

機 械 施 工 (その1)

前 田 芳 郎* 小 出 剛*

農業土木工事全般の機械化について「講座」を開設し、その一部を担当するつもりであったがいろいろな都合で農地の造成・改良工事についての機械施工を単独で先に行うことになった。干拓とかダムは技術的に相当高いレベルにあり既にいろいろな形で紹介されているから改めてのせる必要もなく、これにくらべて割合に日が浅く、従って技術的にも未完成な農地の造成・改良工事の機械施工について述べる意義もあろうかと思う。掲載する大綱としては、概要で機械施工の発展過程と問題点をのべ、次に工事の分類をしておのにおに定義付けをし、2章で施工機械について選定と保守管理とをのべ、3章で各工種について詳述することにした。

I. 機械施工の概要

1. 機械施工の発展過程

わが国では三韓交通以来工人を招き仏像、仏装品、工具、陶器等の製作や、農地の開発に従事せしめた。特に仏教伝来以後は僧侶や工人が中国、朝鮮から渡来し、わが国からも学問僧が彼の地に学び盛んに各種の技芸を伝え、飛鳥および奈良時代から平安朝初期にかけては特に寺院建築勃興に伴い施工技術も一段と進歩した。また、荘園制度により開墾が盛んになった。くだって、平安朝をへて室町末期には群雄割拠し、たがいに堀を深くし、塁を高くし、防備用の土木工事がさかに行われ、つづいて安土桃山時代および徳川初期の間は城郭の築造がいよいよ隆盛になり、その施工技術もますます進歩するにいたった。しかし徳川初期には新城の築城が禁じられたので諸大名は国内の統治に意をそそぎ、もっぱら力を治水や利水などに向けるようになった。

明治維新以来欧米の文化を導入し、その結果機械工業が大いに進歩発達し、土木用機械器具も一躍大型化し、従来の困難視されたものも漸次克服して行った。特に大正になってからは建設機械の使用が益々盛んになった。建設工事は従来の木石に代って鉄筋とコンクリートの時代となり巨大な構造物が可能となり、耐久力を増し自然

の暴力に抗し得るようになった。掘削運搬は機械力により大土工や遠距離運搬も容易となった。また大重量物引揚げや海底堅岩の掘削も容易となり、トンネル内の悪空气中における作業も空気注入により楽になることなど昔考えられなかった大工事・難工事も可能になった。当時使用された機械としてはジュンセツ船、ラダーエキスカーパーター、機関車、トロ、コンクリートミキサー、ロックドリルなどであるが、そのエンジンはすべてスチームであった。しかし内燃機関の発展によりエンジンもガソリン、ディーゼルと漸次使用されるようになった。これらの建設機械はすべて初めは輸入にまっただが、これらの機械の実地における使用による刺激と整備修改の必要から機械そのものの機構についても深い知識を持つようになり、いずれも機械の製作を始め漸次性能も向上し遂には輸入品にも劣らぬものを製作し得るようになった。明治の末期から大正の終りにかけてこれらの国産機械が盛んに活躍し機械化施工にも次第に熟達したのである。

大正12年の関東大震災を契機として震災復興事業がおこり建設の機械化も大いに進歩発達した。しかるに、昭和初期より数年続いた世界的経済不況の影響を受けてわが国も未曾有の不景気時代に見舞われたがチマタにあふれる失業者を救済するため、失業救済事業として建設事業が取り上げられたため建設工事は大いにおこり、技術的に大いに発展したが、当時保有する機械の使用すら禁じられ建設の機械化はここに行きづまりをきたした。また、これに続きわが国は満州事変、支那事変、大太平洋戦争と戦争色が強くなるにつれて公共事業は不急不要事業として次第に凋落期に入り、したがって建設の機械化は停滞というよりはむしろ後退するに至ったのである。

かかる状態で大太平洋戦争に突入したのであるが、終始航空戦力の戦いであって各地域で制空権を握った方が必ず勝利を取めたことは戦史にも明らかであり、制空権の有無は基地の有無であり、基地の有無は基地設定の速度が決定した。ブルドーザー、パワーショベル、スクレーパー、モータースクレーパー、ダンプトラックなどを縦横に駆使して極めて短時間にジャングルを基地化して行

*農地開発機械公団

くアメリカと、人力のみに依存してモッコとシャベルのみで数カ月かからねばでき上らないわが国の建設方式とでは相当のひらきがあった。このような建設力の格差による戦力の差や、戦利品としてのブルドーザー、パワーショベル、モーターグレーダー、ダンプトラックなどを現実に見せられ、何んとかこの性能を具備した機械の実現に関係者は懸命の努力を重ねたが、ついに実用の段階に至らず終戦となった。

