

# 講 座

UDC 627.82

## コンクリート・ダム特論Ⅱ

### ダムの施工計画及び施工設備(2)

正 員 有 阪 誠 喜\*

#### 4. 堰堤工事に用施工機械の要点

わが国に於ける従来の堰堤工事の施工法を見るに一般の土木工事よりは可成り多くの機械が使用されているが、全般的に見て今後次の4点について特に改良の余地が残されていると考えられる。

- a. 燃料の入手が困難なためか、掘鑿及び土砂運搬にも能率的な内燃機関の使用が考慮されていない。
- b. 大堰堤工事でも小堰堤工事を施工したと同じ様な小型機械を唯数を増加したやり方をしている。即ち機械が大堰堤工事に適当な迄大型化していない。
- c. 各機械が独立的でその据付、組立並びに相互の連絡に多大の土木工事を要する。
- d. 各機械及び装置の運転を能率化する基本となる計器の取付が極めて少い。従つて設備全体の合理的運営が出来難い。

次に堰堤工事の機械化を進める上に前記の4点が如何なる影響をもつかを研究してみよう。

#### (1) 輸送設備に於ける内燃機関の応用

堰堤工事は土砂、岩石の掘鑿、運搬及びコンクリート並びにその材料たる砂、砂利及びセメント等の運搬これに伴う積込、積卸がその主要部分をなすので掘鑿及び運搬機械は最も重要である。運搬機械は前記の如く短区間運搬機械と比較的長区間運搬機械とに分けられるが前者にはベルトコンベヤ、バケットエレヴェータが採用され後者としては軌道と機関車、道路とダンプトラック及び索道、特例としてベルトコンベヤの連絡などが使用される。尚ほセメントは非常な粉末で且つ湿気を防がねばならないので特殊の運搬機械例えばセメントポンプなどが使用される。

元来土砂及び骨材の運搬には積込場所と放出場所の固定している場合とこの内一方或いは両方もが逐次移動する場合とがある。ベルトコンベヤ及びバケットエレヴェータの如く短区間運搬機械はそれを有効に使用する為に更に両端を固定する必要がある。従つて篩別工場、骨材貯蔵所間或いは骨材貯蔵所、混合工場間

及び碎石工場に最も多く使用される。長区間運搬機械の内索道及びベルトコンベヤは原則として両端固定であるので採集場から積込場迄別の運搬設備を要する。然してこの場合の補助的運搬機械としてダンプトラックが最も適していることは後述の如くである。

軽便軌道又は鉄道も元来レールに依つて積込場所が固定しているわけである。然し採集場所の移動に伴つてレールを延長し或いは敷設換えをして行けば積込点、放出点を換えて行くことが出来るわけであるがこの為作業が制限を受けるのみならず多大な列車操車線を要する。これに反しダンプトラック又はトレーラーでは積込点は採集場の状況に伴つて自由に移動出来るし放出点の移動も何等の制限を受けない。

故に広い面積に於ける作業即ち堰堤工事に於ける基礎の掘鑿土砂、岩石の搬出並びに骨材採集の如き工事に積込点が絶えず移動するのでダンプトラックは他の追従を許さない利点がある。それは軌道の如く線路の延長または敷設換えも不要であり或いは索道およびベルトコンベヤの如く補助的運搬機械も不要である上に放出点に於ても他から力を借りずに自分で放出することが出来るからである。従来わが国ではこのダンプトラックに使用する液体燃料とタイヤのゴムに不足しその機械の発達が遅れその為ダンプトラックを堰堤工事の如き工事量の多いものに使用するのを無意識的に避けていた傾向がある。然し堰堤工事に電気機械を使用することは質は暫らく論外として量的には可成りの程度迄進んでいるので今後堰堤工事を機械化に依つてスピードアップならびに工費低下を狙うには掘鑿並びに骨材運搬にはダンプトラックの使用が最も重要な要件と思われる。

