術事務所等の役割や社会資本整備・技術開発に関する意見要望等について取りまとめ、コーディネーターから代表して発表されました（写真一3）。

意見交換から引続いてコンクルージョンとなったため、取りまとめに十分な時間が取れず、「今回の意見交換の結果を今後の業務の中でどのような形で反映させるか」という点について議論できなかった部分も多く、これらについては各事務所が討議内容を持ち帰り、後日レポートとして公表することとしました。



写真一3 全体とりまとめのコンクルージョン

（4） 講 評

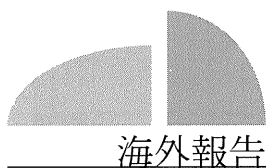
閉会にあたり国土交通省建設施工企画課・佐野正道課長より講評がありました。国民の側に立った国土交通行政を行うためには、今回のような取組みを中心に行政側からの一方的な情報発信から対話型の情報交換に切替えてゆく必要があること、地方整備局でも同様な取組みを実施して欲しいこと、参加者からの遠慮ない活発な意見を期待すること、などが述べられました。

3. おわりに

今回の意見交換会については当事務局として初めての試みであり、時間配分や進行方法、参加者への事前の情報提供、コーディネーターの運営方法等々、反省すべき点多々感じられました。一方で女性を中心とすることで、より広く国民の皆様が技術事務所の活動を紹介するとともに、技術者とは違った視点から、社会資本整備に関する意見要望を集めることができたことは、一定の成果であったと思われます。

今後も対話型の情報交換を進めると共に、国民の意見、要望を反映した社会資本整備を進めるべく技術開発に取組んでゆく必要があります。

なお、意見交換会の結果を踏まえて各地方整備局が今後の技術開発にどのように反映させてゆくか取りまとめたレポートについて、国土交通省建設施工企画課のホームページ（<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kensetsusekou.htm>）の「新着情報・記者発表」で閲覧することができます。



海外報告

建設機械騒音，排出ガス規制に関する EU 等訪欧報告

岡崎 治 義

2003年10月24～31日 ベルギー，イタリア

1. 前 書 き

去る2003年10月下旬に，日欧間の建設機械に関する騒音試験の相互承認の事前調整及び欧州排出ガス規制の実態調査ため，訪欧した。

目下，建設機械に関わる日本とEU間の課題として以下の項目が存在する。

- ① EUと日本の建設機械の騒音試験方法を整合させるよう規制緩和を求められている（規制改革推進3ヵ年計画：平成13年3月31日閣議決定）。2004年（平成16年3月）に最終回答を提示しなければならない。
- ② 排出ガス対策について中央環境審議会第6次答申において「オフロード建設機械の規制導入の必要性」が明記され，今後EUで検討されている第4次規制値について意見交換を行う必要がある。また2010年頃導入される新基準においては，新たな測定モード（NR TC：Non-Road Transient Cycle）が検討されているが，各国における建設機械の活用方法が異なるため，わが国の活用状況を新たな測定モードとして採用されるよう協議する必要がある。

騒音に関しては同年2月に既に欧州委員会（EU：European Union）及び欧州建設機械工業会（CECE：Committee for European Construction Equipment）との日欧相互の騒音に対する意見交換が出来ている前提条件があることから，その後の進捗状況及び2004年（平成16年）3月までの調整スケジュールについて意見交換を行うことにした。

排出ガスに関しては2002年3月に外務省における「日欧規制緩和に関する対話」での日本側（JCMA）からEU委員会宛として，日本で実施されている建設機械指定制度に基づくファミリーエンジンの概念（四隅法）をEUでも

認証する要請をEUに赴き説明したが，今回は同じメンバーに対し，日本国内でオフロードの新しい規制を考えるうえで上記の課題を解決するのに必要な意見交換及び情報の聴取を行うことにした。

2. 目 的

- ① 日欧間の建設機械に関する騒音試験の相互承認方法の事前調整
国土交通省及びEUにおける建設機械の騒音試験について，基準値，試験方法の整合及び相互承認のアウトラインの調整を行う。
- ② わが国の建設機械排出ガスの新規規制の事前説明及びEUにおける次期基準値の動向把握
わが国において2006年から導入予定の建設機械排出ガス規制の概要を説明するとともに，日米欧で検討されている次期基準値やトランジェントモードに関して情報交換を行う。

3. 訪欧時期・メンバー・訪問先

訪欧団の訪欧期間，構成メンバー，訪問先は以下のようである。

- (a) 時期 2003年10月24日から10月31日
- (b) 訪欧メンバー（敬称略）

国土交通省総合政策局建設施工企画課長

佐野 正道

国土交通省総合政策局建設施工企画課課長補佐

宮石 晶史

社団法人日本建設機械化協会専務理事

岡崎 治義

施工技術総合研究所研究4部長

西ヶ谷忠明

社団法人日本建設機械化協会アドバイザー

引山 満

社団法人日本建設機械化協会アドバイザー

田中 健三

- (c) 訪問先，訪問者（敬称略）

- ① ベルギー（ブリュッセル）

・欧州委員会（European Commission）

Peter Gammeltoft

Gilles Paque（騒音担当官）

Mats Ericsson（排出ガス担当官）

・欧州建設機械工業会（Committee for European Construction Equipment）

Guy Raymackers

Stephan Belaen

② イタリア (イスプラ)

・ EU 研究所

JRC (Joint Research Center), IES (Institute for Environment and Sustainability)

Alois Krasenbrink

Rudolf Hummel

4. CECE との打合せ内容

初め日本側メンバー及び CECE 側メンバーの紹介の後、Guy Raymackers がまもなく引退し、Stephan Belaen に引き継ぐ旨の発言があった。

あらかじめ議題、質問事項を投げかけており、それに沿って以下の打合せを実施した。

(1) EU 騒音規制の Stage II への CECE の対応状況

- ① 2002 年 08 月 CECE から騒音の懸案事項を EU 環境部 Gammeltoft に説明したところ、正式に EU 委員会に提案するよう指示された。
- ② 2002 年 11 月 EU 委員会に働きかけデータの提示があった。
- ③ 2003 年 2 月 データを検討し、委員会に緩和の提言をした。
- ④ 2003 年 10 月 EU の WG 7 の開催が近日中に予定されており、CECE、AEM (Association of Equipment Manufacturers) (米国建設機械工業会)、CEMA 欧州農業機械工業会 (Comite Europeen des Groupements de Constructeurs de Tracteurs et Machines Agricoles) の共同提案をする予定である。

(2) 排出ガス規制について

- ① On Road, Off Road 建設機械の定義について、日本と EU では差異があった。EU では Non-Road Mobile Machines (NRMM) と定義し、日本で言う On Road 及び Off Road 建設機械全般を包括し、総称している。
- ② 燃料の低硫黄燃料指令では 2009 年 1 月 1 日から 10 ppm の低硫黄の使用義務を施行することになっている。2009 年までは灯油使用は規制されないが、2009 年以降はエンジン自体が対応不能になる。
- ③ ペナルティは EU 指令としてはなく、EU 各国の法律に従いそれぞれ科せられる。
- ④ EPA (Environmental Protection Agency) (米国環境保護独立行政法人) の緩和策 (Flexibility Provision) についての CECE の考えは、EU では適用不能との予測、EPA に対し CECE のこの見解を提出して

いる。2013 年までには技術的見直しが必要と考えている。

- ⑤ SCR は目下トラックメーカーに技術があり 2005~2006 年に導入可能と考えている。

2003 年 09 月 30 日に EUROMOT (The European Association of Internal Combustion Engine Manufacturers) (欧州内燃機関工業会)、CECE 及び CEMA (欧州農機工業会) から提案しており、凍結対策、コストアップのエンドユーザー負担の問題が存在する。

5. EU との打合せ内容

Gammeltoft (Head of Unit Air, Noise and Transport) より騒音担当官 Gilles Parquet, 排ガス担当官 Mats Ericsson が紹介された。

(1) 騒音規制について

- ① EU から試験方法の承認を要請している事実が不明であり、日本の外務省回答についてドラフトがあれば事前に JCMA, CECE を通じて EU に提供してほしい。その後正式に国土交通省から外務省を通じて EU に回答が来るとの旨の発言があった。
- ② 測定データの公表はできるだけ早く行うとの発言があった。

(2) 排出ガス規制について

- ① EU はエンジン型式承認 (Type Approval) をしており、使用を規制する EC 指令はない。2010 年以降の新規制では使用者へのペナルティも必要と考えるが、現時点では言及できない。なお、各国の独自の法律において、使用段階でのペナルティを課している例もある。
- ② 燃料について On-Road Truck は規制している。不正燃料使用へのペナルティは EU 加盟各国で実施しており、各国間で情報交換をしている。
- ③ NRMM での燃料規制は EU ではまだなく、加盟各国の法律で規制している。EU としては、目下各国の動向を注視している。
- ④ NRMM エンジンの後処理について、Stage III a で 2004 年始めにドキュメント発行の予定である。2007 年には指令のレビューを実施予定である。
また大きなメンテナンスは必要ないと考える。
- ⑤ Stage III b に対する緩和策としてのエンジンストックは有効である。
・新基準施行後 2 年間は旧基準エンジンでも可とする。

- ・各出力帯毎に年間生産台数 20%を超えない範囲で旧基準エンジンの使用を可とする。
 - ・EPA の AB & T (Average Banking and Trade) の実施予定はない。
- ⑥ On-Road と Off-Road エンジンの相互承認について
On-Road クリアエンジンは Non-Road エンジンとして認証可であるが、逆は目下のところ不可である。

6. JRC-IES との打合せ内容

排出ガス関連研究施設を視察した。NRMM 用ベンチはトランジェントモード試験用を設置中であった。

- ① NRTC (Non-Road Transient Cycle) 1998 年のグローバル合意に基づき EU, EPA, 日本 (環境省) で検討を進めている。
- NRTC は EPA 案を基本とし、2000 年 JRC データで設定方法を確認し候補 (Candidate) テストサイクルとしている。EU はこの EPA テストサイクルを採用することに 2002 年 9 月に合意した。
- ② NRTC について、日本の環境省は、部分的に確認し、差異があれば議論の対象とするスタンスである。NRTC の機種構成、時間比率が日本の実態と異なる (油圧ショベルの作業サイクルが重み付きになっていない) ことについては検討が必要との発言に対して、問題は少ないとの反論があった。
- ③ 2005 年にこのテストサイクルのルールメイキング及び ISO 化を考えている。
- ④ PM (粒子状物質) 放出に関連する過渡特性は NO_x によるオゾン層破壊のような影響は少ないが、機械周辺での作業者の健康に大きく影響してくる。このため PM の改善も Stage III b で取上げる。
- ⑤ SCR の消耗した場合、センサーを排気管に挿入して表示できるようにすれば使用者への規制が可能であ

る。

7. 後書き

当初、本訪欧は主として建設機械の主として騒音試験の相互承認に対する事前調整であったが、騒音は前回 (2003 年 3 月) の打合せで、既に大方の話し合いが出来ており、今回の訪欧にてその後の進捗状況が明確になった。また、今回の排ガスに関する打合せでは、EU, CECE, 国土交通省, JCMA それぞれの考え方、今後のスケジュール等多くの情報交流ができ、訪欧の成果は大いにあったと思料される。

また、NRTC のモード中に、油圧ショベルが多い日本独特の条件が入れられなかったことは (日本国内のシステム上の問題点) 大いに反省すべきで、今後我が国としての早急な取組み体制の再構築が必要である。

また、EU, EPA ともに Non-Road での法律が既に設定されており、日本での早急な Off-Road での法律制定が望まれるところである。

今回の訪欧は JCMA として 3 回目のものになり、1 回目は JCMA の存在が皆無であった EU, CECE もこれを機に JCMA が認識され出したことは幸甚このうえない。

今後とも、日欧米の建設機械及び建設機械化施工に関する海外交流の必要性が大なることを再度認識した次第であった。

最後にこのような企画にご指導頂いた国土交通省をはじめ、貴重な人材を派遣していただいた株式会社小松製作所、新キャタピラー三菱株式会社両社に御礼申し上げて筆止めとする。

JCMA

[筆者紹介]
岡崎 治義 (おかざき はるよし)
社団法人日本建設機械化協会専務理事

JCMA 報告

施工技術部会自動化委員会の活動状況

長 健次

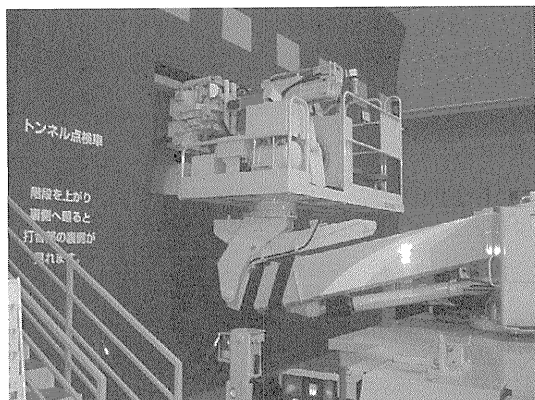
施工技術部会自動化委員会の建設工事の自動化、ロボット化を推進する活動内容の紹介する。委員会には調査、規格、移動体通信と R & D の 4 つの小委員会と幹事会があり、それぞれの検討項目と活動内容を報告する。また自動化技術の普及を図る方策など現在の課題と、情報技術 (IT) を活用した関連技術との共通化などの必要性を述べる。

キーワード：自動化、建設ロボット、無人化施工、情報技術

1. はじめに

自動化委員会は、建設工事の自動化、ロボット化 (以下単に「自動化」と言う) の推進を目的に設立されたものである。設立当時の状況としては、製造業での自動化が急速に進行しており、建設分野においても、自動化を進捗させ、将来の人手不足に対応することが急務とされていた。その後の我が国の経済発展とともに、製造業での自動化による生産活動の高度化には著しいものがあった。それに比べると建設業での自動化が目立たないのは確かである。

しかしながら、シールド機では、掘進、排土 (排泥)、



写真一 トンネル点検車 (CONET 2003 にて)



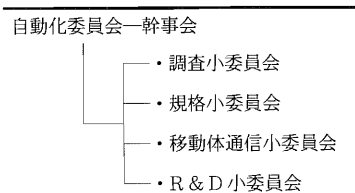
写真二 除雪機械の自動運転 (ITS)
(建設フェア in 北陸 2003 にて)

セグメントの運搬と組立てが自動化されたものが標準的に使われている。2003 年 10 月開催された CONET 2003 など各種の技術発表を見ても、トンネル点検車 (写真一)、除雪機械の自動運転 (ITS) (写真二)、無線操作による無人化機械など多数の自動化技術が展示されており、建設業においても自動化技術の開発や実用化は確実に進んでいる。