敗戦により海外の植民地を全く失い、かつ、工業力の半ばが壊滅されたわが国は、食糧の自給度を極度に高めなければならないため、開墾155万町歩、干拓10万町歩を5カ年間で完成しようとする開拓5カ年計画が昭和20年にたてられた。しかるに、この面積をこの期間で実施することは相当困難な事業であり機械力を使う以外に方法がないとし、米軍払い下げのトラクター等を活用したが、もちろんこの大事業に対しては大いに不足するので、メーカーにトラクターの製作を発注したが、前述した如く戦争中に漸く建設用として手をつけはじめたばかりであるから必ずしも機械開墾に適する域までに至らず、故障の続出で機械可働が極めて悪く、現場では相当にてこずったが、それでも人力では施工が不可能な場合もあり止むなく使用したというのが実情であった。また開墾に必要なプラウ、ハロウなどで付属農機具も十分な性能を備えていなかったので一層の困難をきたした。それでも現場の体験から改良すべき点も漸次わかり改良して行ったので多少づつは能率も上るようになった。かくして機械開墾は終戦直後の社会的・経済的混乱と食糧不足を背景として軌道に乗りかけていた。しかるに昭和22年突如としてブラウン旋風と称するG・H・Qの機械開墾中止命令が出て燃料の配給が中止され、機械開墾は中途にしてぎ折のやむなきに至った。この結果ようやく曙光を見たわが国のトラクター工業は再び行きづまったのである。このように燃料の不足によって機械開墾の発展は、はばまれた状態であった。

昭和21年度より農業機械整備費、昭和23年度より建設機械整備費などの国費による米軍払い下げ機械の維持管理や、国産機械の生産のともしびを維持させ、建設機械の製造技術および普及に努力を重ね、年を重ねるごとに技術も改良されてきて、機械によって多少前後はするが、おおよそ30年代の前半頃ようやく外国機械と肩をならべることができるような域になったと一応いえよう。

人畜力開墾方式に依存すれば、いたずらに長年月を要し農業経営の安定がなかなか達せられないので、機械開墾が再び復活の気運がかもされてきた。たまたま昭和30年世銀より借款して高性能な機械を輸入し、根鋤、上北

原野における機械開墾を実施することにより、農地造成の機械化がようやく本格的になったといえよう。ブルドーザーの排土板をレーキにつけ替え、根株などの障害物の掘り起し、および集積に利用し、小型ブルドーザーは、もっぱら農機具の牽引車として活用した。また使用農機具は、牽引力にマッチした強力のもので輸入され、それをモデルに国産化された。

農地の災害復旧を機械施工したのは、昭和22年より米軍払い下げ機械によってなされてはいたが、大規模に実施されたのは、28年の西日本、和歌山災害および32年の長崎県の諫早災害の時からである。以後隔年に大災害があり、この復旧には機械力によることが一般化され、機械施工が確立された。泥土が水田に少しかぶった程度の災害の場合は人力で復旧が可能であるが、農地が跡形もなく流失した大災害地では到底人の力では復旧はなし得ず、ぼう大な機械力を駆使してこそ自然の暴力を克服して行くことが、出来るようになったのである。

北海道篠津地域における泥炭地開発事業は、大規模な土地改良事業を経済的に、かつ短期間に行うことにより成果を得るものである。したがって、高性能の特殊機械即ち泥炭地であるため地耐力が小さいから、低接地圧のブルドーザー、ドラグラインを始めとした低接地圧の掘削機、運搬機が開発され使用されるようになって、機械施工をはばんでいた湿潤地帯の開発を克服することができたことは誠によろこばしいことである。これはホ場整備事業が施工時期とわが国の水田の実状では、そのほとんどが湿潤地帯ということができ、この地帯での機械施工であるから、そのための準備が既にできていたといえることである。

昭和30年以降の日本経済は、国際的にも極めて高い成長率を示してきたが、それに反して農家の生活水準や所得は相対的に低下し、農業者と非農業者との格差はますます拡大する現象を生ずるに至ったのである。そして急激な農業労働力の他産業への流出、兼業農家の増加と農地、労働力の不足は年々深刻となって来た。かかる事態を改善すべく昭和36年農業基本法が制定され、この基本法の方向にそって、具体化のための諸施策が展開され、諸法制の整備が相ついで行われてきた。いずれにしても、まず行わなければならないのは土地の基盤整備である。昭和37年より国ではモデルに兵庫県桑原田地区を実施、湿地ブルドーザー、バケットドーザーなどの使用により相当に湿潤地も施工可能なることを実証し、以後大々的にホ場整備事業は機械化により実施されている。

