

最近のダム建設用クレーン

Recent Trends of Dam Construction Cranes

我が国のダム建設事業は近年更に活発化し、ダム建設用クレーンの需要も増加している。しかし、地質、地形、環境保全などダム建設条件は厳しさを増し、また施工の合理化も進み、ダム建設用クレーンに対するニーズは複雑かつ多様化している。すなわち、ケーブルクレーン工法に加え、ジブクレーンあるいはタワークレーン工法が注目され、更に新工法開発が叫ばれている。

日立製作所は、これらのニーズに対し、従来工法の改善、新工法の開発に積極的に取り組んでいる。

この論文は、最近のダム建設用クレーンの動向について、具体化が進んでいる新技術を中心に述べる。

五味 清* Kiyoshi Gomi

小泉和夫** Kazuo Koizumi

1 緒 言

近年、都市化の進展と生活水準の向上による都市用水不足は、昭和48年、52年の全国的な渇水に見るように深刻な問題となっており、この面での水資源開発が急務とされている。最近の我が国のダム開発計画では、昭和65年までに多目的ダムなど約350箇所の水資源開発施設を完成させ、総容量260億 m^3 の水資源を確保する必要があるとされている¹⁾。

このような背景からダムの需要は増加し、ダム建設事業もここ数年来非常に活発化している。これに伴い、ダム建設用クレーン（以下、ダム用クレーンと略す。）の需要も増加している。しかし、以前は地質、地形の良いいわゆるダム適地が多数あり、建設しやすく経済性の良い場所を選んで建設が可能であったが、現在ではダム適地はほぼ開発し尽くされ、かつてはダム建設を見合わせていたような地点にさえダムを建設しなければならない場合が生じている。したがって、ダム用クレーンも多くの制約を受けるようになってきた。すなわち、かつてはダム用クレーン即ケーブルクレーンと言っても過言ではなく、今までに建設されたコンクリートダムのほとんどは、ケーブルクレーンによって施工されてきた。しかし、今後は地質、地形上の制約、走行路造成による環境の破壊などケーブルクレーン採用に対する評価は厳しさを増し、走行式ジブクレーン、タワークレーンなどによる在来工法の改良、更には他の新工法の開発などの方向に進むと予想される。また、ダム用クレーンも他の荷役運搬機械と同様、機械化→自動化→無人化の方向に進んでいるが、あくまで仮設備であることから、専用化の道をとらず、むしろ汎用機としての方向に転換しつつある。

以下、ダム開発の現状を踏まえ、ダム用クレーンの動向について述べる。

2 ダム用クレーンの変遷

ダム建設は限られた面積の中で大量の工事が行なわれるため、他の土木工事に比べて早くから機械化された。ケーブルクレーンは、昭和10年塚原ダムで、日立製作所製の国産1号機が使用され、本機の成果により我が国のケーブルクレーン工法が確立された。

戦後、国土復興のため大形多目的ダムが次々に登場し、昭

和30年代の工業用水確保の時代にかけてケーブルクレーンの需要は頂点に達した。

この時期のダム建設技術は、重力ダム→中空重力ダム→アーチダムというように、コンクリート品質と堤体積減少など、ダム本体の技術開発による経済性の追求に注目されていた。したがって、ケーブルクレーンは能率を最重点とし、昭和30年代に大形化、高速化の技術開発が進んだ。その後、水力発電の建設が減るとともに大形ケーブルクレーンの需要も激減したが、最近になり多目的ダムとしての大形ダムの建設計画が増加してきている。一般に特許、実用新案による技術のニーズ、開発の動向を把握することができる。図1に、ダム用クレーンに関する特許、及び実用新案登録の年代別推移を示