2. 委員会の構成および活動内容

委員会は、表一に示すように、調査、規格、移動体通信と R & D の 4 つの小委員会とほかに幹事会で構成されている。調査小委員会は建設機械の自動化技術の開発、普及状況に関する調査を行い、その結果を本誌に発表している。規格小委員会は建設ロボットに関連する規格を検討しており「建設ロボットの用語」を作成した。移動体通信小委員会は遠隔 (無線) 操作に欠かせない移動体通信技術の調査研究を行っている。R & D 小委員会では建設機械の自動化を推進する方策を検討している。そして幹事会は委員会、小委員会の運営について検討している。

表一 自動化委員会の構成



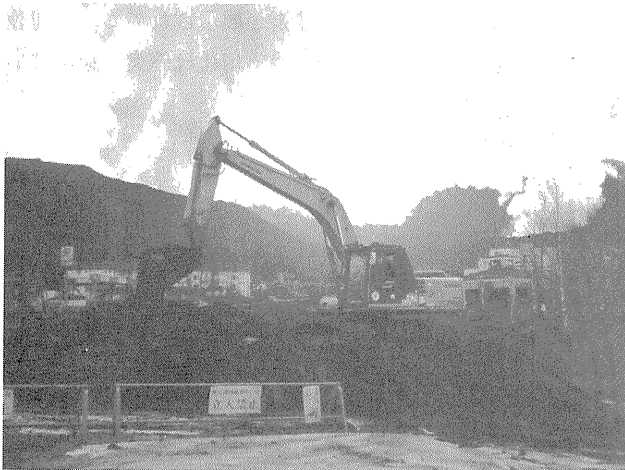
3. 現地調査、講演会、見学会

委員会では、建設での自動化技術の開発、普及状況を調査し、情報提供を行うため、現地調査あるいは講演会、見学会を行っている。

平成12年11月に北海道有珠山での遠隔操作ロボットに関して現地調査を行った。写真—3に有珠山の現地の状況、写真—4に作業の状況を示す。



写真—3 有珠山現地の状況



写真—4 作業の状況

調査結果のうち、今後の無人化施工に向けての検討課題を抜粋して示す。

無人化施工では、使用する建設機械、工事用車両など機械の選択、無線の周波数、出力の設定、無線基地の局の配置など、初期段階の計画、設営が最も重要であるが、現実には少ない情報のもとで行われており、何らかの対策が必要である。例えば、無線機器の配置検討において必要なデータを得る3次元CADを使った補助機器（システム）の開発が求められる。

また、最新の自動化技術のうち重要なものを選定し、適宜、講演会、見学会を計画、実施している

4. 他機関との協力

建設ロボットに開発、普及については、単独でできるものではなく、関係する機関との協力は欠かせないものであ

る。建設ロボット研究連絡協議会は、土木学会、日本建築学会、日本ロボット学会、先端建設技術センター、日本ロボット工業会と当協会が建設ロボット等の研究、開発、普及を促進することを目的に、それぞれの状況を連絡するために設立されたものである。また、協議会は現在2年ごとに建設ロボットシンポジウム、その間の年には、建設ロボットフォーラムを開催し、最新の技術事例あるいは関連技術を紹介している。今年（平成16年）はシンポジウムが9月2日、3日に早稲田大学国際会議場で開催予定であり、多数の参加が期待される。

5. 現在の課題

すべての産業に共通していえるように、新しい技術の導入にあたっては、コストの縮減、作業時間（工期）の短縮がその前提となっている。建設施工の自動化技術は各種のものがすでに開発されているか、その普及を妨げているのが、コスト問題である。その解決のため、今後は個別技術の開発とともに、関連する技術の互換性（共通利用）の確保に努め、機器類の調達コストの削減を図る必要がある。また、自動化、ロボット化に適した設計や施工法が採用されず、また不要、あるいは縮小されるべきものが、規則等により残り、余分なコスト増となっていることも多い。そのような使用環境の条件整備も重要である。

このような課題に対し、委員会ではその解決に向け、検討を進めている。

6. おわりに

自動化技術の進展させるため、これから取り組むべきことは、すでに普及が始まっている建設CALS/ECを含めたIT（情報技術）の導入である。そして、それはそれぞれが単独に存在する個別技術ではなく、相互に利用しあう連携技術であり、またそれは、すべてを統括する大型総合技術ではなく、お互いのデータを交換し合いながら、単独で稼働する分散化技術であると思われる。そのため、今後の委員会活動では、他機関が進めている情報化の動向を把握し、データの共有（再利用）を前提とした検討を行う予定である。

建設工事の高度化にあたっては、自動化が重要な役割を果たすことが期待されており、今後も、当自動化委員会が役立つよう活動を行っていきたい。

JCMIA

【筆者紹介】

長 健次（ちょう けんじ）

豊国工業株式会社東京支店技監室理事

〒101-0047 東京都千代田区内神田2-2-1 鎌倉河岸ビル

Tel: 03 (3254)5895(代) ; Fax: 03 (5295)8930

CMI 報告

無人化施工技術 (吹付けロボット)の 開発

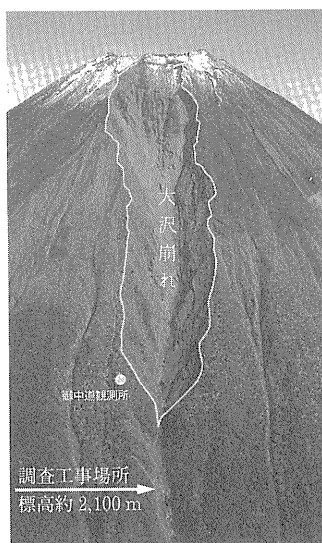
山本三千昭

1. はじめに

皆さんが思い浮かべる富士山は、世界遺産にこそ登録されなかったものの、駿河湾側から見た冠雪した美しい姿でしょう。ところが普段紹介されることのない西側には、容赦ない自然の営みにより山頂から中腹にかけて大沢崩れと呼ばれる深く大きな谷（写真—1）が刻まれています。

この大沢崩れからは毎年約15万³mにもなる崩落土砂が土石流となって流下し、これまで度々土砂災害が発生しています。

このため、昭和44年度から国の直轄砂防事業が始められ、昭和57年度からは「大沢崩れ」対策の一環として、大量の土砂発生源である大沢崩れ源頭域対策のための調査工事が着手されています。



写真—1 大沢崩れ

源頭域は急峻かつ狭隘な地形で、2,000 mを超える高標高地における砂防工事は世界的にも例がありません。

調査工事では、具体的な施工方法に関する試験工事や、作業の安全対策のための建設機械の遠隔操作（無人化施工）に関する検討が進められています。また、国立公園特別保護地区及び特別名勝富士山内にあるため、環境、景観等への配慮も行われています。

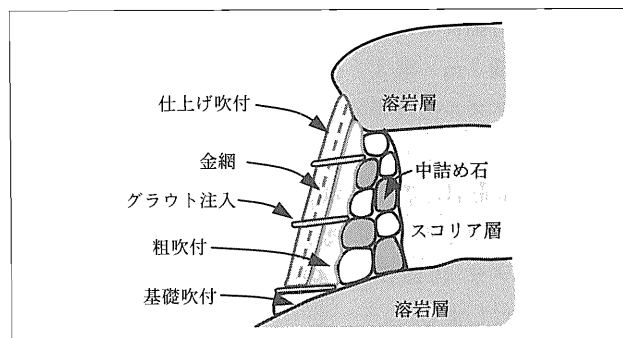
無人化施工技術は高標高での厳しい気象環境や地形条件を克服し、作業員等の安全を確保しつつ目的を達成できる

土木技術として、優先的な調査項目に位置づけられています。

施工技術総合研究所では、富士砂防事務所の委託により平成10年度から無人化施工技術の開発を実施しており、これまでに開発した技術が調査工事に導入されています。以下にその概要を紹介することとします。

2. 無人化の対象とその特徴

無人化の対象は、落石、崩落等の恐れがある斜面直下やオーバーハングした溶岩下で行われるスコリア侵食防止工（図—1）です。本対策工は、基礎部の掘削を含め多くの工種で構成されていますが、中でも吹付け工（乾式）は危険性が高い場所での長時間作業となるため、優先的な対象としています。



図—1 スコリア侵食防止工の例

無人化施工技術の開発においては、施工場所における次の特徴を考慮しています。

- ・機材運搬のほとんどをヘリコプターに頼っているため、大型建設機械が使用できない（分解質量2t以下）。
- ・峡谷は深く狭いため、GPSの使用が困難である。
- ・監視用カメラ（固定カメラや移動カメラ）の使用も制約される（見えない箇所が多い）。
- ・溪岸や溪床が急峻で起伏の激しい岩盤であり、重機走行が制限される（造成できても1台分の幅）。
- ・現場の地形・地質が複雑である（掘削後でないと基礎部溶岩やスコリア層の地形、地質が確認できない）。
- ・周囲の景観と違和感のない形状や色彩に仕上げられる（溶岩の形状、スコリア層の色彩に合わせる）。

3. 無人化施工技術（吹付けロボット）の概要

（1）機械構成

開発に際しては既述の特徴や汎用性等を考慮し、既存機械による現地での試験成果を踏まえ、遠隔による簡単な操作と操作室でも出来形管理ができるシステム開発を目指し、機械構成をベースマシン、吹付け装置、距離測定装置、画

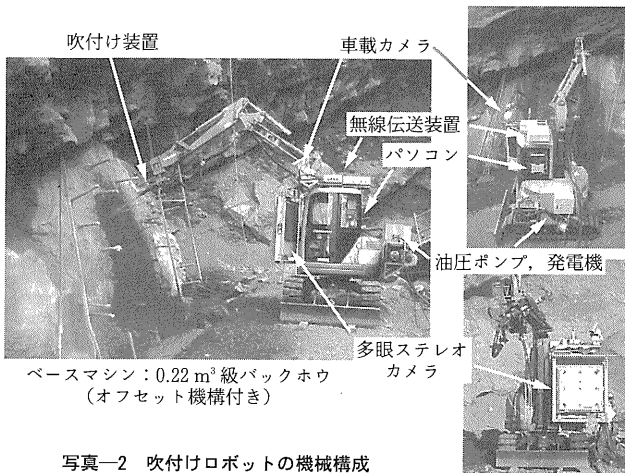


写真-2 吹付けロボットの機械構成

像処理装置等としました。

写真-2 にベースマシン搭載装置を示します。

ベースマシンは、アームが左右に動かせるオフセット機構付きで、各軸にセンサを装備した汎用機種を採用し、作業範囲（約横 2 m×縦 3.5 m）の確保、ベースマシンの姿勢、吹付けノズル位置等の検出及び制御ができるようにしました。

距離測定装置は、施工面の形状を取得する重要な視覚センサであり、測定データの高速画像処理を可能とする多眼ステレオカメラ（9 眼式）を採用し、面的な出来形管理を行えるようにしました。

吹付け装置はノズルの揺動、旋回が可能なものです。

(2) 特 長

開発技術には次の 2 大特長があります。

(a) レバー 1 本による吹付け作業

ベースマシンと吹付け装置の連動制御により、レバー 1 本で方向を与えるだけで吹付け作業ができます。

- 吹付けノズルが設計勾配面に対し、吹付け角度（≒ 90°）を維持するように自動的に制御。
- 吹付けノズルが設計勾配面と吹付け距離 1 m（指定）を維持しながら並行に動くように制御。
- 吹付けノズル位置を画像に表示。

(b) 出来形管理

作業中、操作室から吹付け厚さ分布と勾配の確認ができ、面的な管理が可能となり、従来の検測ピンによる管理（点の管理）が不要となります。

- 測定データを瞬時に解析し、形状や吹付け厚さをモニタに表示（自動計測も可能）。
- 設計勾配の基準線を断面画像内に用意（仕上げ面を目標とした管理も可能）。

(3) モニタ表示画像の例

オペレータに提供される画像は、次の 3 種類ですが、作

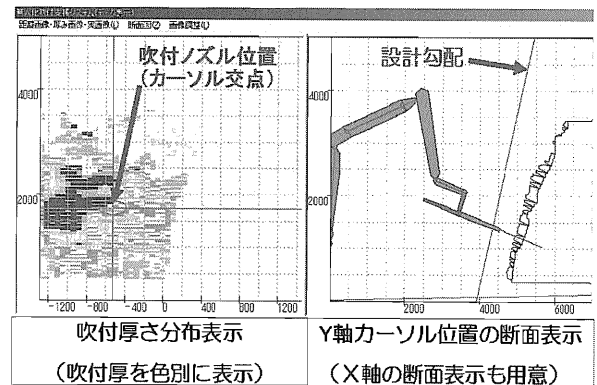


図-2 モニタ表示画面の例

業中は主に図-2 に示す画像を用います。

- 距離画像（機械と対象面までの距離を表示）
ブーム向きが対象面に直角かを判断できます。
- 吹付け厚分布画像（図-2（左））
吹付けノズル位置、吹付け厚さの過不足（量と位置）、出来形等を面的に判断できます。
- 断面画像（図-2（右））
吹付けノズル位置の X 軸及び Y 軸の断面形状、吹付け厚さ、機械姿勢等を判断できます。

4. おわりに

紹介した吹付けロボットにより吹付け作業が安全な場所から容易に行えるようになりましたが、無人化施工技術としてはまだ十分とは言えず、ソフト開発による現状の機械構成での自動化、施工場所における機械位置や作業位置の認識、計測・施工範囲の拡大、装置開発による適用工種の拡大等の課題が残されています。

当研究所ではこの他にも建設ロボットの開発に携っており、車載カメラ映像による観察と遠隔操作の面で無人化施工と共通した技術が用いられています。最近の 10 年間では、高構造物の維持管理作業における安全性、効率性等の向上を目指した塗装ロボット、磁石車輪で移動する点検ロボットなどがあります。

当研究所は遠隔操作の標準化や情報化施工技術にも携っており、今後とも現場からの要望等を踏まえて無人化施工技術の進展に貢献して行きたいと考えていますので、さらなるご支援をお願い致します。

《資料提供》

国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所（昭和 45 年度開設）

【筆者紹介】

山本三千昭（やまもと みちあき）
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第一部専門課長

新工法紹介 広報部会

03-155	自昇降式足場 「TO-ALIS」	戸田建設
--------	---------------------	------

▶概要

建設工事受注金額の下落にともない、現場ではあらゆる面でコストダウンの方策が図られている。その一つの方策として、本設と関係ない仮設の削減がある。この「自動昇降式足場 TO-ALIS (ティーオーアリス)」は、この仮設費低減の手段の一つとして開発されたものである。

足場ユニットは、通常の枠組み足場を上下の立体トラスで挟みこみ、一体化したものである。

大きさは現場に合わせて最大で横幅 17 スパン (30.6 m) × 高さ 5 段 (8.5 m) まで足場の割りで調整することができる。この足場ユニットを建物に固定した 2 本のレール枠と呼ぶポストにそって昇降させるものである。

昇降装置は足場の中に左右 2 セット組込まれている。先行する上部昇降フレームと足場に一体化して取付けてある下部昇降フレームが長さ 4 m のネジでつながれている。

