

2.5 建設機械の開発と改良

塚 野 俊 質*
中 野 俊 次**

1. 研究の現況

建設工事に使用される機械類あるいはこれらを用いての建設工事の施工法の開発・改良についての研究は、建設工事の発注者、施工者、すなわち機械を使用する側および建設機械製造業者、すなわち機械を製作する側などの機関、会社などがそれぞれ研究の部門をもち、そこで実施されている。これらの研究はいずれも各機関、会社などで独立にそれぞれの立場で実施されており、建設技術あるいは建設業の将来のありかたなどからみても建設機械の開発、改良の方向づけなどについての統一的な施策が具体化されていないのが現状である。

建設機械の研究をうながす要因としては、外的なものとの内的なものとの二面があり、外的なものとしては、建設機械をとりまく環境、建設技術あるいは建設業のすう勢からの要請によるものであり、内的なものとしては、機

無線操作中の 27 t アングルドーザ
(小松 D 125 A)



* 建設省大臣官房建設機械課長

** 建設省大臣官房建設機械課課長補佐

械技術あるいは機械工業のすう勢からもたらされるものである。この両面からの要求がタイミングよく合致したときにはじめて効果的な開発、改良がなされる。

現在ではよほど特殊な例を除き、工事発注者が建設機械を準備することはせず、工事施工者が用意するのが通例である。建設工事の特殊性としてのオーダーメイドであること、現地作業が主であることなどから、工事施工者が受注を予想して建設機械を保有することにも限界があり、したがって、建設機械の開発、改良についても限界がある。工事の質が機械によって規制されるものについては、工事発注者が工事仕様書などで使用する建設機械の指定あるいは承認を行なう場合もあり、機械製造業者が独自で機械を開発し、これを建設業者に使用させることが困難な場合もある。このような状態で、工事発注者、工事施工者、建設機械製造業者の建設機械の開発、改良に対する姿勢が三者三様で別方向に向いたり、あるいは当面当然必要な開発、改良でまったく手のつけられないというようなものがあるかもしれない。

建設機械の個々の機種についての開発、改良の経過、現在の問題点などについては別項で述べられてあると思われるので、ここでは建設機械の開発、改良が行なわれる手順の種々の例について述べることにする。

建設機械の開発、改良をうながす外的要因としては、工事施工そのものに関係するものとして、機械による施工の可能性、施工の質、工期、工費などがある。さらに最近の建設業の問題として労働力の不足に対処するための省力化の問題、あるいは未熟練オペレータに対処するための自動化の問題、工事の効率的な施工の問題、さらには工事実施時の公害防止の観点などから建設機械の開発、改良が期待されている。内的要因として機械そのものの側から開発し、改良がなされる例としては、他産業に用いられている同種作業の機械の建設工事への応用、関連機械工業の進歩により機構、部品の変革によるものあるいは機械そのものの進歩のすう勢である大型化、高速化あるいは自動化などが考えられる。

2. 大型プロジェクトと建設機械

建設工事の施工の可能性は、機械の開発、改良によって格段に広がっている。このための研究は、主として工事発注者側によってなされている。高速自動車道路、長大トンネル、長大橋梁、超高層ビルディング、新空港というような特殊大規模工事が計画された場合、これらの設計がいかに優秀なものであっても、施工できないものであってはまさに絵にかいた餅にすぎなくなる。工事発注者としては、施工の可能性、方法その体制について十分な検討をする必要がある。まず現有の機械での施工の可

能性を検討し、必要があればこれらが大形化し、さらには新機種の開発をはかるものである。工事発注者側に直営の機械の製作能力および直営の試験工事実施の機関があれば、これらの開発はみづからの手で行なわれるのであるが、現状では建設業者および建設機械製造業者の協力をえて実施されるのが通例である。このような特殊大規模工事により建設機械は飛躍的に進歩するものであり、戦後の大ダム工事による骨材製造、製砂設備、コンクリートプラントなど一連のダム工専用機械、高速自動車道路の工事によるアスファルトプラントをはじめとする大型の舗装工専用機械、最近では青函トンネルなどの長大トンネルを契機とするトンネル掘進機などはこの例である。最近の例では、本州四国連絡架橋調査において施工上の問題として深海における大規模な基礎の問題と、台風、季節風など施工性の非常に悪い条件でのケーブル架設の問題などが検討されており、いずれも建設省などを中心として種々の実験、研究が進められている。ここで問題となるのは、工事の実施の段階で使用される実際の機械は機械製造業者が製作するものであり、これを使用して施工するものは建設業者であるので、発注者側で施工の可能性の追求のための基礎的な調査、研究を新機種の開発、新工法の開発として機械製造業者、建設業者への受け渡す体制がいかにあるべきかということである。また新機種の導入に当って外国機械の輸入、外国技術との提携による場合があるが、安易にこれらに頼っていると技術の開発力の低下をまねく恐れがある。