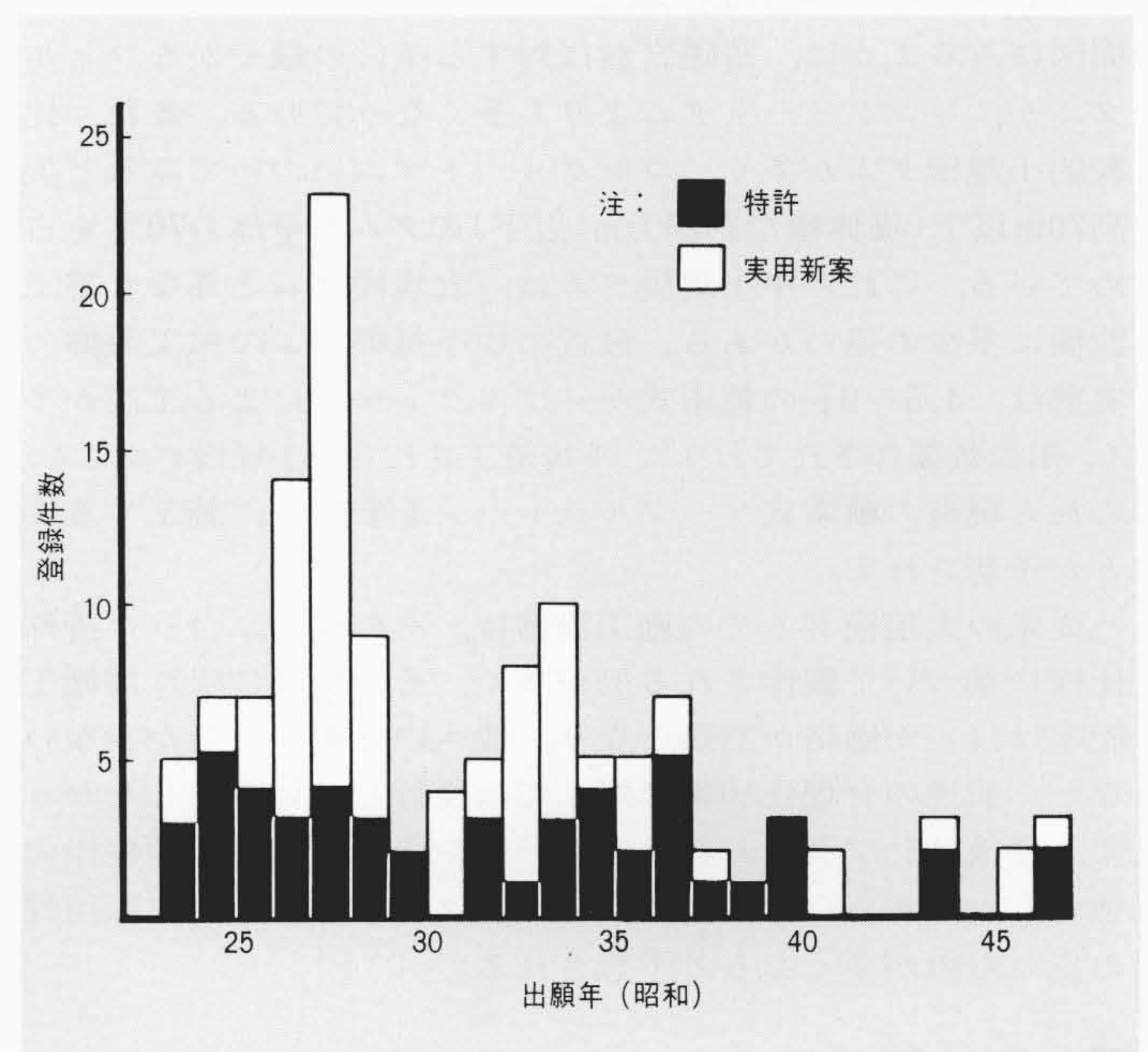


図1 特許、実用新案登録件数にみるダム建設用クレーンの進歩
昭和20年代後半の国土再建と、同30年代の工業化に伴い、大形、高性能機が相次いで開発された。

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所機電事業本部

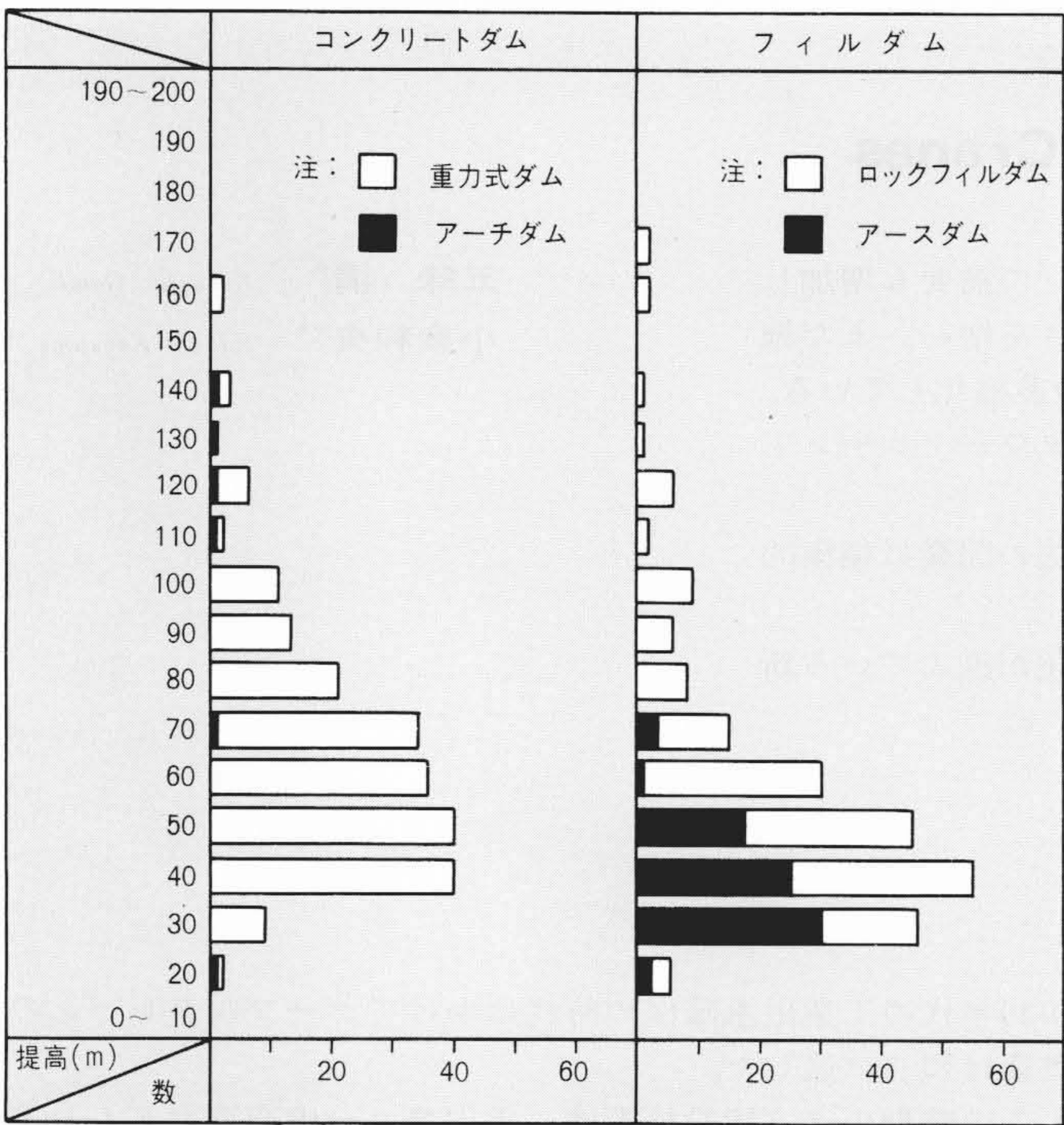


図2 ダム建設事業実施状況(昭和53年度) 地質条件の緩やかなフィルダムの率が高くなり、また、堤高70m以下の小規模ダムが全体の70%を占めている。

す。国土再建の時代、工業化への時代及び上述の需要の動向に準じた技術開発の傾向がよく現われている。

その後、ダム適地が減少し、地質条件に起因してダム堤体積は増加せざるを得なくなり、このダム堤体積増加による工費増を、施工の合理化により補うことがコンクリートダム技術開発の焦点となってきた。図2は、昭和53年度既に事業化されていたダムを形式別、堤高別に整理し示したものである²⁾。同図にみるように、基礎岩盤に対する条件の緩やかなフィルダムが、コンクリートダムよりも多くなっている。また、比較的小規模ダムが多く、コンクリートダムについてみると堤高70m以下(堤体積で約20万m³以下)のダムが全体の70%を占めている。これら中小規模ダムは、大規模ダムと異なり施工設備に多少の違いがある。最近の中小規模ダムの施工設備の実態は、4.5~9tの軌索式ケーブルクレーンによる工法が多く、相当数製作されており³⁾、今後着工される中小規模ダムでも、これら現有の軌索式ケーブルクレーンを転用し、施工することが予想される。