このネジをモータで回転することにより尺取り方式で昇降する機構となっている。

建物とこの装置とのつなぎはレール枠からとっている。標準の 10 スパン以内の幅の場合には、足場からは壁つなぎを取る必要がないため、足場の移動時にはこの壁つなぎ材の盛替えは必要ない。

1 足場ユニットを以下の大きさ、能力のものを使い、このユニットを複数台使用することにより、建物全体をカバーする。それぞれのユニット間の同期制御は行ってはいない。

- ・大きさ：横 30.6 m × 高さ 8.5 m
- ・昇降重量：15 t
- ・昇降スピード：約 1 m/min
- ・電源：200V
- ・制御方法：2 台のモータを自動同期インバータ制御

▶特徴

- ① 材料が少ない
- ② 費用が安い
- ③ 外構工事の早期着手
- ④ 工事期間中でも、眺望、新鮮空気、採光確保
- ⑤ セキュリティー、安全性



写真一1 マンション外壁への設置状況

▶用途

- ・マンション等の外壁改修工事
- ・外構工事が多く足場の早期解体が必要な工事
- ・遠隔地にあり足場運送費が高くなる場所の工事

▶実績

- ・戸田建設(株)筑波技術研究所事務所棟外壁改修工事 (平成 12 年 8 月～平成 15 年 10 月)
- ・Y 医療福祉教育総合センター新築工事 (平成 13 年 8 月～11 月)
- ・K 大学研究棟新築工事 (平成 14 年 7 月～平成 15 年 4 月)
- ・H マンション外壁改修 (平成 15 年 4 月～平成 15 年 10 月)

▶工業所有権

- ・特許申請済み

▶問合せ先

戸田建設 (株) 本社生産技術開発部
〒107-0052 東京都港区赤坂 8-5-34
Tel : 03(5785)1503 ; Fax : 03(5785)1506

新工法紹介

04-260	自走式遠隔測量システム 「FRSⅢ」	フジタ
--------	-----------------------	-----

▶概要

近年のシールド工事は、自動掘進やセグメント自動搬送等の技術開発がめざましく、作業の省力化が図られている。しかし、計画された路線どおりに施工が進んでいるかを日常管理する測量作業は、多くの場合、職員が二人一組で、坑内作業の休憩中や交替時の限られた時間に行っており、担当者には大きな負担となっていた。

自動測量システムも開発、実用化が進められてきたが、多くのシステムは坑内に測量器を固定するため、他の作業に支障をきたすことや、曲線施工部で測量器の頻繁な盛替え作業が生じるなどの課題があった。

フジタでは、1996年に遠隔測量システム「FRS ; Fujita Remote Surveying System」を開発、各種シールド工事に適用しながら改良を行ってきた。今回開発した遠隔測量システム「FRSⅢ」は、測量器に設置した位置出しカメラにより測量用基準点（以下、基準点と表記）を画像認識し、測量器自身の位置を算出する。これにより、測量時のみ、測量器を搭載した測量台車を基準点まで自走させて測量を行うことが可能となった。また、一連の作業をすべて作業所事務所から遠隔操作することにより、大幅な省力化と従来システムの課題解決を実現した。

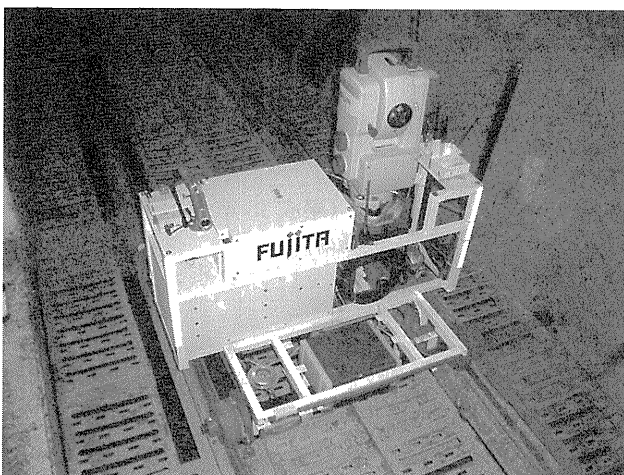


写真1 自走式測量台車

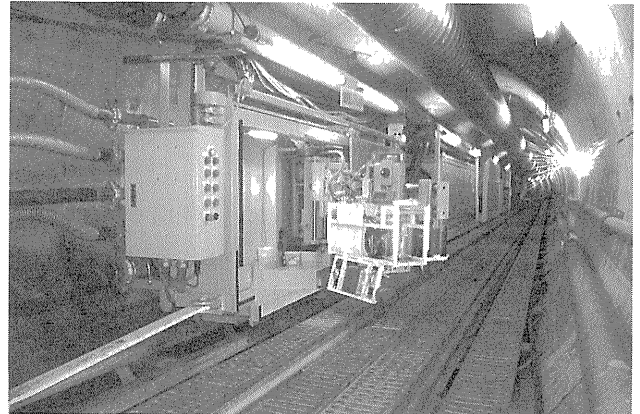


写真2 格納台車

▶特徴

- ① 測量器の自己位置認識
画像認識により、基準点を計測して測量器の自己位置算出を行う。
- ② 自走式の測量台車による測量
 - (i) 測量台車は台車格納方式のため、シールド断面の有効利用が可能。
 - (ii) 曲線施工時の測量が可能。
- ③ 遠隔操作による測量作業
 - (i) 事務所からの遠隔操作にて省力化が可能。
 - (ii) 測量未経験者でも測量が可能。
- ④ 高精度なデータの有効活用
 - (i) 測量精度は、誤差±10 mm 以内。
 - (ii) 複数の計測点を測量することで、シールドマシンの挙動解析が可能。

▶用途

- ・シールド工事全般

▶実績

- ・横浜市下水道局 栄処理区東俣野幸浦線（第4工区）下水道整備工事にて稼働中

▶工業所有権

- ・特許申請中

▶問合せ先

(株)フジタ土木本部土木統括部機械部
〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4-25-2
Tel : 03(3796)2278
Fax : 03(3796)2301

07-19	放電衝撃破砕工法	日立造船
-------	----------	------

▶概要

破砕工法としては、火薬（発破）が最も効率的で低コストであり広く採用されている。しかし、周辺への影響の点から、市街地およびその周辺における適用が困難であり、火薬を用いない工法の要求が高まっている。

放電衝撃破砕（図-1）工法は、非火薬である放電カートリッジ（写真-1）に高速スイッチングによる高電圧大電流を流すことで発生する高い衝撃力を利用して、岩石やコンクリートの破砕をするものである。

▶特長

- ① 制御破砕が可能
衝撃力のコントロールや方向性は自由自在である。
- ② 取扱いが簡単
装置・カートリッジ（水・特殊液）の取扱いは簡単である。
- ③ 特別な免許が不要
非火薬のため火薬取締法の規制を受けない。
- ④ 環境に優しい
振動・騒音を制御でき市街地での破砕が可能である。
- ⑤ 消費電力が少ない
高電圧・大電流であるが瞬間のエネルギーのため、わずかな消費電力で破砕する（8~200 Wh）。

▶用途

- ① 硬岩や鉄筋コンクリートに適用できる（硬岩実績：1軸圧縮 150 MPa）。
- ② 火薬が使用できない市街地での施工が可能である。
- ③ 隣接構造物に対する振動規制がある場合、制御破砕で施工可能である。
- ④ ダイナマイトや大型ブレーカなどの従来工法を適用

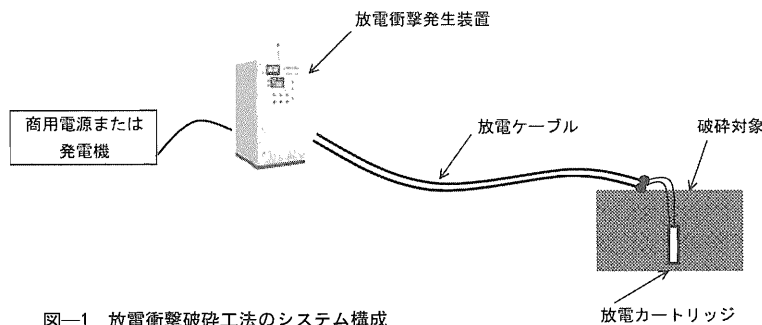


図-1 放電衝撃破砕工法のシステム構成

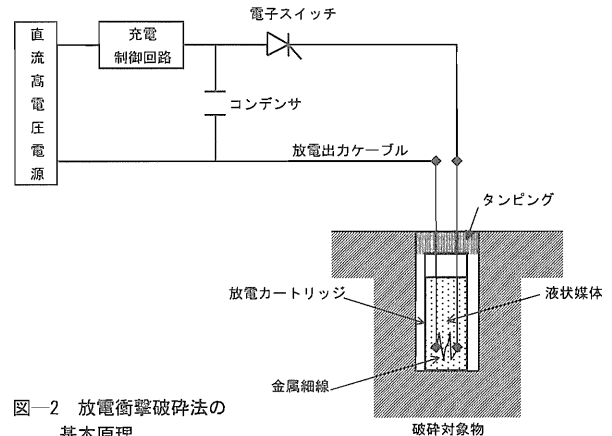


図-2 放電衝撃破砕法の基本原理

できない現場に最適である。

▶原理（図-2）

- ① 直流高電圧電源によりコンデンサに充電する。
- ② 充電された電気エネルギーを電子スイッチにより金属細線に供給する。
- ③ 電気エネルギーにより金属細線は熔融・気化し衝撃力を発生する。
- ④ 発生衝撃力は周囲の液状媒体に伝えられ、さらに大きな衝撃力が発生する。

▶実績

- ・電源開発（株）磯子火力発電所マスコンクリート試験施工（清水建設（株）向け）
- ・JH 五里ヶ峯トンネル避難連絡坑建設工事（間組・鉄建建設 JV 向け）
- ・阪神高速山手線北白川工区（その2）路下整備その他工事（寺西建設（株）向け）

▶問合せ先

- 日立造船（株）環境・鉄構事業本部建機・パーキングシステム事業部
- ・東日本営業部 Tel：03(3217)8483；Fax：03(3217)8544
 - ・西日本営業部 Tel：06(6569)0069；Fax：06(6569)0080

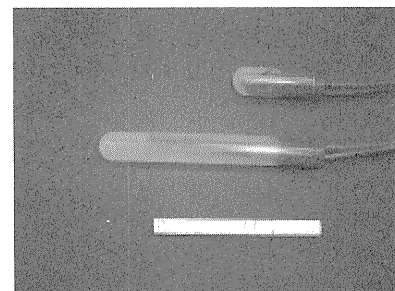


写真-1 放電カートリッジ

新機種紹介 広報部会

▶ <01> ブルドーザおよびスクレーパ

03-〈01〉-06	コマツ ブルドーザ	① D 20 A _s ほか ② D 20 PL _s	① '03.09 発売 ② '03.10 発売 モデルチェンジ
------------	--------------	--	---------------------------------------

小規模の土地造成や道路工事における整地作業に使用されているブルドーザ（ダイレクトドライブ車 D 20 系、ハイドロシフト車 D 21 系）について、安全性、環境対応性などを向上してモデルチェンジしたものである。国土交通省、EPA（米国環境保護局）の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載し、ROPS/FOPS キャノピを標準装備しており、ハイドロシフトの



写真-1 コマツ「GALEO」D 21 P_sブルドーザ

表-1 D 20 A_sほかの主な仕様

	D 20 A _s (乾地車)	D 20 P _s (湿地車)	D 20 PL _s (超湿地車)
機械質量 (t)	3.89(3.93)	4.27(4.31)	4.32
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	29.4(40) /2,450	29.4(40) /2,450	29.4(40) /2,450
ブレード幅×同高さ (m)	2.17×0.59	2.56×0.59	2.49×0.59
ブレードチルト量 (m)	0.25	0.28	0.32
最高走行速度 F/R (km/h)	F ₂ /R ₂ 7.5(8.1) /6.5(7.0)	F ₃ /R ₂ 7.5(8.1) /6.5(7.0)	F ₃ /R ₂ 7.5/6.5
最小旋回半径 (m)	2.0	2.3	2.4
接地圧 (kPa)	37.7(37.8)	24.4(24.4)	16.6
最低地上高 (m)	0.295(0.28)	0.355(0.33)	0.34
全長×全幅×全高 (m)	3.365×2.17 ×2.45(2.44)	3.35×2.56 ×2.475(2.45)	3.415×2.49 ×2.46
価格 (百万円)	5.2	5.65	6.2

D 21 A/D 21 P/D 21 PL については国土交通省の低騒音型基準値をクリアしている。エンジン始動においては、ダイレクトドライブ車 D 20 系ではメインクラッチを踏まないと、また、ハイドロシフト車 D 21 系ではセーフティレバーを下げるとロックしないと始動しない機構を採っている。D 21 A/D 21 P/D 21 PL では、ステアリング操作、前後進切換え、速度段切換えが左手のみで操作できるモノレバー方式を採用しており、ブレードのリフト、チルト、アングリングの操作における右手によるモノレバー方式（D 21 PL, D 20 PL, D 20 PLL はストレートチルトブレードでリフト、チルト操作のみ）とともに操作性を向上している。ブレードは車体側に近くに装着されて重心位置を車体中央寄りにしてバランスを向上し、整地作業などにおける仕上げ精度確保や不整地での走破性を良好にしている。

▶ <02> 掘削機械

03-〈02〉-21	ヤンマー ミニショベル	SV 05	'03.10 発売 新機種
------------	----------------	-------	------------------

管工事、造園工事などで使用される小形の油圧ショベルについて、従来機 SV 08 よりコンパクトに、水冷エンジン搭載で出力アップを図ったものである。上部旋回体の後端旋回半径が小さく、旋回体正面姿勢ではゴムクローラ後端部からのみ出しがない。住宅市街地での使用を考慮して騒音低減を図っており、周囲 7 m 計測において 60 dB(A) を実現している。操作レバーは操作統一方式に適合している。

表-2 SV 05 の主な仕様

標準バケット容量 (m ³)	0.011
機械質量 (t)	550
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	5.3(7.2)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	1.2×1.05
最大掘削高さ (m)	2.1
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.36/0.36
最大掘削力 (バケット) (kN)	6.8
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	0.91/0.53
走行速度 (km/h)	1.9
登坂能力 (度)	25
接地圧 (kPa)	20.6
全長×全幅×全高 (m)	2.15×0.58×1.345
価格 (百万円)	1.65

	D 20 PLL _s (超超湿地車)	D 21 A _s (乾地車)
機械質量 (t)	4.97	3.94(3.98)
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	29.4(40)/2,450	29.4(40)/2,450
ブレード幅×同高さ (m)	3.2×0.5	2.17×0.59
ブレードチルト量 (m)	0.32	0.25
最高走行速度 (km/h)	F ₂ /R ₂ 7.5/6.5	F ₂ /R ₂ 4.4(4.8)/5.6(6.1)
最小旋回半径 (m)	3.1	2.0
接地圧 (kPa)	11.1	38.2(38.3)
最低地上高 (m)	0.355	0.295(0.28)
全長×全幅×全高 (m)	3.52×3.2×2.475	3.365×2.17 ×2.45(2.44)
価格 (百万円)	7.5	5.45