3. 新技術の開発と工事仕様

建設工事は現地における一品生産であり、不良品ができてすぐに代替のものがえられず、また一箇所の不良のために全体の機能を失ない、そのための損失がきわめて大きいために、すべての箇所について確実な品質のものにできあがる必要があり、そのため工事中の施工管理には十分な注意が払われている。現今のように施工のほとんどが機械で行なわれているとき、機械の性能が工事の質とどのような関係にあるかを明らかにすることは当然であり、質を確保し、さらに向上させるためには、機械のどの部分の性能をどのように規定し、さらに改良するかといった研究が必要とされる。工事の質は発注者が要求するものであるから、これらの研究も発注者側を中心として進められるものと思われる。工事の質を確保するために発注者側において主要な機械を準備したり、あるいは主要な機械の仕様を規定したりしているのはこの例である。ただここで注意すべきは、工事に必要な機械のタイプを規定することにより技術がそこにとどまり、新しいものの開発が阻害されたり、また新しく開発されたも

のをとり入れる余地を失うことのないよう、将来の工法を予想しての新機種開発のための研究も必要であろう。

4. 工期、工費との関係

工期、工費の面からの建設機械の研究は、発注者、受注者それぞれの面で経済的な施工を目標として検討されるべきであり、機械製造業者においても生産性の高い機械を供給しようこの点にも十分意を用いた改良が期待される。工期、工費の算定のためには、単位時間当りの作業量、単位時間当りの所要費用を明らかにする必要があり、これから得られる単位作業量当りの費用が施工の経済性を示す一指標となるものである。時間当りの作業量は、工事の計画、管理の面などに左右されるのは当然であるが、機械の性能がこれに無関係であるはずはなく、機械の性能試験の結果得られるいわゆる機械性能（一般には機械の出力特性）と工事の積算などに用いられる作業能力の関係を明らかにし、機械の選定に役立てたりあるいは各機種ごとについていえば追求すべき機械性能を明らかにすべきであると考ええる。また、機械の設計上想定すべき外力のうち作業機にかかる外力（切削抵抗など）は、作業負荷の量に関係するものであるから、これを明らかにすることは、機械の出力と作業量の関係を追求する手段ともなろう。現状では実績調査にもとづいて時間当り作業量の基準を定めている例が多いが、機械の性能向上の速度が大で、モデルチェンジがひんぱんに行なわれるようになると、現実と調査時点とのずれが問題となることもあろう。

5. 開発・研究が待たれるもの

建設業にかぎらず、労働力の不足はいちじるしいものがあり、機械化により省力化しようとする動きは一般的である。このために、従来とかく機械化といえば大型機械の導入と考えられているのに反し、小型の機械の導入がさかんになりつつあり、さらにいっそうの開発、改良が期待される。小型のブルドーザ、パワーショベルなどがスコップがわりとなって工事の小さな部分に使用されているのはこの例であり、小規模の動力運搬具など、現在人力にたよっているものを機械化する部分は残っている。また、オペレータの質は機械の増加とともに全体としては低下してくるものであり、これら未熟練のオペレータの操作によってでき上りの質が低下しないように、機械自身でコントロールするような自動化の方向も必要なことである。プラント類がほとんどワンマンコントロールとなり、しかもオペレータは始動と停止だけで、あ