従来の大規模ダムでの施工設備は、その現場に合った特殊仕様に基づいて製作される例が多く、その現場に限れば施工能率は良いが価格が割高となり、他への転用の機会が少ないなど、前述の合理化施策に対しては逆行している。したがって、今後はジブクレーン、タワークレーンなど汎用的性格の強いもの、あるいは固定式ケーブルクレーンのように転用性の良いものが増えると予想される。

3 ケーブルクレーン

ケーブルクレーンはダムサイト条件に左右され、走行路造成による自然環境破壊の問題、特殊機械的性格が強いことなどから採用に制約が出てきている。しかし、高能率でダム堤体を広くおおうことができること、ダム本体工事とは独立して設置できること、本体準備工事にも使用できることなどの

点から、工法選定に当たっては他に優先して検討されているのが現状である。

ケーブルクレーンの運搬能力の実績は、黒四ダム(関西電力株式会社)での9m³バケット(28tつり)が最大であるが、更に大容量のものの設計、製作も可能である。しかし、普通コンクリートの場合、打設現場のコンクリート処理能力が問題となり、締め固め作業の能率により最大能力が限定されている。新工法として注目されているRCD(Roller Compact Dam)での全面レイヤー方式のようにダンプトラックにより敷きならす場合、打設現場付近のホッパへ打設作業とは独立してコンクリートを運搬すればよいため、施工の合理化が進むにつれ更に大容量のケーブルクレーンが登場すると思われる。主索製造限界からみれば主索をシングルとした場合、スパン600mでは12m³(38tつり)、550mでは15m³(45tつり)までは国産ロックドコイルロープの製造が可能である。