	D 21 P _s (湿地車)	D 21 PL _s (超湿地車)
機械質量 (t)	4.32(4.36)	4.37
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	29.4(40)/2,450	29.4(40)/2,450
ブレード幅×同高さ (m)	2.56×0.59	2.49×0.59
ブレードチルト量 (m)	0.28	0.32
最高走行速度 (km/h)	F ₂ /R ₂ 4.4(4.8)/5.6(6.1)	F ₂ /R ₂ 4.4/5.6
最小旋回半径 (m)	2.3	2.4
接地圧 (kPa)	24.6(24.7)	16.8
最低地上高 (m)	0.355(0.33)	0.34
全長×全幅×全高 (m)	3.35×2.56 ×2.475(2.45)	3.315×2.49 ×2.46
価格 (百万円)	5.95	6.5

(注) 鉄クローラ仕様〔ゴムクローラ仕様〕の書式で示す。

新機種紹介

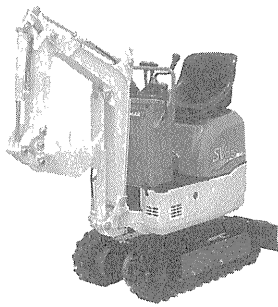


写真-2 ヤンマー SV 05 ミニショベル

▶ <03> 積込機械

03-<03>-16	コベルコ建機 ホイールローダ LK 40 Z ₃ ほか	'03.06 発売 新機種
------------	---	------------------

管・電設工事、除雪作業、農畜産作業などに幅広く使用される小形のホイールローダ2機種である。国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載し、同省の低騒音型建設機械にも指定されている（超低騒音型はオプションで設定されている）。走行駆動方式はHST・4輪駆動を採用して無段変速として

表-3 KL 40 Z₃ ほかの主な仕様

	LK 40 Z ₃	LK 50 Z ₃
標準バケット容量 (m ³)	0.4	0.5
運転質量 (t)	2.74(2.865)	3.2(3.32)
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	21.5(29.3)/2,500	27.4(37.3)/2,500
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	2.145×0.785	2.44×0.78
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	27.7	31.9
走行速度 (前後進とも) (km/h)	0~15	0~15
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	3.06	3.21
登坂能力 (度)	30	30
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	1.75×1.18	1.85×1.25
最低地上高 (m)	0.265	0.305
タイヤサイズ (—)	12.5/70-16-6 PR	15.5/60-18-8 PR
全長×全幅×全高 (m)	4.035×1.575 ×2.53(2.57)	4.35×1.69 ×2.57(2.61)
価格 (百万円)	4.4	5.35

(注) キャノピ仕様 [キャブ仕様] の書式で示す。



写真-3 コベルコ建機「L-b 050 Z」LK 50 Z₃ (左) と「L-b 040 Z」LK 40 Z₃ (右) ホイールローダ

おり、アーティキュレート角を40度として小回り性を発揮している。作業レバー、走行シフトレバーともに誤作動防止のロック機構が備わっており、駐車ブレーキでは、掛け忘れたままエンジンを停止するとブザーとランプが警告するようになっている。駐車ブレーキ解除忘れ防止システムも採用されて安全性を確保している。アタッチメントとして、バケット、パレットフォーク、アングリングプラウ、ロールグラブなど作業に応じて各種用意されている。

03-<03>-17	新キャタピラー三菱 ホイールローダ CAT 966 GII ほか	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

電子制御システムによる高効率化、低燃費化などと共に環境適合性を図ってモデルチェンジした2機種である。エンジンは、燃料噴射の電子制御システム (EUI) や吸気温度を下げるアフタクーラの採用で燃費の向上や国土交通省の排出ガス対策 (2次規制) 基準値をクリアしており、さらに、エンジンルームの隔壁による分離や冷却ファン回転数の電子制御などによって燃費の向上と騒音の低減を実現している。電子制御のフルオートマチックトランスミッションでは、作業状況に応じてシフトアップポイントを3段階に選択が可能で、例えばエコノミー側にセットすればより低いエンジン回転数でシフトアップが行われる。ステアリング装置にロードセンシング

表-4 CAT 966 G II ほかの主な仕様

	966 G II	972 G II
標準バケット容量 (m ³)	4.1	4.6
運転質量 (t)	22.65	24.8
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	193(262)/2,100	209(284)/2,100
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	3.01×1.25	3.165×1.26
最高走行速度 F ₄ /R ₄ (km/h)	34.0/38.5	34.0/38.8
最小回転半径 (最外側) (m)	7.3	7.5
登坂能力 (度)	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	3.45×2.23	3.45×2.23
最低地上高 (m)	0.435	0.45
タイヤサイズ (—)	26.5-25 20 PR(L3)	26.5-25 20 PR(L3)
全長×全幅×全高 (m)	8.825×3.22×3.55	9.015×3.22×3.56
価格 (百万円)	37.9	42.0



写真-4 CAT 966 G SERIES II ホイールローダ

新機種紹介

ステアリングシステムを採用し、ステアリング操作に応じて必要な油圧を必要なだけ供給して、効率的なステアリングポンプの使用を図っている。インターナルROPS/FOPS構造のキャブには外気導入式プレッシャライザ機能付きエアコンを装備して、安全と快適な居住性を確保している。オイルクーラコア・エアコンコンデンサをスイングアウト式にして点検を容易にし、エンジンオイル交換間隔を500hに延長してメンテナンス性を向上している。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

03-<05>-09	コマツ クローラクレーン (伸縮ブーム形) LC 785 ₆	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

都市部の地下工事などで使用されるクレーンとして、狭い現場や環境に配慮してモデルチェンジしたものである。国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載し、後方小旋回として狭い場所でも安全に作業ができるようにしている。また、国土交通省の低騒音型建設機械の基準値をクリアしており、オペレータ耳元騒音も74dB(A)に低減した。キャブは狭い場所でもドアの開閉が可能なラウンド形で、外気導入型エアコンを装備して居住性を良好にしている。安全装置として、過負荷防止装置、過巻防止装置、荷重表示装置、15度傾斜時警報装置、作業範囲規制装置、水準器、走行時クレーン誤操作防止機構などを備えている。コンポーネント配置に配慮するとともに、フルオープンボンネットの採用などで、日常点検・整備を容易にしている。

表-5 LC 785₆の主な仕様

吊上げ能力 (t×m)	4.9×2.1
最大地上揚程×同作業半径 (m)	16.35×14.52
機械質量 (t)	9.7
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	40.5(55)/1,850
ブーム長さ (五角形、全自動・5段) (m)	4.63~15.63
後端旋回半径 (m)	1.4
走行速度 高速/低速 (km/h)	3.8/2.5
登坂能力 (度)	30
接地圧 (kPa)	46.1
全長×全幅×全高 (m)	5.005×2.35×2.685
価格 (百万円)	14.5



写真-5 コマツ「GALEO」LC 785₆クローラクレーン

03-<05>-10	日立建機 クローラクレーン (伸縮ブーム形) TX 40 UR	'03.10 発売 新機種
------------	--	------------------

都市部土木工事の狭隘現場への適応を考慮して設計された4段ブーム伸縮のクレーンである。上部旋回体の後端旋回半径、ブーム格納時の車高、下部走行体の大きさなどがコンパクトにまとめられて狭い現場での作業に対応しており、エンジンは国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアし、また、国土交通省の超低騒音型建設機械に適合（申請中）して環境にも配慮した機械としている。安全装置として、過負荷による転倒防止のために警報と同時に危険側へのフック巻上げ、ブーム伏せ、ブーム伸ばしなどの作動を自動停止するモーメントリミッタや負荷率外部表示灯（3色灯）、設定した高さを超えると自動停止する高さ制限装置（オプション仕様）などを装備している。地下工事など高さ制限のある場所での使用では、全高を2.115mに抑えられるキャノピ分割型がオプション仕様として用意されている。

表-6 TX 40 URの主な仕様

吊上げ能力 (t×m)	2.9×1.4
最大地上揚程×同作業半径 (m)	9.3×8.35
最大地下揚程 (m)	13.7
運転質量 (t)	3.7
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	18(24)/1,950
ブーム長さ (4段伸縮) (m)	3.17~8.9
後端旋回半径 (m)	0.93
走行速度 高速/低速 (km/h)	3.1/2.1
全長×全幅×全高 (m)	3.82×1.7×2.49
価格 (百万円)	8.15

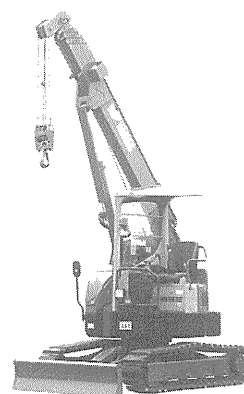


写真-6 日立建機 TX 40 UR クローラクレーン

▶ <10> 環境保全装置およびリサイクル機械

03-<10>-08	コマツ（小松ゼノア社製） 木材破碎機 (クローラ・自走式) SR 3000 ₁	'03.09 発売 新機種
------------	---	------------------

伐木や剪定枝の破碎処理に使用されるチップ&シュレダ方式の破碎機である。取込みローラ径を大きくして、取込みをスムーズに

新機種紹介

し、破碎軸トルクを高めて処理スピードをアップした。チップサイズは、ダイヤル式調整により送り速度を無段階に変えて決められる。トラック荷台への投入積み込み性を考慮して排出ダクトの長さ、高さ、風量などが最適に設計されている。吸音装置の装着で騒音低減を図っており、ロータ回転時の7m周囲騒音が78.2dB(A)である。破碎機の制御状態を表示するランプの設置、非常停止スイッチの装備など安全運転にも配慮している。エンジンカバーや破碎機部はフルオープン式として点検整備を容易にしている。

表-7 SR 3000-1の主な仕様

処理能力	(m ³ /h)	1.5~5
最大処理径/チップサイズ	(mm)	165/3~15
機械質量	(t)	1.4
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	21(28)/2,500
クローラ接地長×幅	(m)	0.975×0.2
登坂能力	(度)	15
走行速度 F ₂ /R ₂	(km/h)	0.4~1.95
全長×全幅×全高	(m)	3.1×1.1×1.93
価 格	(百万円)	2.8

(注) 処理能力は、投入材の形状や作業条件により変動する。

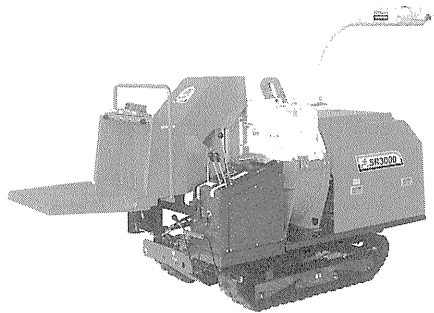


写真-7 コマツ「チップシュレッダ」SR 3000-1 木材破碎機

03-<10>-09	オカダアイオン 木材破碎機・アタッチメント OMC-52 ARTS	'03.05 発売 新機種
------------	---	------------------

切り株や根っこの小割処理、建設廃木材の破碎処理に使用される油圧ショベルアタッチメントの破碎機である。カッタ先端部は裂き刃として大径の根っこや丸太などに食込むくさび形状をしており、中間部は「く」の字形の切断刃として丸太などをしっかりと把持して切断を容易にしている。カッタの開閉スピードを早める増速バルブを標準装備しており、カッタ用の油圧配管のみで一方方向の油圧旋回と両方向のフリー旋回(当てまわし)ができる旋回機構をカッタ基部に採用している。

表-8 OMC-52 ARTSの主な仕様

最大開口幅	(m)	0.68
破 碎 力 (先端)	(kN)	260
機械質量	(t)	1.35
全長×全高	(m)	2.53×1.185
取付油圧ショベルクラス	(m ³)	0.45~0.7 (11~20 t)
価 格	(百万円)	6.25

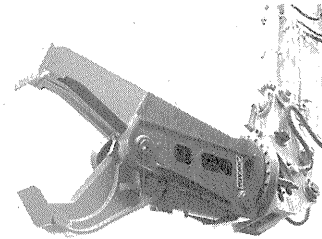


写真-8 オカダアイオン「与作」OMC-52 ARTS 木材破碎機・アタッチメント

現場技術者のための

建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約 180 点の用語解説と約 70 点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A 5 判 120 頁

■ 定 価：会 員 1,050 円 (消費税込), 送料 420 円
非会員 1,260 円 (消費税込), 送料 420 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

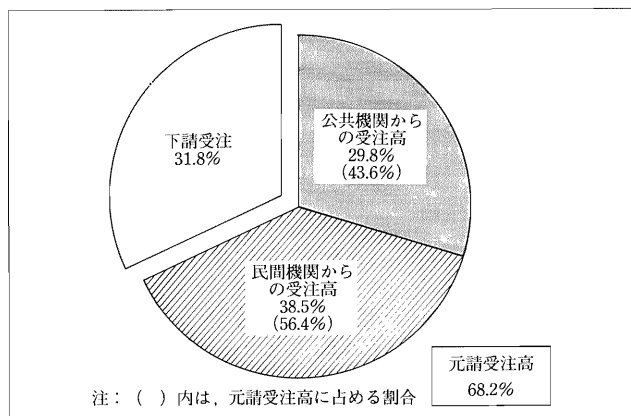
建設業の受注動向について

表—2 資本金階層別受注高の状況 (単位：百万円，%)

		平成 14 年度			
		元請受注高		下請受注高	
		数	構成比	数	構成比
総	数	37,011,115	100.0	17,223,924	100.0
個	人	100,240	0.3	20,396	0.1
法	人 合 計	36,910,875	99.7	17,203,528	99.9
資 本 金 階 層	300万円未満	1,637	0.0	2,456	0.0
	300万円以上 500万円未満	358,807	1.0	698,510	4.1
	500万円以上 1,000万円未満	232,256	0.6	484,869	2.8
	1,000万円以上 3,000万円未満	6,197,803	16.7	4,778,056	27.7
	3,000万円以上 5,000万円未満	4,005,101	10.8	2,408,900	14.0
	5,000万円以上 1億円未満	3,319,894	9.0	2,095,618	12.2
	1億円以上 3億円未満	2,412,149	6.5	1,170,958	6.8
	3億円以上 5億円未満	1,160,989	3.1	613,976	3.6
	5億円以上 10億円未満	877,648	2.4	414,803	2.4
	10億円以上 20億円未満	1,307,573	3.5	647,556	3.8
	20億円以上 50億円未満	2,157,251	5.8	892,384	5.2
	50億円以上	14,879,765	40.2	2,995,443	17.4