とは機械を設定しておけば機械の判断で自動的につぎからつぎへと決められた作業をしてゆくことなどは、この例である。機械化により多数の人が苦しい肉体労働から解放されることは望ましいことであるが、機械施工に従事している人が、悪い作業環境にとり残されているのは片手落ちである。今後労働需要が悪化するのとは明らかであり、ますます人手不足となる状況下では、建設機械の居住性をよくすることや、特に熟練を要せずに操作できるような操作性を向上することも必要であろう。定置式のものでは操作室の居住性を良くすることは容易であろうが、機動性のあるものについては困難である。特に土工機械のように不整地走行の多いものについては、運転席の振動は相当なものがあり、加えて騒音、熱など解決すべき問題は多い。操作についても操作力の軽減、判断の容易化、操作姿勢の快適化をはかるべきであろう。機械自体およびオペレータの安全性を向上することも重要であり、できれば危険な作業環境では機械は無人化し、安全な管理室からの遠隔操作が可能になるような研究も必要であろう。今後は長大トンネル、長大橋などでは、地中、水中、海底、空中などでの作業が多いと考えられ、限られた空間でしかも条件の悪い場所での作業では機械にまつところが多いと考えられる。これらの省力化、無人化あるいは居住性の向上などの研究は、特定工事のため新機種開発以外は、建設業者からの要望をくんで建設機械製造業者が行なうべきものとする。しかしながら現状においては、建設業者の要望をまとめて表明する機関がないために、やや等閑視されているきらいがある。

6. 公害としての建設機械の実態

建設工事ともなう公害としては、騒音、振動、水質汚濁、大気汚染などがある。従前のように大工事が主として山間僻地で実施されていた頃はさほどこの公害の問題も重大視されなかったが、近年のように都市内での工事が多くなり、しかもつぎつぎと工事が継続してくると、建設工事といえども周囲の環境に悪影響を与えることのないよう配慮する必要が生じてきた。公害の問題はただ単に機械を追求するだけでは不十分で、工法の改良とあいまって検討するべきのものであろう。音については、建設工事ともなう騒音としては、内燃機関の音、空気機械の音、杭打ちの音、リベットの音などがその主なものであり、工法の変更によってこれらを用いる必要がないようになるものもあるし、工事の必要上必然的に音のでるものもあろう。これらについては、消音、防音などの研究をすべきであり、建設機械製造業者がこれにとりくむのは当然として、工事の発注者あるいは公害を規制する側においても十分の育成、指導をすべきで

あろう。

7. 新しい技術の導入

建設工事に類似する他産業の機械を建設工事に導入する場合には、使用目的、使用条件の相違を十分に検討しないと失敗する場合がある。外国の建設機械をわが国に導入する場合も同様であり、作業環境、工事規模など機械を有効に生かすための周囲の条件を十分に検討する必要があるであろう。機械工業の進歩にともなって、建設機械を構成する部品、機構なども変革するが、この場合も建設機械としての使用条件を十分に考えないと失敗する場合が多い。ここ 10 年来建設機械の動力伝達部分、操作機構、あるいは作業動力の制御機構に油圧を利用したものが急増してきたが、これは油圧技術の進歩と建設機械の操作性向上の要求とが合致した好例であろう。作動油圧も順次高圧となり、それとともにコンパクトなものとなったが、それに用いる部品にはより苛酷な条件が要求され、それを満足した結果がこの好結果を生んだものであろう。これに反して空気機械の方は作動圧の変化もなく旧態依然であるのは一考を要することである。また走行装置にタイヤを用いることは 10 年前にも試みられたが、作業条件の解明が不十分で、それに必要なタイヤの性能を十分に明らかにせずにタイヤ式の導入をはかったことがあまり普及しなかった原因と考えられる。

機械の発達の一般的なすう勢として、機械一台当りの能力を増すために、大型化・高速化する傾向にあり、建設機械もその例外ではないが、建設機械の場合は現場間の移動があるので、その面からの制約もあり、使用条件、組み合わせ機械のバランスなどを考慮した大形化が行なわれなければならない。これら機械そのものの発達による開発、改良は、受け入れる工事側の条件をよく調査のうえ実施されるべきであり、また受け入れる側においても機械の発達のすう勢を考えて有利になる機械の採用を考えるべきであろう。

8. 三者のよりいっそうの協力を願う

建設機械の開発、改良は、工事発注者、施工者および建設機械製造業者の三者の密接な連絡、協調が必要である建設省においても、本省建設機械課を中心として昭和 41 年度より「建設機械の改善指導に関する調査」を行っており、まず公害、居住性などの観点からの建設機械の改善の意見をとりまとめている。将来は建設機械の動向についての指針をも与えるようにしたいと考えている。