ケーブルクレーンの最大の問題点は、走行路造成による工費増と環境破壊であるが、これに対し一般の片側走行形、平行走行形、同心円弧走行形などを適宜組み合わせ、地形(等高線)に沿った走行路を得る対応策が検討されている。

今後、合理化施策の一つとして、固定式ケーブルクレーンの増加が予想されるが、作業性の面から揺動塔式ケーブルクレーンも再見直しされている。

4 ジブクレーン

4.1 走行式ジブクレーン

走行式ジブクレーンによるダム建設は、下久保ダム(水資源開発公団)で採用されケーブルクレーンに勝る成果を挙げて脚光を浴びた。昭和40年に製作されたこのジブクレーン(13.5t×37m)は、その後、1台は草木ダム(水資源開発公団)から一庫ダム(同左)へ転用され活躍している。他の1台は土師ダム(建設省)建設に使用され、更に他への転用が検討されている。昭和54年には大町ダム(建設省)で13.5tジブクレーン2台案が採用された(図3)。その他、かさ上げ工事に採用されるなど走行式ジブクレーンの需要は増加している。

走行式ジブクレーンは、機動性、操作性に優れ、転用性も良いなど利点が多い。しかし、大規模ダムではダム建設途中にコンクリート打設を一時中断し、更に高い位置へトレスルを設置し、この上段トレスル上へジブクレーンを移設しなければならない。この移設のための工期、工費低減のため、クレーンを分解せずに移設する方法も検討されている。