1. まえがき

「建設業の業況」について2003年11月号で報告したが、今回は受注状況の実態を紹介することにした。本資料は国土交通省が発表している「建設工事受注動態統計調査」結果によるもので平成14年度の実績である(図—1)。



図—1 平成14年度の総受注高の状況

2. 受注高の状況

(1) 受注高の概況

平成14年度における建設業者の総受注高(表—1)は、54兆2,350億円(前年比8.0%減)であり、そのうち元請受注高は37兆111億円(同5.9%減)で、総受注高の68.2%、下請受注高は17兆2,239億円(同12.3%減)で31.8%であり、発注者別にみると、民間発注の方が多い。

表—1 受注高総計 (単位：百万円，%)

	平成 14 年度		
	(前年比)	構 成 比	
受注高総計	54,235,038 (△ 8.0)	100.0	—
・元請受注高	37,011,115 (△ 5.9)	68.2	100.0
公共機関	16,145,827 (△ 8.3)	29.8	43.6
民間等	20,865,288 (△ 3.9)	38.5	56.4
・下請受注高	17,223,924 (△ 12.3)	31.8	—

(2) 資本金階層別にみた元・下請受注高

元請受注高のうちの40%は、資本金50億円以上の業者による受注高であり、一方下請受注高のうち28%は資本金1,000～3,000万円の業者である(表—2)。

(3) 資本金階層別にみた官・民受注高の概況

資本金階層別の元請受注高を官・民別でみると、資本金1千万円～1億円の業者の元請受注高は、50%以上が公共機関からの受注で、1億円以上の階層では、50%以上が民間等からの受注である階層がほとんどで、特に個人業者は約64%が民間等からの受注である(図—2)。

(4) 建設業種別受注高の概況

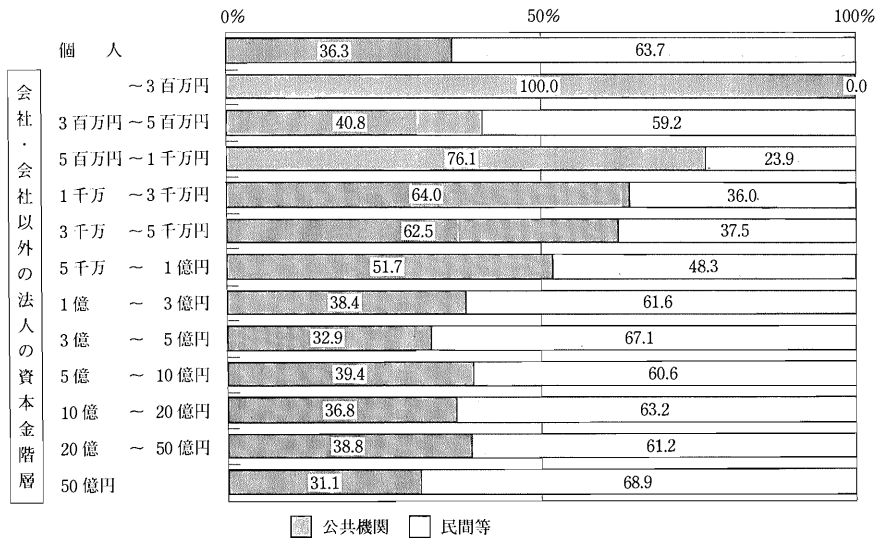
建設業種別に総受注高に占める元・下請状況をみると、総合工事業の総受注高は39兆3,839億円で、そのうち約79%は元請受注工事であり、約21%は下請受注工事である(表—3)。

職別工事業は21%は元請受注工事であり、79%は下請受注工事である。

設備工事業は約51%は元請受注工事であり、約49%は下請受注工事である。

(5) 地域別建設業種別受注高の概況

建設業種別に総受注高に占める元請受注状況を地域別にみると元請比率の最も高い地域は、総合工事業では北海道(総合受注高に占める割合約88%)であり、職別工事業では関東(25%)、機械設備工事業では四国(約56%)である(表—4)。



図一 資本金階層別・発注者別受注高の状況

表一 建設業種別受注高 (単位：百万円 (%))

	平成14年度		
	受注高総計	元請受注高	下請受注高
総数 (構成比)	54,235,038 (100.0)	37,011,115 (68.2)	17,223,924 (31.8)
総合工事業 (構成比)	39,383,914 (100.0)	30,916,703 (78.5)	8,467,211 (21.5)
職別工事業 (構成比)	4,843,947 (100.0)	997,635 (20.6)	3,846,312 (79.4)
設備工事業 (構成比)	10,007,177 (100.0)	5,096,777 (50.9)	4,910,401 (49.1)

表二 地域別・建設業種別受注高 (単位：百万円 (%))

	受注高総計			
	元請	下請		
総計	54,235,038 (100.0)	37,011,115 (68.2)	17,223,924 (31.8)	
総合工事業	全国計	39,383,914 (100.0)	30,916,703 (78.5)	8,467,211 (21.5)
	北海道	1,668,225 (100.0)	1,470,955 (88.2)	197,271 (11.8)
	東北	2,117,822 (100.0)	1,551,169 (73.2)	566,652 (26.8)
	関東	18,292,706 (100.0)	14,399,467 (78.7)	3,893,239 (21.3)
	北陸	2,182,785 (100.0)	1,589,105 (72.8)	593,680 (27.2)
	中部	2,906,428 (100.0)	2,229,370 (76.7)	677,058 (23.3)
	近畿	6,828,438 (100.0)	5,493,287 (80.4)	1,335,151 (19.6)
	中国	1,733,794 (100.0)	1,343,993 (77.5)	389,800 (22.5)
	四国	820,000 (100.0)	608,923 (74.3)	211,077 (25.7)
	九州・沖縄	2,833,716 (100.0)	2,230,434 (78.7)	603,282 (21.3)
職別工事業	全国計	4,843,947 (100.0)	997,635 (20.6)	3,846,312 (79.4)
	北海道	66,232 (100.0)	16,588 (25.0)	49,644 (75.0)
	東北	371,747 (100.0)	39,124 (10.5)	332,622 (89.5)
	関東	2,158,993 (100.0)	512,298 (23.7)	1,646,694 (76.3)
	北陸	360,848 (100.0)	50,733 (14.1)	310,115 (85.9)
	中部	464,443 (100.0)	44,054 (9.5)	420,389 (90.5)
	近畿	728,875 (100.0)	171,060 (23.5)	557,815 (76.5)
	中国	183,537 (100.0)	25,048 (13.6)	158,489 (86.4)
	四国	162,711 (100.0)	93,296 (57.3)	69,416 (42.7)
	九州・沖縄	346,561 (100.0)	45,433 (13.1)	301,128 (86.9)
設備工事業	全国計	10,007,177 (100.0)	5,096,777 (50.9)	4,910,401 (49.1)
	北海道	449,080 (100.0)	313,007 (69.7)	136,073 (30.3)
	東北	405,699 (100.0)	201,769 (49.7)	203,930 (50.3)
	関東	4,910,876 (100.0)	2,489,288 (50.7)	2,421,589 (49.3)
	北陸	459,347 (100.0)	206,390 (44.9)	252,957 (55.1)
	中部	738,791 (100.0)	424,863 (57.5)	313,928 (42.5)
	近畿	1,719,373 (100.0)	811,203 (47.2)	908,169 (52.8)
	中国	411,966 (100.0)	207,979 (50.5)	203,987 (49.5)
	四国	158,269 (100.0)	75,005 (47.4)	83,264 (52.6)
	九州・沖縄	753,777 (100.0)	367,272 (48.7)	386,505 (51.3)

3. 公共機関からの受注工事の状況

(1) 発注者別受注工事の概況

平成14年度における公共機関からの受注工事は15兆4,699億円で、前年比8.1%の減少であった。このうち国の機関からの受注工事は4兆8,741億円で(公共機関からの受注工事に占める割合は31.5%)で、前年比11.2%の減少、地方の機関からの受注工事は10兆5,957億円(同68.5%)で前年比6.7%の減少であった(表一)。

(2) 目的別工事分類からみた受注工事の概況

公共機関からの受注工事15兆4,699億円について目的別工事分類の内訳をみると最も多かったのは道路工事の4兆4,056億円(公共機関からの受注に占める割合28.5%)であった。次いで教育・病院(同15.7%)、下水道工事(同10.9%)と続いている(表二)。

(3) 受注業者の資本金階層別等での受注工事の概況

公共機関からの受注工事を受注業者の資本金階層別にみると、資本金50億円以上の業者が5兆1,224億円(公共機関からの受注工

事に占める割合は33.1%)で最も多く、次いで1,000万円～3,000万円の業者が3兆5,733億円(同23.1%)、3,000万円～5,000万円の業者が2兆2,945億円(同14.8%)となっており、この3階層で全体の70%以上を占めている(表三)。

統計

表-5 発注者別・公共機関からの受注工事
(単位：百万円(％))

	平成14年度	
	受注高(前年比)	構成比
公共機関からの受注工事	15,469,869 (△8.1)	100.0
・国の機関	4,874,133 (△11.2)	31.5
国	3,006,785 (△2.9)	19.4
公団・事業団	1,291,604 (△18.7)	8.3
政府関連企業	575,744 (△28.2)	3.7
・地方の機関	10,595,736 (△6.7)	68.5
都道府県	4,622,391 (△6.2)	29.9
市区町村	4,620,952 (△5.6)	29.9
地方公営企業	754,746 (△10.6)	4.9
その他	597,646 (△13.1)	3.9

また、これを建設業種別にみると総合工事業が13兆3,766億円(同86.5%)でほとんどを占めており、職別工事業が3,704億円(同2.4%)、設備工事業が1兆7,229億円(同11.1%)となっている(表-7)。

表-6 目的別工事分類からみた受注工事の状況
(単位：百万円(％))

	平成14年度	
	受注高(前年比)	構成比
総数	15,469,869 (△8.1)	100.0
目 的 別		
治山・治水	1,633,067 (△9.2)	10.6
農林水産	1,401,630 (△11.7)	9.1
道路(含共同溝工事)	4,405,556 (△10.3)	28.5
港湾・空港	697,639 (△27.7)	4.5
下水道	1,680,327 (△8.2)	10.9
公園・運動競技場施設	375,572 (△4.2)	2.4
教育・病院	2,424,993 (△23.9)	15.7
住宅・宿舍	574,354 (△10.0)	3.7
庁舎	371,529 (△6.0)	2.4
再開発ビル等建設	37,602 (△11.9)	0.2
土地造成	126,716 (△14.4)	0.8
鉄道等交通事業用施設	367,757 (△26.0)	2.4
郵政事業用施設	28,085 (△33.9)	0.2
電気・ガス事業用施設	37,968 (△39.5)	0.2
上・工業水道	585,793 (△6.7)	3.8
廃棄物処理施設等	293,620 (△33.3)	1.9
他に分類されない工事	427,661 (△16.9)	2.8

表-7 資本金階層別等でみた受注工事の状況
(単位：件, 百万円(％))

	総数		総合工事業		職別工事業		設備工事業		
	工事件数	請負契約額 (構成比)	工事件数	請負契約額 (構成比)	工事件数	請負契約額 (構成比)	工事件数	請負契約額 (構成比)	
総数	270,825	15,469,869 (100.0%)	233,409	13,376,584 (86.5%)	11,544	370,380 (2.4%)	25,872	1,722,905 (11.1%)	
個人	4,090	33,161 (0.2%)	2,121	20,341 (0.2%)	1,953	12,697 (3.4%)	15	123 (0.0%)	
法人合計	266,735	15,436,707 (99.8%)	231,289	13,356,243 (99.8%)	9,590	357,683 (96.6%)	25,856	1,722,782 (100.0%)	
資 本 金 階 層 別	300万円未満	60	1,321 (0.0%)	60	1,321 (0.0%)	0	0 (0.0%)	0	0 (0.0%)
	300万円以上 500万円未満	9,957	107,767 (0.7%)	9,867	106,828 (0.8%)	82	867 (0.2%)	8	72 (0.0%)
	500万円以上 1,000万円未満	7,082	163,688 (1.1%)	7,012	162,890 (1.2%)	5	27 (0.0%)	65	771 (0.0%)
	1,000万円以上 3,000万円未満	113,381	3,573,268 (23.1%)	99,325	3,035,754 (22.7%)	5,197	83,125 (22.4%)	8,859	454,389 (26.4%)
	3,000万円以上 5,000万円未満	55,589	2,294,506 (14.8%)	50,442	2,124,432 (15.9%)	1,347	29,293 (7.9%)	3,801	140,781 (8.2%)
	5,000万円以上 1億円未満	29,957	1,593,964 (10.3%)	25,928	1,442,240 (10.8%)	1,270	38,978 (10.5%)	2,759	112,746 (6.5%)
	1億円以上 3億円未満	12,346	832,357 (5.4%)	10,623	747,043 (5.6%)	389	19,066 (5.1%)	1,334	66,249 (3.8%)
	3億円以上 5億円未満	3,860	310,263 (2.0%)	3,154	270,035 (2.0%)	175	11,261 (3.0%)	532	28,967 (1.7%)
	5億円以上 10億円未満	3,452	291,321 (1.9%)	2,506	225,114 (1.7%)	168	7,724 (2.1%)	778	58,483 (3.4%)
	10億円以上 20億円未満	3,872	421,778 (2.7%)	2,769	308,675 (2.3%)	71	8,961 (2.4%)	1,032	104,141 (6.0%)
20億円以上 50億円未満	4,964	724,115 (4.7%)	3,653	566,661 (4.2%)	106	24,904 (6.7%)	1,205	132,550 (7.7%)	
50億円以上	22,216	5,122,359 (33.1%)	15,951	4,365,249 (32.6%)	781	133,476 (36.0%)	5,484	623,634 (36.2%)	

注) < > は建設業種別にみた構成比, () は資本金階層別にみた構成比である。

(4) 受注工事の完成年度別内訳の概況

平成14年度に受注し、平成14年度中に完成する工事は年間受注工事額の約56%で、このうちJV工事（共同請負工事）は26%である（図-3）。

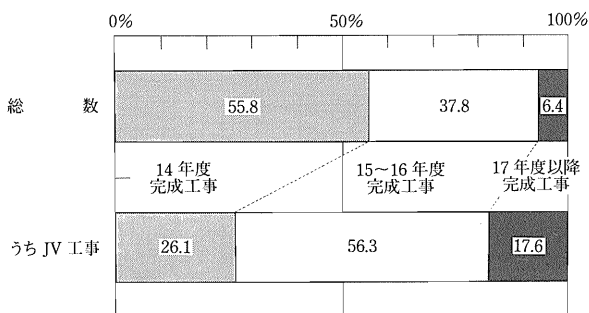


図-3 平成14年度受注工事の完成年度

(5) 受注工事の工事規模の概況

公共機関からの受注工事の工事規模別状況は1~5億円未満の工事規模が最も多く4兆4,065億円で全体の28.5%を占めている。発注者別にみると、国の機関は、1億円以上の工事が約80%を占めているが、地方の機関は1億円未満の工事規模が約50%と半数を占めている（図-4）。