もう一つ特筆しなければならないことは、八郎潟の干拓地における農地造成の機械化である。へドロ地帯特有

の超軟弱地盤での機械施工は、極端に低い接地圧が要求され、水陸両用ドラグライン（泥上ドラグライン）の掘削機をはじめ、ホ場の排水溝掘削用のロータリートレンチャー、低接地圧暗キョ掘削敷設用のドレンマスター、超湿地用ブルドーザー、湿地用および超湿地用スクレブドーザーなどの開発改良をし実用化したことは、今後あらゆる軟弱地盤に対しても対処できる実力を養成したと思われる。

以上農地の造成・改良事業にもほとんど機械力を駆使するところとなり、一般建設事業に比して湿潤であるという条件は、機械の構造、施工法の改良により克服してきたのであるが、人力施工にたよらざるを得ない工種、例えば、ケイハン築立、小水路掘削、ノリ切り、雑物除去などは、人手不足により、施工速度の面から機械と歩調を合わせにくくなってきた。したがって、今日まで行われた機械施工の目的と有利性である工事単価の低減、工期の短縮、施工の質的向上、工事規模の拡大と施工可能性の拡大、工事管理の合理化に、更に省力化を進めて行かなければならない。しかるに、その範囲は既に合理的に機械化された範囲外ともいえるのでその機械化は多分に問題がある単独目的の専用機を作っても連続した使用がされることはほとんどないため、経済的でなく、したがって現在ある機械類のアタッチメントの開発により多目的に使用可能とすることが最も無難であろう。

2. 面の工事における機械施工のアイ路

農地の造成および改良工事の機械化は、一般土木工事のそれと本質を異にしているものではなく、①工事単価の低減、②工期の短縮、③施工の質的向上、④工事規模の拡大と施工可能性の拡大、⑤工事管理の合理化、などの効果を発揮し有利性のあることは言をまたないが、面の工事の特殊性から、より機械化、合理化して行く過程に種々アイ路が横たわっている。したがってこの点について少しふれることにする。

3. 面工事の特色

(1) **立地条件の劣悪化** 農地の造成、改良工事は年々その立地条件が劣悪化の傾向をたどっている。すなわち一方では山間地に、そして他方では低湿地帯に追い込まれている。狭い国土を高度に利用することから見れば止むを得ないことかもしれないが、機械の輸送、保守管理および工事の管理に不便をきたし、工事の実施に困難をもたらしている。

(2) **工事内容が複そうしている** 同一面上で一連の施工順序が常に保持され、いわゆる飛越し施工ができない面の作業と、その外の要因により施工時期がきめられる

道路、用排水路およびそれらの付帯施設を施工地区全体面にダブらせなければならぬ複雑さがある。それぞれの工事規模が大きければ多少の余裕があるので調整も可能であるが、小規模にして密でありかつ作業量が不揃いであるのでこれらの合成は極めて複雑多岐である。

(3) **工期の制約が強い** 農地の造成改良工事は公共事業として予算上の制約（年度末の工事完了など）はもちろんのこと、営農上の制約を強く受ける。すなわち作物の作付けおよび収穫の時期に工期を合致させることは必須条件である。特にホ場整備工事においては、収穫後から作付けまでの作業条件の悪い晩秋から冬、早春にかけての施工期間となり、加えるに積雪地帯においてはその期間が施工不能となるため、更に短期間の施工が要求されることになる。このことは、あとでのべる不経済性につらなることで機械施工発展の重大な課題である。

(4) **面の拡がりの弱点** 面的拡がりは天候に支配されやすく、特に機械は地盤支持力が決定的な要素となるので雨雪による影響がいちじるしい。もちろん地区外からの流入水は隔絶し地区内降水は表面排水、地下排水、表面蒸発などを促進させて、早期着工の手段を講ずるが、地形、土質、降雨量により多少の差はあるといえ降雨日数の約倍の日数が可働できないことは科学文明の発達した今日がいたんせざるを得ないことがらである。したがって、より安全を考えれば、機動性のあるホイールタイプよりクローラータイプを選び、クローラーでもスタンダードタイプより湿地タイプをと、ますます安全策を取る傾向になる。このことは、部分的にしか活用できない機械を持つことの不経済性とも考え合わせなければならないが、安全すぎることも施工能力をさげ、汎用性をも欠くことになり機械の経済性を失うことになるので考えなければならないことである。

(5) **仕上げ作業の比率が多い** 地形を変えない農地の造成はもちろんのこと現況地形を変える造成工事であっても、一般土木工事に比較して面積当りの扱い土量が極端に少いこと。すなわち機械を薄く広く使用することになる。このことは仕上げに近いまたは仕上げ作業の連続であるということであり、作業の精度が要求される。機械の特色である同一場所における同作業反復使用による有効的な利用ができない。