その他、30mスパンのトレスル(一庫ダムで実施)、曲線走行式の検討など次々に新しい工法が研究されている。

4.2 固定式ジブクレーン

固定式ジブクレーンは、ダムでは古くから補助クレーンとして使用されていたが、最近主機としての大形クライミングクレーン(図5)が一つの新しい方法として登場した(小口川ダム、安波ダム)。クライミングクレーン工法は、クレーン用トレスルが不用で、移設の必要がないなど利点が多い。特に堤体外に設置し、2台程度で全範囲をカバーできるような中規模ダムでは、他の工法よりも有利となる場合が多い。大規模ダムで図5に示すように堤体内に設置しなければならない場合、マスト部分の処理あるいはダム完成後のクレーン解体に難点がある。また最近、ダムが偏平化し堤長が長いことから必要クレーン台数が多くなり、この中の特定の1台に負担がかかり過ぎるようなケースもある。

4.3 斜昇式ジブクレーン

斜昇式ジブクレーン工法は、最近日立製作所が開発した工



図3 走行式ジブクレーン全景 13.5t×37m走行式ジブクレーン2台が、ダム建設に活躍している。

法で、前述の走行式ジブクレーンあるいは固定式ジブクレーンでの長所を生かし、欠点を補おうとするものである。重力式コンクリートダムの場合、図5に示すようにダム下流面こう配に沿ってクレーンを昇降可能とし、必要に応じ堤体内を前進あるいは横行し、堤体を広くカバーする方法である。本工法では走行式ジブクレーンの優れた機動性を生かし、かつ条件の良い位置での据付、解体が可能であるなど、工期、設備費を大幅に低減できる。

本工法はコンクリートダムのほか、フィルダムの余水吐け建設にも適している。最近図2に見るようにフィルダム需要が非常に多く、フィルダムでは余水吐けが設けられるが、大形ダムでの余水吐けコンクリート量は小規模コンクリートダムの堤体に匹敵する。余水吐けこう配に沿ってクレーンを昇降できる本工法は、他の工法に比べて特に有利である。

5 ダム建設用クレーンの自動化

荷役運搬機械の自動化は各方面で急速に進んでおり、荷役設備単体の自動化(自動振れ止め、ならい運転など)から荷役システム全体としての自動化(原料ヤード、コンテナターミナル、自動倉庫など)へと進歩してきた。

ダム用クレーンはコンクリートを打設現場へ繰り返し運搬するもので、自動化のしやすいクレーンでありながら、ダム現場の特殊性、仮設備であることなどから、自動化を実施し

た例がほとんどなかった。しかし、省力化策の一つとして自動運転が検討され具体化しつつある。特にマイクロコンピュータの発達により、手軽に信頼性の高い高度な自動化が具体化できるようになった。

自動化の一例としてケーブルクレーンを例にとり、図6にそのブロック図を示す。すなわち、バンカーラインから打設地点までの運転者の模範運転を基準とし、次回からの運転は模範運転をならい運転するものである。打設地点は、あらかじめ設定したパターン、あるいは手動割込みで位置を変えることができる。バンカー位置では、コンクリート運搬台車からコンクリートの供給を受けるが、その受渡し場所も自動的に指示され、台車は行先指令を受けバッチャプラントとの間を無人運転される。