(6) 受注工事の地域別の状況

公共機関からの請負工事額の多いのは関東で25%を占め、次いで九州・沖縄13.9%、中部12.1%となっており、全都道府県で見ると、北海道9.2%、東京7.4%、愛知5.1%、神奈川4.2%、大阪3.6%となっている。

4. 民間等からの受注工事の状況

(1) 発注者別受注工事の状況

平成14年度の民間等からの受注工事は、土木工事が1兆6,919億円（1件±500万円以上の工事）であり、前年比11.6%減少した。

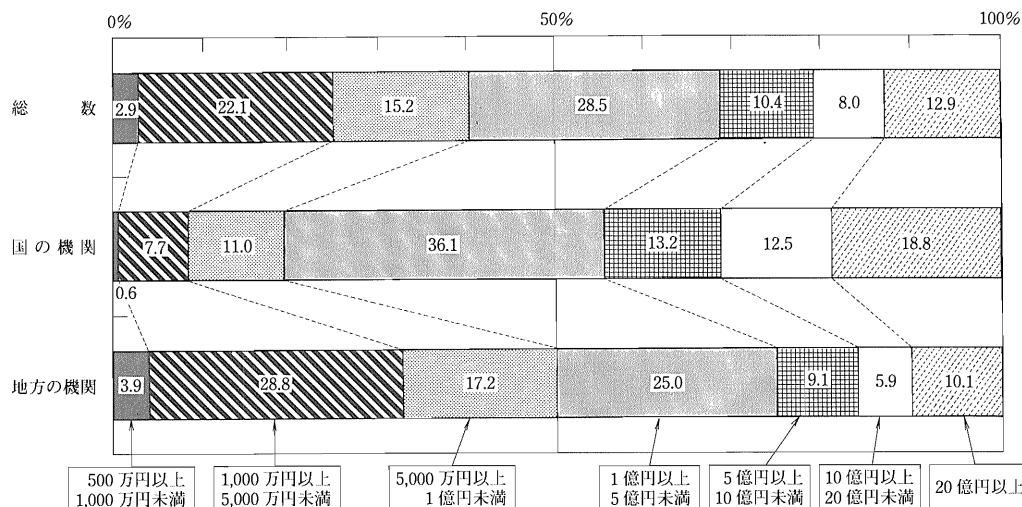


図-4 公共機関からの受注工事の工事規模

表-8 発注者別受注工事 (単位: 百万円 (%))

	平成14年度	
	受注高 (前年比)	構成比
■土木工事		
総数	1,691,930 (△11.6)	100.0
農林漁業	4,207 (△57.9)	0.2
鉱業・建設業	19,736 (△29.7)	1.2
製造業	169,013 (△2.1)	10.0
電気・ガス・熱供給・水道業	274,708 (△13.2)	16.2
運輸業	612,303 (△11.3)	36.2
通信業	211,096 (△31.4)	12.5
卸売・小売業, 飲食店	25,742 (△9.2)	1.5
金融・保険業	1,706 (△27.2)	0.1
不動産業	92,956 (△34.9)	5.5
サービス業	252,366 (△8.6)	14.9
その他	28,096 (△64.8)	1.7
■建築工事		
総数	5,410,846 (△1.3)	100.0
農林漁業	5,817 (△99.4)	0.1
鉱業・建設業	23,350 (△74.3)	0.4
製造業	527,172 (△13.3)	9.7
電気・ガス・熱供給・水道業	29,031 (△12.7)	0.5
運輸業	152,756 (△51.0)	2.8
通信業	22,872 (△75.8)	0.4
卸売・小売業, 飲食店	264,422 (△2.8)	4.9
金融・保険業	128,726 (△32.1)	2.4
不動産業	2,433,402 (△10.2)	45.0
サービス業	1,751,287 (△13.3)	32.4
その他	72,011 (△43.5)	1.3
■機械装置等工事		
総数	957,917 (△8.9)	100.0
農林漁業	5,337 (△45.6)	0.6
鉱業・建設業	30,941 (△8.5)	3.2
製造業	417,353 (△16.5)	43.6
電気・ガス・熱供給・水道業	209,490 (△4.3)	21.9
運輸業	66,955 (△144.9)	7.0
通信業	70,488 (△45.2)	7.4
卸売・小売業, 飲食店	45,110 (△161.5)	4.7
金融・保険業	8,381 (△53.7)	0.9
不動産業	2,508 (△74.8)	0.3
サービス業	91,907 (△1.4)	9.6
その他	9,447 (△59.8)	1.0

統計

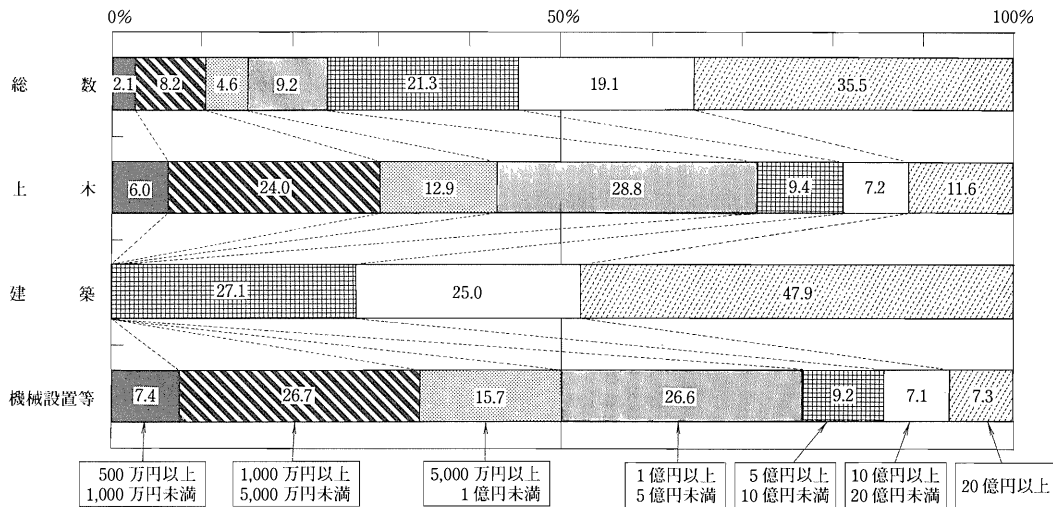


図-5 民間等からの受注工事の工事規模

建築工事は5兆4,108億円（1件±5億円以上の工事）で、同1.3%減少し、機械装置等工事は9,579億円（1件±500万円以上の工事）で、同8.9%減少した（表-8）。

(2) 受注工事の工事規模

土木工事は1~5億円未満の工事規模が最も多く4,878億円で約29%を占めている。

建築工事は5億円以上を対象としていることから、20億円以上の工事規模が2兆5,918億円で建築工事全体の47.9%を占めている。

機械設備等工事は1,000万~5,000万円未満の工事規模が最も多く2,558億円で26.7%を占めている（図-5）。

(3) 受注工事の完成年度別内訳

図-6に受注工事の完成年度別内訳を示す。

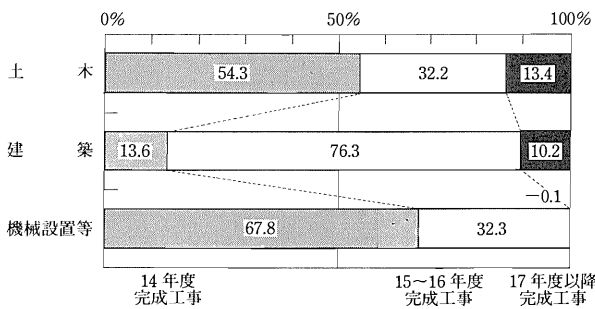


図-6 民間等からの受注工事の完成年度

(4) 受注工事の地域別概況

全都道府県のうち最も受注工事額の多いのは、東京都で全国の24%を占め、次いで神奈川県（全国の10.5%）、大阪府（同9.0%）となっている。

またブロック別にみると、関東は全国の48.3%を占め、次いで近畿（全国の16.0%）、中部（同、11.2%）となっており、民間等

表-9 民間等からの受注工事の地域別状況

（単位：件、百万円、%）

	工事件数	請負工事額	構成比
全国計	71,049	8,060,693	100.0
北海道	2,599	251,164	3.1
東北	6,043	391,010	4.9
関東	25,103	3,890,649	48.3
北陸	5,369	316,879	3.9
中部	8,649	901,676	11.2
近畿	9,345	1,287,704	16.0
中国	4,142	330,268	4.1
四国	2,312	154,646	1.9
九州・沖縄	7,487	536,697	6.7

からの受注工事は、この3圏で全国の75%以上を占めている（表-9）。

5. おわりに

本調査資料は建設業界の特色といえる元請・下請別に区分整理している。

発注者側も政府、民間別は当然として政府にとっては国、公団・事業団、政府関連企業と地方機関にとっては、都道府県、市区町村、地方公営企業、その他と詳細に区分整理してある。

特に民間の発注者では製造業、運輸業、不動産業、サービス業等細分化して計上している。

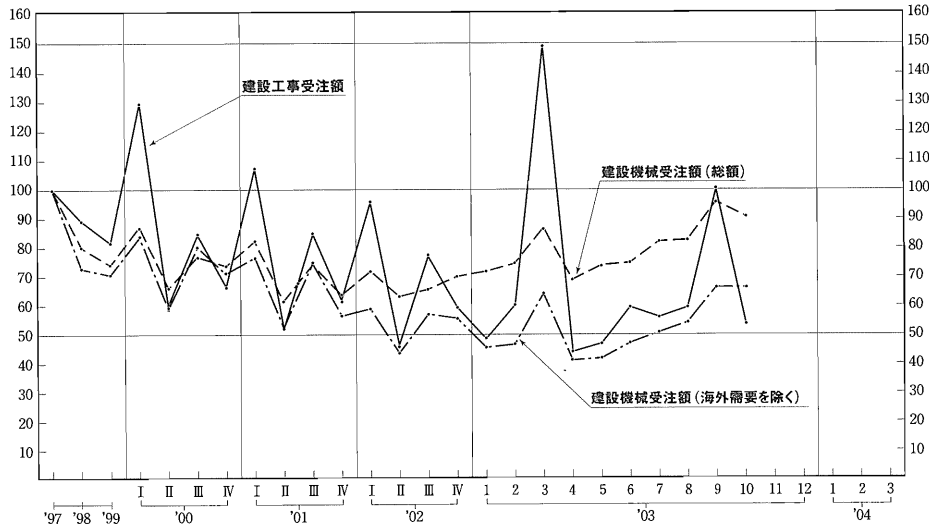
今回の調査結果を大まかにみると、

- ① 建設業者の総受注高は公共事業予算の減少と民間の設備投資の低迷から6年連続減少し依然として縮小傾向にあり厳しい受注状況が続いていること。
- ② 会社規模と受注高の状況からは、元請受注が増え下請受注が減少する傾向にあること。
- ③ 民間受注では、関東、近畿、中部の三大都市圏での受注が全体の76%を占め、集中化が顕著になっていること。

などが挙げられる。

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）（指数基準 1997年平均=100）
 建設機械受注額：機械受注統計調査（建設機械企業数26前後）（指数基準 1997年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手50社）

（単位：億円）

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未 消 化 工 事 高	施 工 高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
1997年	188,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2002年10月	8,928	5,458	767	4,691	4,610	350	509	5,920	3,007	152,516	10,264
11月	8,759	5,544	825	4,719	2,460	415	339	6,066	2,693	149,752	11,470
12月	9,960	6,067	864	5,203	3,244	468	181	6,796	3,164	146,863	12,586
2003年1月	7,602	4,941	917	4,024	2,019	339	303	5,249	2,353	143,731	9,895
2月	9,385	6,033	946	5,087	2,661	449	241	6,208	3,177	141,894	11,428
3月	23,200	14,789	1,957	12,831	6,624	658	1,128	15,130	8,070	141,426	19,139
4月	6,720	4,604	730	3,874	1,206	382	527	4,405	2,315	140,202	8,583
5月	7,330	5,352	1,144	4,209	1,212	377	389	5,138	2,192	138,597	8,973
6月	9,250	6,208	655	5,553	2,251	422	369	6,387	2,863	139,002	9,071
7月	9,039	6,001	882	5,119	2,178	379	481	6,209	2,830	137,348	10,548
8月	9,127	5,913	730	5,183	2,495	385	334	6,556	2,571	136,652	9,883
9月	15,655	11,002	1,574	9,428	3,491	510	652	11,400	4,255	139,461	12,860
10月	8,321	5,288	836	4,452	2,288	338	407	5,731	2,590	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	'97年	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'02年 10月	11月	12月	'03年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総 額	12,862	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	696	741	770	765	789	922	729	780	797	865	880	1,030	985
海外需要	3,931	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	327	381	443	453	466	475	448	495	472	513	509	563	513
海外需要を除く	8,406	6,156	5,985	6,162	5,409	4,365	369	360	327	312	323	447	281	285	325	352	371	467	472

（注）1997年～1999年は年平均で、2000年～2002年は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

●お 知 ら せ●

国総施第98号
平成15年12月5日

社団法人日本建設機械化協会会長殿

国土交通省総合政策局
建設施工企画課長

排出ガス対策型エンジンの認定及び
排出ガス対策型建設機械の指定について（追加等）

建設工事に使用する排出ガス対策型建設機械の普及促進については、かねてより御協力願っているところでありますが、国土交通省所管直

轄工事では、平成8年度からトンネル工事用建設機械7機種、平成9年度から一般工事用建設機械主要3機種、平成10年度から一般工事用建設機械5機種を使用する場合、「排出ガス対策型建設機械指定要領」（平成3年10月8日付け建設省経機発第249号、最終改正平成14年4月1日付け国総施第225号）で定められた排出ガス対策型建設機械の使用を原則としております。

このたび、「排出ガス対策型建設機械指定要領」に基づき、別紙のとおり排出ガス対策型エンジンの追加認定及び排出ガス対策型建設機械の追加指定がなされ、平成15年12月5日付けで各地方整備局等に通知されました。つきましては、指定された排出ガス対策型建設機械の普及に一層努めるよう、貴会傘下関係会員に対し御指導の程よろしくお願いします。