(6) **労働力確保の困難** 山成り開墾などの一部を除いては工事費中にしめる人力によるべき工種が相当の量をしめている。これは機械の施工速度に比べて人力の施工速度が極端に遅いことから施工管理上も問題であるが、專業熟練土工がこの種の工事にはほとんど従事しなくなった現状と、農村人口の流出と老令婦女子化した今日では、

そのバク大な労働力の確保に困難を極め、機械と人力との組み合わせのヒズミがますます顕著になってきている。

4. 経 済 性

終戦後の困窮した社会状況を急速に打解すべき国策に基づき農地の造成・改良工事も機械化施工に移行し、また国産機械の性能の向上と共に機械化施工は一般に普及し、今日では通常の施工手段となってきた。ただし使用された機械は、一般汎用性機械の農地で使用したというにすぎなく、農地の造成改良のための独自のものは余りない。これは機械の発展過程と工事の経済性に基因するものであろう。すなわち農地の造成改良については、その土地の農業生産力に限度があることから無制限に工事費を高くするわけに行かず、経済効果範囲にとどまるものとなる。このことは単価に限度があるということであり、機械施工で施工時期を短縮することにより多少の高償は総合的見地から経済的に有利になり得ることもあるが、それとても無制限ではなく、むしろ僅少な範囲しかのぞめない。加うるに扱ひ土量が少いことは機械を有効使用することに不利な側面を持っていることから、もし農地造成独自の機械が存在するにしても余り高価なものでは実存し得ないといえよう。また一方、施工時期に制限のあることは施工速度を増大しなければならないので施工の機械化が強くなるにぞまれるのであるが、機械を所有することはバク大な資本を固定化することであり資本の回収に問題が移行している。すなわち現状では機械の年間標準可働時間の1,300hrを確保することがむずかしい状況にある。いかに農地造成上有効な機械であっても1,000時間にもみえない可働時間しか確保できないものであればきわめて不経済な機械といわざるを得ない。すなわち機械保有者から見れば投下資本の回収ができないままに機械は陳腐化するし、かつまた、運転員をはじめとして修理施設およびその関係者、工事の関係者の永年雇用の形がとられて固定化している例が多くみうけられる。このようなことは経営上ゆゆしき問題であり、施工期間の制約ないしは短小は今後の事業の機械化をはばむ最も大きな要因となるであろう。一般の土木業者が農地の造成・改良工事の施工を一般土木工事の付随的な域を脱し得ないとすればこの点が最も大きなアイ路となっているのであろう。

5. 工事の分類と定義

農地の造成と改良に関する工事は、目的と工法によって色々な種類に分けられ、そのおのおのの名称については、各事業の種別によって統一を欠いている場合が、し

ばしばみかけられる。本項では、これらの工事名称を最も一般的に使用されている熟語で統一し、おのおのの定義を示した。



(1) 開畑および草地造成 山林原野など未墾の陸地から畑および牧草地を造成すること。

(a) 山成工 現況の地形を変えない開墾。(b) 改良山成工 しゅう曲、傾斜などの修正または土層の改良を目的として運土作業を伴う開墾。(c) 階段段工 傾斜地において、等高線沿いに、ほぼ平坦な畑面を階段状に造成する開墾。(d) 斜面畑工 傾斜地において等高線沿いに農道を造成し、主として斜面を畑地とする開墾。

(2) 開田

(a) 陸地からの開田 山林、原野、畑などから水田を造成する工事。(b) 干拓地からの開田 干拓された海面湖沼面などから水田を造成する工事。

(3) ホ場整備工

(a) 水田ホ場整備 不整形、かつ狭小な現況田の区画を整形大型化し、併せて道路、用排水施設を総合的に整備する工事。(b) 畑地ホ場整備 不整形、かつ狭小な現況畑の区画を整形し土層改良を行い、畑地カンガイ、農地保全などを含め道路、用排水施設を総合的に整備する工事。

(4) 土層改良工

(a) 暗キ排水 地中の過剰水を除くことによって、地温を高め通気を良くすることなどを目的として、地表下30~100cmの深さに排水施設を行う工事。(b) 不良土層の改良 耕地として不適当な土層を改良することを目的として不良土層の除去、切開、良好な土層との混合または反転および客土などを行う工事。(c) 水田浸透の抑制工 洪積台地や砂質地などでの漏水過多を抑制するため、破碎転圧または客土などを行う工事。

(1968. 7. 25. 受稿)