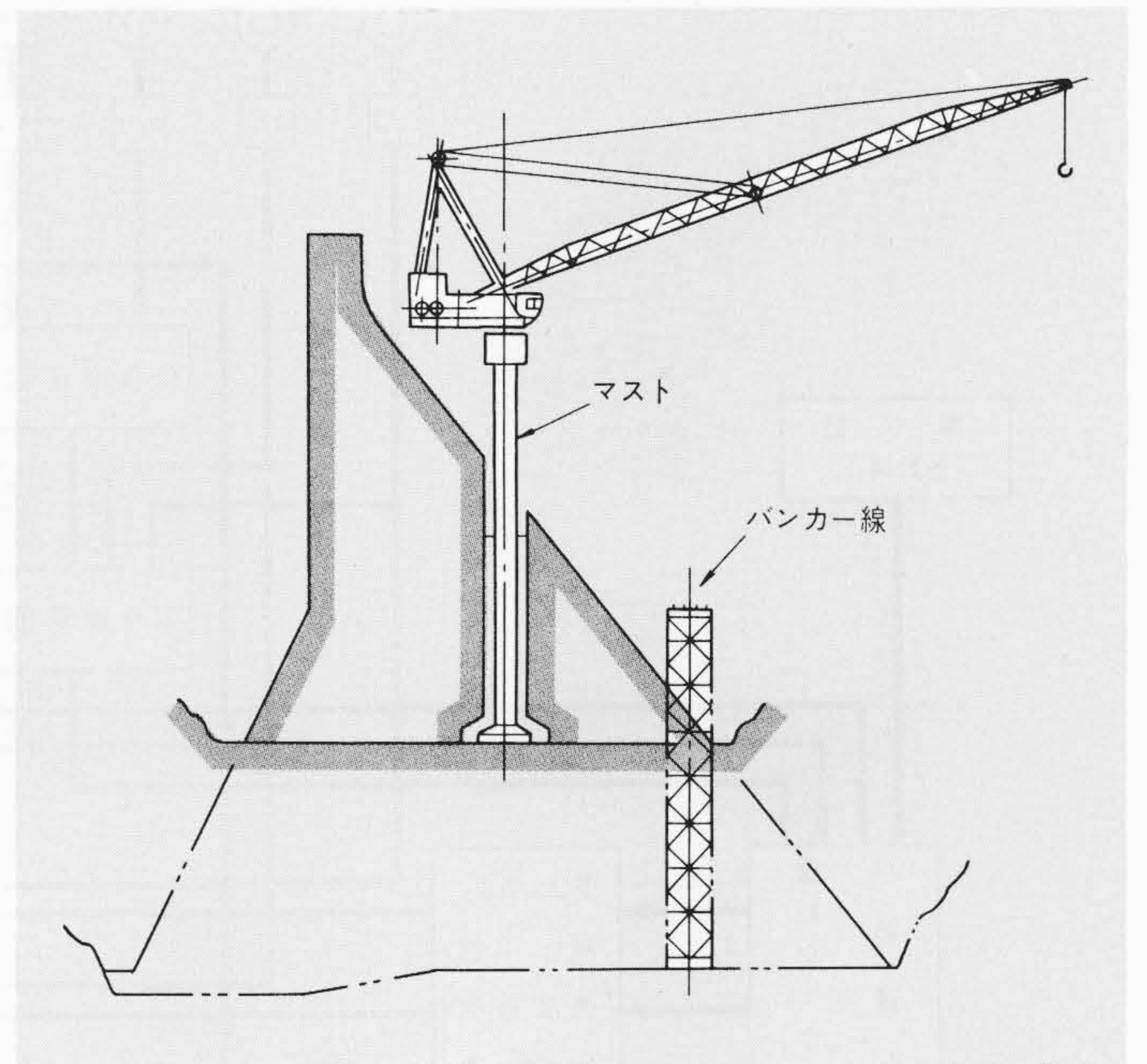


図4 クライミングクレーンによるダム建設 大半径の固定式クライミングクレーンにより、ダムを建設する。

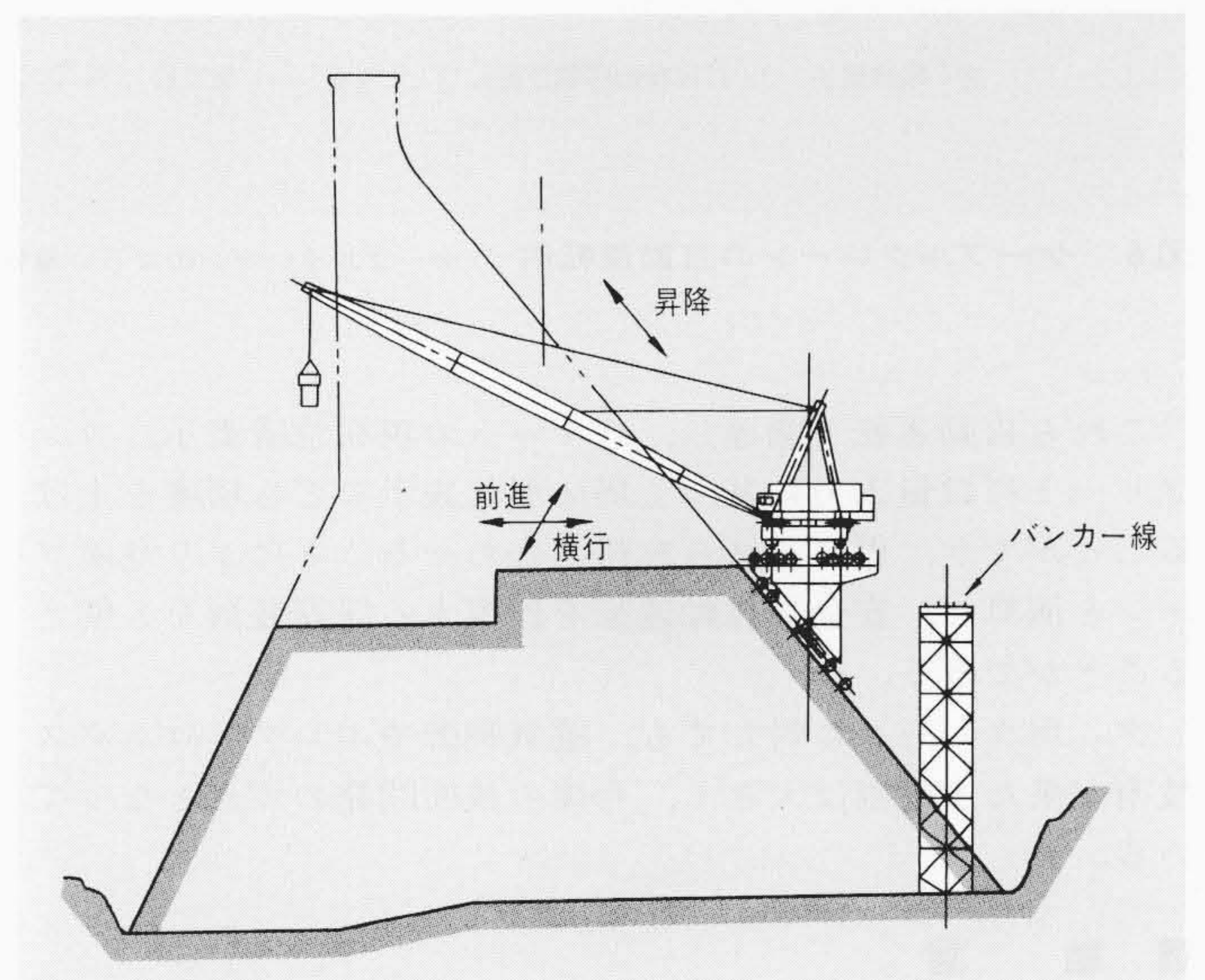


図5 斜昇式ジブクレーン ダム下流面勾配に敷設したレールに沿って昇降し、必要に応じて前進、横行が可能である。

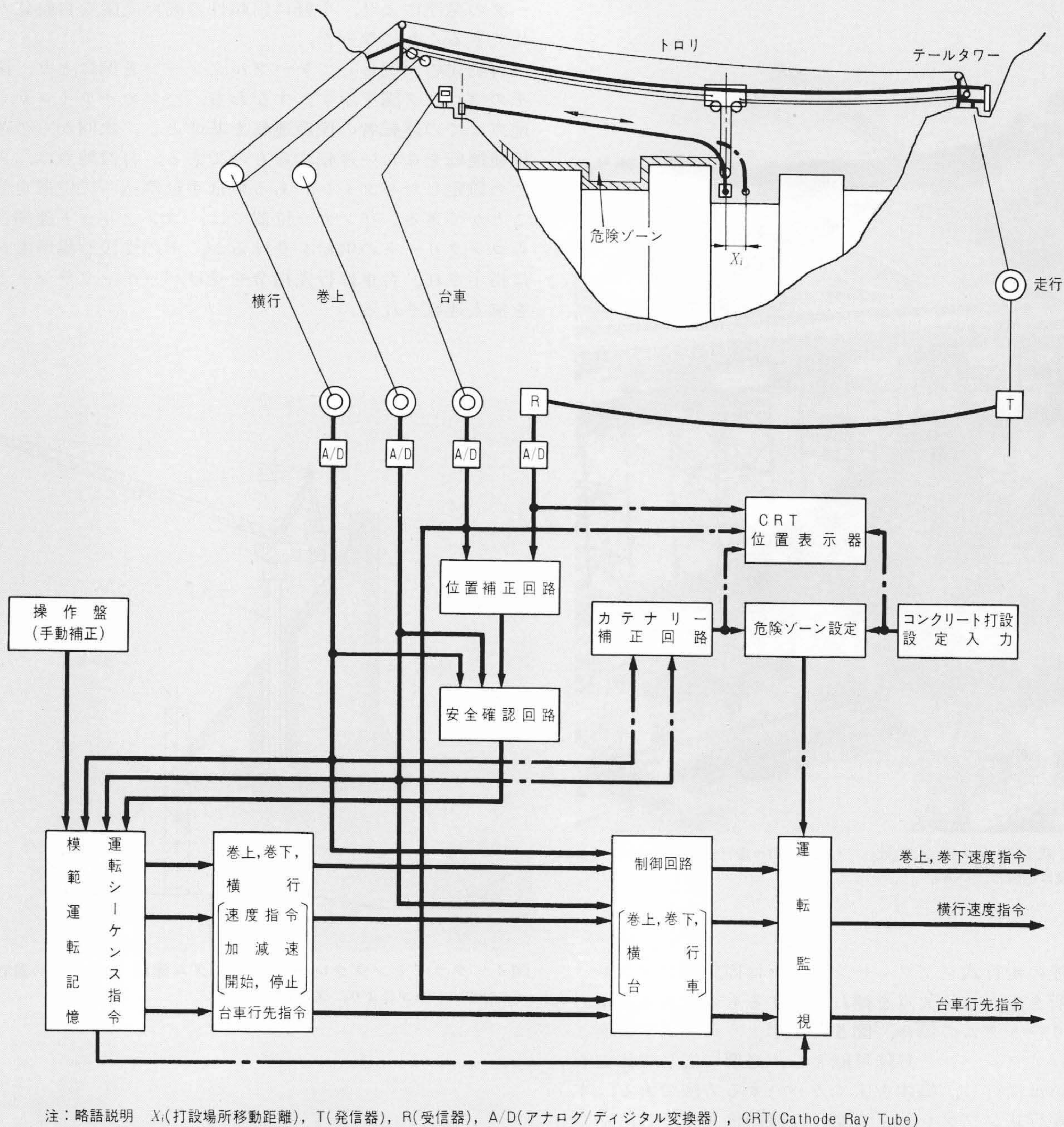


図6 ケーブルクレーンの自動運転例 ケーブルクレーンのならい運転とコンクリート運搬台車の無人運転を組み合わせた例を示す。

これら自動運転と関連し、バケットの現在位置表示、コンクリート打設量入力に基づく堤体形状表示なども精度を上げることができ、更にそれらを組み合わせることにより危険ゾーンを演算し、安全な自動運転を監視する保安装置をも備えることができる。

ダム用クレーンに対しても、電気制御やエレクトロニクス技術が果たす役割は大きく、今後の技術開発の焦点となっている。

6 結 言

以上、ダム建設用クレーンの動向について、ダム本体及びその施工法の開発動向と合わせ述べた。また、日立製作所が

開発し、あるいは開発に取り組んでいる新技術について触れた。ダム建設事業は、省資源、省エネルギー、環境保全など現代社会の共通的な課題に調和しながら進めなければならず、更に新しいニーズが予想される。日立製作所はこのようなニーズに対し、更に積極的に取り組んで解決していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 志水：ダム開発の現状，建設の機械化，79，10
- 2) 日本ダム協会調査部：全国ダム建設事業所所在地一覧表53-I
- 3) 広瀬：中小規模コンクリートダムの施工設備，建設の機械化，79，11