表一 排出ガス対策型エンジン認定一覧表（申請者別）平成15年12月

認定番号	申請者名	エンジン モデル名称	出力設定	定 格 点		最大トルク点		無負荷回転数		適 用
				出力 (kW)	回転数 (min ⁻¹)	最大トルク (N・m)	回転数 (min ⁻¹)	最 高 (min ⁻¹)	最 低 (min ⁻¹)	
2-271	三菱重工業（株）	S3L2-E1T	仕様1	25.5	2,800	95.3	2,100	3,000	1,250	第2次基準値
2-272	三菱重工業（株）	S4L-E2T	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	30.5 22.5 27.9 20.6	2,800 2,800 2,500 2,500	107.1 81.2 107.1 81.2	2,300 2,300 2,300 2,300	3,100	1,000	第2次基準値
2-273	三菱重工業（株）	S4Q2-E1T	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	51.5 41.2 39.0 31.3	3,000 3,000 2,000 2,000	186 149 186 149	2,000 2,000 2,000 2,000	3,350	750	第2次基準値
2-274	三菱重工業（株）	S6L-E3	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	72.8 45.2 57.4 36.4	2,500 2,500 1,800 1,800	311 206 311 206	1,400 1,400 1,400 1,400	2,800	650	第2次基準値
2-275	三菱重工業（株）	S6S-E8DT	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	90.8 80.9 85.7 67.7	2,350 2,350 2,000 2,000	448 348 448 348	1,600 1,600 1,600 1,600	2,680	850	第2次基準値
2-276	三菱重工業（株）	S6R-E2TAA-1	高負荷設定 低負荷設定	510 440	1,800 1,800	3,100 2,700	1,350 1,350	1,930	600	第2次基準値
2-277	新キャタピラー三菱（株）	3013C	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	25.4 18.3 22.1 16.2	3,000 3,000 2,200 2,200	99.4 71.9 99.4 71.9	1,800 1,800 1,800 1,800	3,270	850	第2次基準値
2-278	ヤンマー（株）	3TNV70	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	15.3 10.8 11.5 8.8	3,000 3,000 2,000 2,000	54.9 42.0 54.9 42.0	2,000 2,000 2,000 2,000	3,260	800	第2次基準値
2-279	ヤンマー（株）	3TNV88-F	高負荷設定 低負荷設定	28.8 25.4	3,000 3,000	115.4 90.5	1,200 1,900	3,270	800	第2次基準値
2-280	いすゞ自動車（株）	3CB1	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	18.4 14.0 14.2 11.7	3,000 3,000 2,000 2,000	68.0 56.9 68.0 56.9	2,000 1,800 2,000 1,800	3,290	800	第2次基準値
2-281	いすゞ自動車（株）	3CB1-F	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	21.8 17.8 19.6 15.6	3,600 3,600 3,000 3,000	65.6 53.7 65.6 53.7	2,400 2,400 2,400 2,400	3,830	1,000	第2次基準値
2-282	（株）小松製作所	SAA4D95LE-3-A	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	74 60 71 56	2,500 2,500 2,100 2,100	380 309 380 309	1,500 1,500 1,500 1,500	2,750	900	第2次基準値
2-283	（株）小松製作所	SAA6D140E-3-B	仕様1	447	1,800	(394)	(1,500)	1,890	800	第2次基準値
2-284	カミズジャパン（株）	B3.3-C-T-2B	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	68 52 60 46	2,600 2,600 2,100 2,100	296 241 296 241	1,600 1,350 1,600 1,350	2,900	800	第2次基準値
2-285	日本ボルボ（株）	D3DCE	高回転・高負荷 高回転・低負荷 低回転・高負荷 低回転・低負荷	65 52 54 43	2,800 2,800 2,200 2,200	270 210 270 210	1,600 1,600 1,600 1,600	3,070	900	第2次基準値
2-286	日本ボルボ（株）	D5DCAE2	D5DCBE2	71.0	2,100	375	1,400	2,400	700	第2次基準値

●お 知 ら せ●

認定番号	申請者名	エンジン モデル名称	出力設定	定格点		最大トルク点		無負荷回転数		適用
				出力 (kW)	回転数 (min ⁻¹)	最大トルク (N・m)	回転数 (min ⁻¹)	最高 (min ⁻¹)	最低 (min ⁻¹)	
2-287	日本ボルボ (株)	D 5 DCBE 2	D 5 DCBE 2	74.9	2,100	450	1,400	2,400	700	第2次基準値
2-288	(株) 豊田自動織機	1 DZ-2-2	高回転・高負荷	41.1	2,500	170	2,200	2,700	700	第2次基準値
			高回転・低負荷	30.5	2,500	124	2,200			
			低回転・高負荷	40.2	2,300	170	2,200			
			低回転・低負荷	29.7	2,300	124	2,200			
2-289	(株) 豊田自動織機	1 DZ-2-1	高回転・高負荷	44.0	2,600	168	2,400	2,850	690	第2次基準値
			高回転・低負荷	32.0	2,600	124	2,400			
			低回転・高負荷	37.9	2,200	165	2,200			
			低回転・低負荷	28.2	2,200	123	2,200			
2-290	(株) 豊田自動織機	13 Z-2-1	高回転・高負荷	60.6	2,300	275	1,600	2,650	780	第2次基準値
			高回転・低負荷	54.0	2,300	243	1,600			
			低回転・高負荷	57.2	2,100	275	1,600			
			低回転・低負荷	51.9	2,100	243	1,600			
2-291	DEUTZ AG	BF 4 L 2011 CE	高回転・高負荷	65	2,800	270	1,600	3,070	900	第2次基準値
			高回転・低負荷	52	2,800	210	1,600			
			低回転・高負荷	54	2,200	270	1,600			
			低回転・低負荷	43	2,200	210	1,600			
2-292	DEUTZ AG	BF 4 M 2011 CE	高回転・高負荷	65	2,800	270	1,600	3,070	900	第2次基準値
			高回転・低負荷	52	2,800	210	1,600			
			低回転・高負荷	54	2,200	270	1,600			
			低回転・低負荷	43	2,200	210	1,600			
2-293	DEUTZ AG	BF 6 M 2012 C CE	高回転・高負荷	155	2,500	743	1,500	2,600	800	第2次基準値
			高回転・低負荷	100	2,500	530	1,500			
			低回転・高負荷	133	1,800	743	1,500			
			低回転・低負荷	100	1,800	530	1,500			
2-294	キャタピラー・パワー・システムズ・インク	C-15	高回転・高負荷	442	2,100	2,712	1,400	2,310	600	第2次基準値
			高回転・低負荷	255	2,100	1,630	1,400			
			低回転・高負荷	442	1,800	2,712	1,400			
			低回転・低負荷	255	1,800	1,630	1,400			

表-2 排出ガス対策型エンジン変更認定通知表 (平成 15 年 12 月)

認定番号	申請者名	エンジン モデル名称	出力設定	定格点		最大トルク点		無負荷回転数		適用
				出力 (kW)	回転数 (min ⁻¹)	最大トルク (N・m)	回転数 (min ⁻¹)	最高 (min ⁻¹)	最低 (min ⁻¹)	
2-251	三菱重工業 (株)	S 4 Q 2-E 3	高回転・高負荷	36.9	3,000	149	2,000	3,300	700	ファミリーの追加申請
			高回転・低負荷	31.0	3,000	117	2,000			
			低回転・高負荷	31.2	2,000	149	2,000			
			低回転・低負荷	24.5	2,000	117	2,000			
2-64	いすゞ自動車 (株)	BB-4 JG 1 T	仕様 1	46.4	1,800	(42.6)	(1,500)	2,050	1,000	ファミリーの追加申請
			仕様 2	48.3	1,800	(43.8)	(1,500)			
2-204	カミズジャパン (株)	B 3.3-C-T-2 A	高回転・高負荷	51	2,600	264	1,450	2,850	800	ファミリーの追加申請
			高回転・低負荷	46	2,600	232	1,500			
			低回転・高負荷	46	1,850	264	1,450			
			低回転・低負荷	41	1,850	232	1,500			

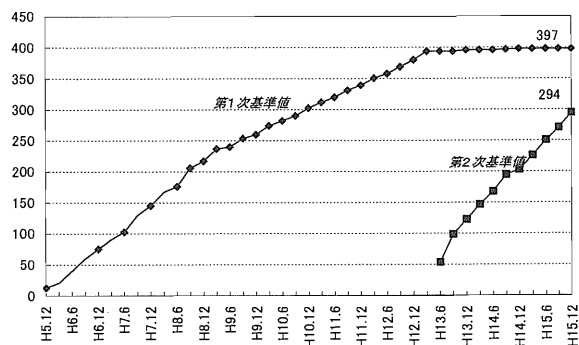
参考図-1 排出ガス対策型エンジン及び建設機械の認定・指定状況 (平成 15 年 12 月現在)

1. 排出ガス対策型エンジン認定状況 (第1次基準値)

既認定分	今回申請分	認定後の合計
型式 397	型式 0	型式 397

2. 排出ガス対策型エンジン認定状況 (第2次基準値)

既認定分	今回申請分	認定後の合計
型式 270	型式 24	型式 294



参考図-1 排出ガス対策型エンジン認定型式数

… 行事一覧 …

(2003年11月1日～30日)

■ 広報部会

■ CONET 2003 合同会議

月 日：11月14日(金)
出席者：玉光弘明会長ほか14名
議題：CONET 2003 について

■ 新工法調査委員会

月 日：11月18日(火)
出席者：村本利行委員ほか6名
議題：新工法調査

■ 建設経済調査委員会

月 日：11月19日(水)
出席者：山名至孝委員ほか5名
議題：1月号原稿内容検討

■ 新機種調査委員会

月 日：11月21日(金)
出席者：渡部 務委員長ほか6名
議題：①新情報「ねた」の持ち寄り
検討 ②技術交流討議

■ 要覧編集委員会第4章

月 日：11月17日(月)
出席者：小佐部憲委委員長ほか7名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第13章

月 日：11月17日(月)
出席者：松浦千秋委員長ほか9名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第15章

月 日：11月17日(月)
出席者：前田 武委員長ほか9名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第16章

月 日：11月17日(月)
出席者：宮口正夫委員長ほか7名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第11章

月 日：11月18日(火)
出席者：鈴木 隆委員長ほか5名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第5章

月 日：11月19日(水)
出席者：中村 優委員長ほか10名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第14章

月 日：11月19日(水)
出席者：酒井一夫委員長ほか5名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第19章

月 日：11月19日(水)
出席者：長 健次委員長ほか4名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第3章

月 日：11月20日(木)
出席者：香取佳人委員長ほか6名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第6章

月 日：11月20日(木)
出席者：成田秀志委員長ほか5名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第9章

月 日：11月20日(木)
出席者：芹澤富雄委員長ほか5名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第12章

月 日：11月20日(木)
出席者：山岸 勝委員長ほか10名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第17章

月 日：11月20日(木)
出席者：山名至孝委員長ほか5名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第1章

月 日：11月21日(金)
出席者：熊谷元伸委員長ほか4名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第7章

月 日：11月21日(金)
出席者：桑原資孝委員長ほか5名

議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第18章

月 日：11月21日(金)
出席者：根本 勤委員長ほか2名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第8章

月 日：11月25日(火)
出席者：太田 宏委員長ほか7名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第2章

月 日：11月26日(水)
出席者：関谷洋一委員長ほか4名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 要覧編集委員会第10章

月 日：11月28日(金)
出席者：中澤秀吉委員長ほか8名
議題：①第1回の検討事項報告 ②
総説・概説原稿の校正 ③掲載会社記
事の校正

■ 機械部会

■ ショベル技術委員会

月 日：11月5日(水)
出席者：田中利昌委員長ほか6名
議題：燃費測定法の検討(JCMAS
案審議)

■ トラクタ技術委員会

月 日：11月7日(金)
出席者：森沢隆平副委員長ほか8名
議題：①燃費試験方法の一部修正
②C規格原案作成

■ 除雪機械技術委員会小幹事会

月 日：11月10日(月)
出席者：関谷洋一幹事長ほか1名
議題：実態調査報告書印刷原稿の手
直し

■ 建築生産機械技術委員会幹事会

月 日：11月11日(火)
出席者：石倉武久委員長ほか5名
議題：①次期中期活動方針の審議
②各分科会及び委員会活動報告

■ 油脂技術委員会

月 日：11月12日(水)
出席者：大川 聡委員長ほか17名
議題：①建機用作動油規格(HX-
1)検討 ②GX-1規格検討(GX-2)
の検討

■仮設工事用エレベーター分科会

月 日：11月12日(水)

出席者：河西正吾分科会長ほか4名
議題：「工事用エレベータ planning 百科」各章内容の調整

■機械部会運営連絡会

月 日：11月13日(水)

出席者：高松武彦部会長ほか6名
議題：①次期中期活動計画 ②各委員会の中期活動結果と次期活動方針 ③油圧ショベルの追加テスト結果と作業燃費試験方法(案) ④省エネルギー建機普及策に関する調査研究提案 ⑤コンクリートポンプアーム折損事故に関して ⑥次期技術連絡会議題

■情報委員会・ホームページ分科会合同開催

月 日：11月18日(火)

出席者：田中雄次委員長ほか6名
議題：①各委員会のHP作成内容の進捗状況チェック ②メンテナンス状況の確認 ③HP作成の問題点審議 ④HP作成の手引き(案)の検討

■定置式クレーン分科会

月 日：11月19日(水)

出席者：三浦 拓分科会長ほか9名
議題：①「クライミングクレーンランニング百科」見直し審議 ②幹事会報告

■除雪機械技術委員会

月 日：11月19日(水)

出席者：小櫃基住委員長ほか13名
議題：実態調査(平成13年度)報告書について

■オールケーシング掘削機標準化分科会

月 日：11月20日(木)

出席者：村手徳夫副分科会長ほか8名
議題：オールケーシング掘削機の使用書様式・用語検討

■圧入機標準化分科会

月 日：11月20日(木)

出席者：青柳隼夫分科会長ほか6名
議題：圧入機に関する仕様書英文表記について

■自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：11月21日(金)

出席者：小畑裕行委員ほか5名
議題：①C規格原案作成の意義と他部門の状況について説明 ②クラッシュに関する安全要求事項に関して審議

■トンネル機械未来技術開発分科会

月 日：11月27日(木)

出席者：森 正嗣分科会長ほか6名
議題：①「ズリ搬送搬送方式の比較」表の内容確認 ②連続コンベヤ・ヒアリング結果について ③報告書の目的・

方針について

■移動式クレーン分科会 WG1

月 日：11月28日(金)

出席者：石倉武久分科会長ほか2名
議題：EN474-12のC規格作成検討

■標準部会

■情報化施工標準化作業グループ

月 日：11月4日(火)

出席者：吉田 正リーダほか3名
議題：PWI15143-1 情報化機械土工システムアーキテクチャ案文改訂打合せ

■情報化施工標準化作業グループ

月 日：11月5日(水)

出席者：吉田 正リーダほか3名
議題：PWI15143-3 情報化機械土工用語案文改訂打合せ

■コンクリート機械関係国際規格共同開発調査小委員会

月 日：11月10日(月)

出席者：大村高慶委員長ほか4名
議題：①国内規格 JIS A 8610 の扱いの件 ②DIS 18652.2 への質問の件

■情報化施工標準化作業グループ

月 日：11月11日(火)

出席者：吉田 正リーダほか10名
議題：①メタデータ ②日本と米国の(情報交換に関する)シナリオ ③応用スキーマ ④用語 ⑤データエレメントの定義 ⑥システムアーキテクチャ案文改訂 ⑦用語案文改訂 ⑧国内分科会準備 ⑨国際会議準備

■コンクリート塊再生処理破砕機関係国際規格共同開発調査委員会

月 日：11月12日(水)

出席者：養安豊彦
議題：①コンクリート塊再生処理破砕機に関する国際規格案 ②新業務項目たたき台 ③韓国出張報告

■ISO/TC 127 土工機械委員会情報化機械土工(WG2)分科会

月 日：11月12日(水)

出席者：宮石晶史分科会長ほか13名
議題：①ISO/TC 127 ソレント国際会議報告 ②TC 127/WG 2 大阪会議予定 ③前回バリ会議以降の作業状況報告 ④新業務項目提案 ⑤標準化の前提となるデータ交換のシナリオ ⑥データ辞書の標準化の進め方 ⑦各規格案

■製造業部会

■マテリアルハンドリング WG

月 日：11月6日(木)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか6名
議題：①リフマグの事故例の分析 ②リフマグの安全マニュアルの内容 ③厚生労働省への説明について

■製造業部会・小幹事会

月 日：11月7日(金)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか14名
議題：①除雪機械の排ガス申請と損料体系についての国土交通省への提案まとめ ②騒音認定の考え方のまとめ

■マテリアルハンドリング WG

月 日：11月25日(火)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか7名
議題：①厚生労働省への提案内容の審議(事故分析結果、規格の流れ、安全マニュアルの内容、教育体制)

…支部行事一覧…

■北海道支部

■平成15年度除雪技術講習会

月 日：11月25日(火)

場所：札幌市・ナショナルビル

受講者：288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除雪トラックとブラウ系装置 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

■平成15年度除雪技術講習会

月 日：11月28日(金)

場所：札幌市・ナショナルビル

受講者：222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除雪トラックとブラウ系装置 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

■東北支部

■EE 東北作業部会

月 日：11月5日

出席者：斎 恒夫事務局長ほか2名

議 題：①「EE 東北 2003」の決算報告について ②「EE 東北 2004」の実施計画の審議

■工事見学会

月 日：11月7日(金)
出席者：丹野光正広報部会長ほか18名
見学先：摺上川ダム建設工事

■特殊工事研修会

月 日：11月14日(金)～15日(土)
出席者：三浦吉美建設部会長ほか9名
見学先：長井ダム建設工事

■建設施工における地球温暖化対策講習会

月 日：11月17日(月)
場 所：仙台国際センタ
参加者：75名
内 容：①建設施工における環境対策への取組み(東北地方整備局道路部機械課建設専門官)鹿野安彦 ②建設施工における地球温暖化対策の手引きについて(施工技術総合研究所)菊地 稔 ③特別講演「これからの機械施工と環境問題について」(東北大学大学院環境科学研究科助教)高橋 弘 ④建設機械の省エネルギー運転法について(日本建設機械化協会)鈴木英隆

■機械第一・建設合同部会

月 日：11月20日(水)
出席者：桜井俊和機械第一部会長ほか19名
議 題：①重機の盗難防止対策について ②排ガス、騒音関係の規制の現状と対応について ③機械の安全対策について

■除雪部会

月 日：11月25日(火)
出席者：山崎 晃部会長ほか3名
議 題：①「ゆきみらい 2004 in 米沢」除雪機械展示会実施について ②平成15年度除雪講習会結果について

■新技術情報交換会

月 日：11月28日(金)
場 所：仙台国際センタ
参加者：98名
内 容：「環境にやさしいライジングセクターゲートの開発」ほか11課題

■北 陸 支 部

■新潟地区現場見学会

月 日：11月5日(火)
見学先：三面ダムほか
参加者：18名

■除雪機械管理施工技術講習会

・湯之谷会場
月 日：11月11日(火)

場 所：湯之谷地域振興センタ
講 師：長岡国道事務所管理第一課長・喜多昇ほか

受講者：226名

・上越会場

月 日：11月14日(金)
場 所：上越商工会議所
講 師：上越警察署交通課長・大久保俊夫ほか

受講者：130名

・長岡会場

月 日：11月17日(月)
場 所：ハイブ長岡
講 師：北越TCM・豊田 衛ほか
受講者：269名

・安塚会場

月 日：11月18日(火)
場 所：安塚町民会館
講 師：中日本キャタピラー三菱建機販売・松田興四雄ほか
受講者：83名

・新潟会場

月 日：11月20日(木)
場 所：新潟テルサ
講 師：新潟国道事務所機械課長・高木 茂ほか
受講者：148名

・新発田会場

月 日：11月21日(金)
場 所：新発田市カルチャセンタ
講 師：日本除雪機械製作所・豊田正史ほか
受講者：94名

・富山会場

月 日：11月25日(火)
場 所：富山テクノホール
講 師：新潟トランス・坂野 孝ほか
受講者：144名

・金沢会場

月 日：11月27日(木)
場 所：石川県地場産業振興センタ
講 師：コマツ・徳田孝雄ほか
受講者：160名

■効率化推進委員会

月 日：11月20日(木)
出席者：岡村幸弘委員長ほか12名
議 題：河川ゲート点検整備の効率化について

■中 部 支 部

■建設技術フェア 2003 in 中部協賛

月 日：11月12日(水)～13日(木)
会 場：名古屋ドーム
出 展 者：出展技術 195 件

来 場 者：13,600 名

■広報部会

月 日：11月14日(金)
出席者：西脇恒夫副部会長ほか4名
議 題：中部支部だより No. 63 編集会議

■施工部会

月 日：11月18日(火)
出席者：梅田佳男事務局長ほか4名
議 題：平成15年度道路除雪講習会の開催要領及び講師打合せ

■航空機等の保守点検技術の勉強会

月 日：11月20日(水)
場 所：陸上自衛隊春日井駐屯地及び航空自衛隊小牧基地
参加者：杉本彰男技術部会長ほか37名

■広報部会

月 日：11月21日(金)
出席者：西脇恒夫副部会長ほか7名
議 題：中部支部だより No. 63 編集会議

■部会長・副部会長会議

月 日：11月27日(木)
出席者：五嶋政美企画部会長ほか8名
議 題：平成15年度上半期事業報告及び同経理概況の確認

■関 西 支 部

■建設技術展 2003 近畿出展実行委員会

月 日：11月4日(火)
出席者：名竹利行委員長ほか8名
議 題：出展企画書の内容確認及び委員の役割分担について

■広報部会編集会議

月 日：11月11日(火)
出席者：三村邦有委員長ほか4名
議 題：JCMA 関西第 84 号の編集について

■水門技術委員会現地見学会

月 日：11月11日(火)
出席者：羽田靖人委員長ほか37名
見学先：国土交通省中国地方整備局苦田ダム

■企画部会

月 日：11月19日(水)
出席者：渡辺 昭部会長ほか6名
議 題：①平成15年度上半期事業報告及び同経理概況報告の件 ②平成15年度業務執行計画

■広報部会

月 日：11月21日(金)
出席者：名竹利行部会長ほか8名
議 題：平成15年度部会活動について

■「建設施工における地球温暖化対策」講習会

月 日：11月25日（火）
会 場：大阪キャッスルホテル
参加者：86名

内 容：①国土交通省における建設工事の環境対策（近畿地方整備局道路部機械課長）森川博邦 ②地球環境問題と建設施工（立命館大学理工学部教授）深川良一 ③建設施工における地球温暖化対策（施工技術総合研究所）菊地稔 ④建設機械の省エネルギー運転法（日本建設機械化協会）鈴木英隆

■建設技術展 2003 近畿

月 日：11月27日（木）～28日（金）
会 場：マイドームおおさか
来場者：国・公団・自治体関係：2,400人、一般・学生：1,700人、企業・コンサルタント関係：7,300人、計11,400人

■ 中国支部

■「建設施工における地球温暖化対策」講習会

月 日：11月5日（水）
会 場：広島JAビル
参加者：56名

内 容：①国土交通省における地球温暖化対策への取組（国土交通省中国地方整備局道路部機械課長）小笠原保 ②建設施工における地球温暖化対策（施工技術総合研究所）菊地 隆 ③建設機械の省エネルギー運転方法（日本建設機械化協会）鈴木英隆

■運営委員会

月 日：11月10日（月）
出席者：佐々木 康支部長ほか41名
議 題：①平成15年度上半期事業報告及び同経理概況報告 ②建設機械優良技術員表彰規程改正について

■建設生産システム研究会

月 日：11月24日（日）
出席者：佐々木 康支部長ほか6名
内 容：今岡亮司氏を講師に迎え議論

■道路除雪講習会

月 日：11月27日（木）
場 所：鳥取県立県民会館
参加者：76名
内 容：①国の除雪・防雪とその現状（国土交通省中国地方整備局道路部道路管理課長補佐）伊藤博昭 ②鳥取県の除雪について（鳥取県県土整備部道路課長補佐）福良貞美 ③冬の交通安全について（鳥取県警察本部交通部交通企画課長補佐）平井章美 ④鳥取における除雪作業の高度化について（国土交通省鳥取河川国道事務所機械課長）児玉淳志 ⑤除雪機械と除雪工法・除雪機械の取扱・除雪作業の安全対策（日本建設機械化協会東北支部除雪部会委員）甲斐 賢

■ 四国支部

■創立30周年記念事業準備委員会

月 日：11月13日（木）
出席者：小松修夫委員長ほか6名
議 題：実施事業の内容検討

■運営委員会

月 日：11月18日（火）
出席者：室 達朗支部長ほか32名

議 題：①人事異動に伴う役員変更に関する件 ②平成15年度上半期事業報告及び同経理概況報告 ③平成15年度下半期事業計画（案） ④支部創立30周年記念事業の件

■見学会

月 日：11月27日（木）
出席者：23名
見学先：高知県警察本部施設及び宇治川放水路トンネル（高知県伊野町）工事現場

■ 九州支部

■第8回企画委員会

月 日：11月20日（木）
出席者：相川 亮委員長ほか17名
議 題：支部行事の推進について ①第20回施工技術報告会開催報告 ②新年号支部ニュース「ずいそう」執筆原稿依頼の件 ③運営委員会（秋期）運営の件

■運営委員会（秋期）

月 日：11月20日（木）
出席者：川崎迪一支部長ほか45名
議 題：①平成15年度上半期事業報告及び同経理概況報告の件 ②会員及び役員の変動状況報告

■九州建設技術フェア連絡会

月 日：11月21日（金）
出席者：九州地方整備局原田技術企画官ほか10名
議 題：平成16年度建設技術フェア実施方針の件

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）を収録。
- ・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 200頁 定価2,100円（消費税込）：送料600円
会員1,890円（消費税込）：送料600円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

編集後記

新年あけましておめでとうございます。

読者の多くのみなさんはまず表紙を見られると思いますが、今月号の表紙が従来から変わっていることに気づかれた方が多いのではないかと思います。

昨年1月号より「建設の機械化」がA4判化され、編集委員会としても、読者にとってより読みやすい誌面の提供に向けて積極的な取り組みを進めてきておりますが、その取り組みの第二弾として表紙の構成の見直しを検討してきました。

従来は建設機械の写真、それも販売用のパンフレットに用いられているような、いわば広告的な写真が表紙を飾っており、日本建設機械化協会の機関誌の表紙としてそれが適切かどうかという議論を行いました。その結果、まず、表紙の写真としては、当該号の特集テーマの内容と合致した写真で、できるだけ実際の施工現場で使われている状況を表したものを採用するという方針に改めていくことにしました。この表紙用写真の見直しについては、既に気づかれている方もいらっしゃるかと存じますが、昨年9月号より新しい方針に基づいて選定された写真が用いられております。

次に、表紙のデザインの見直しについて編集委員会で議論がなされま

した。表紙のデザインは「建設の機械化」の大事な顔であることは言うまでもありませんが、他誌の表紙のデザインと横並びさせて比較してみると、白抜き部分の部分があまりにも多く視覚的に訴える点が弱いこと、読者がページを開いて中味を読んでもみようと思いたくなるような工夫がないこと等の問題点が指摘されました。

そこで、編集委員会で議論を行い、節目となる2004年1月号より表紙のデザインと構成をご覧のように変更した次第です。写真を大きくするとともに、当該月号の特集テーマ名に加え報文題目も表紙に示すことにしました。編集委員会では、次の検討課題として、当機関誌の表題についての審議も現在行っているところです。

さて、今月号は「ロボット技術」と題して特集を編集いたしました。建設施工用のロボットについては、まだ災害復旧等の特定条件の現場など、活用事例はまだ少ないのが現状ですが、その汎用性を高めていくためにも、今後のさらなる技術開発が期待されているところです。そのような意味からも、今月号の報文が読者の皆様の何らかの参考になればと思っております。

最後になりましたが、本特集号をとりまとめるにあたり、ご多忙にもかかわらずご執筆いただきました著者の皆様に対して、この場を借りて深くお礼申し上げます。

(星隈・奥山・西田)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
新開 節治	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
両角 常美	渡邊 和夫

編集委員長

佐野 正道

編集委員

星隈 順一	国土交通省
小幡 宏	国土交通省
西園 勝秀	国土交通省
佐藤 隆	農林水産省
伊藤 早直	原子力安全保安院
本多 明	日本鉄道建設公団
軍記 伸一	日本道路公団
新野 孝紀	首都高速道路公団
坂本 光重	本州四国連絡橋公団
山崎 劭	水資源開発公団
高村 和典	日本下水道事業団
吉村 豊	電源開発
藤田謙二郎	大林組
西田 光行	鹿島
橋本 弘章	川崎重工業
岩本雄二郎	熊谷組
有光 秀雄	コベルコ建機
金津 守	コマツ
奥山 信博	清水建設
山口喜久一郎	新キャタピラー三菱
芳賀由紀夫	大成建設
星野 春夫	竹中工務店
加藤 謙	東亜建設工業
境 寿彦	日本国土開発
斎藤 徹	NIPPO
森 秀文	ハザマ
宮木 克己	日立建機
庄中 憲	施工技術総合研究所

2月号予告 —防災技術特集—

- ・東海地震、東南海・南海地震対策の概要について
- ・地震防災の現状と展望
- ・地震災害軽減技術の開発の現状と今後
- ・災害対策用機械とその設備
- ・中央合同庁舎3号館の耐震改修工事
- ・新材料を用いた道路構造物の耐震補強
- ・免震技術を活用したゲルバートラス橋の耐震補強
- ・厳しい施工制約条件下における鉄道高架橋の耐震補強
- ・米国ゴールデンゲートの耐震補強技術

No.647 「建設の機械化」

2004年1月号

〔定価〕1部840円(本体800円)
年間購読料9,000円

平成16年1月20日印刷

平成16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

印刷所 株式会社技報堂

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/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部 〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5	電話 (025) 232-0160
中部支	部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56	電話 (092) 741-9380