この為に堰堤工事全般としては液体燃料の使用量の増加は避け難くこれが制限を受けて採用不可能の場合も起り得ると思われるがこの場合には他種工事に於ける燃料を節約しても前記の方法を考慮することは工事のスピードアップに非常に有効であろう。

掘鑿機械としては狭い峡谷状の堰堤地点では作業所の関係上パワーショベルが最も能率的である。骨材採

\*株式会社 間組

集では採集場の状況に依つてパワーショベル又はドラグラインが選ばれる。何れの場合でも掘鑿機械は掘鑿又は採集に伴い移動しなくてはならないがこれは運搬機械の如く一時に長区間移動の必要はなく従つて特に高速で走行しなくてもよいので堰堤工事に於ては必ずしもディゼル又はガソリンの内燃機関のみ必要はなくケーブルに依つて電力の供給を受け電動式でも可成りの程度迄作業が出来る。然し運搬機械としてダンプトラックを使用する場合にはこの移動が何等の制限なく出来るのでダンプトラックと組合せるには掘鑿機械としてディゼル又はガソリンの内燃機関が作業能率増進の意味から遙かに適当である。これに反し軌道または鉄道線路を延長しながら掘鑿又は採集する場合には掘鑿機械の移動の方向が制限されるので電気ショベル又はドラグラインを使用しても掘鑿機械の能率を殺ぐ様な事はあるまい。近來は掘鑿機械の能率増加の爲土砂の集積にブルドーザを使用し掘鑿機械の移動を少くすると共に運搬路を一定に保つて運搬機械の能率増加を計る傾向にあるのでパワーショベルとダンプトラックの組合せ及び輕便軌道又は鉄道と機関車の組合せに於ても更にブルドーザの併用を考慮する必要がある。特に面積が広く堆積の薄い層の場合にはブルドーザに依つて集積して積込む事は非常に有効となる。

ダンプトラックに依つて採集場から篩別工場迄運搬する場合、この間の道路の路面状況はトラックの走行速度、従つて単位トラック単位時間の運搬量並びに維持修理費燃料及び潤滑油の消費量に甚大な影響をもつから、全採集運搬量に対して、トラックの大きさと運搬道路の程度は最も研究を要する。全採集運搬量並びに単位時間当りの運搬量が多い場合には運搬道路は単に往復の2車線にするのみならずその勾配、曲線もそれに相応して制限すると共に適当な舗装をも当然考慮しなければならぬ。従つてダンプトラックに依ると長区間運搬の場合には是非とも運搬道路建設費及び維持修理費を考慮に入れて単価を出して見なくてはならない。

更に土堰堤及び石塊堰堤の土砂又は岩石の掘鑿運搬に於ては内燃機関の掘鑿機及びダンプトラック又はキャリオルの利用は決定的に有利である。それはコンクリート堰堤の場合に比して遙かに数量が多く従つて掘鑿、積込地点並びに放出地点の両方が広範囲に涉つて頻繁に移動するからである。即ち土堰堤及び石塊堰堤の如く積込及び放出両地点の移動の激しい土工では内燃機関に依る掘鑿及び運搬機械を使用出来ない限り経済的にスピードアップする事は不可能であろう。

## (2) 建設機械の大型化

従來わが國の堰堤は大規模のものが比較的少なかつた爲に大型の土木機械の発達は非常に遅れていた。従つて大堰堤工事を施工するのにそれに適した大型の施工機械が国内で容易に求め難かつたし、又あつても充分信頼がおけなかつた爲に小型の機械を数多く併列して設備した例が非常に多い。これは一方においてはわが國の土木機械の信頼度が少く故障、修理などのために予備機械を置くに比較的好都合ではあつたが、堰堤工事の如く数種の機械を総合的に連続作業として使用する場合には各設備間の相互連絡が複雑となり各種の小設備が錯綜して作業能率を阻害する事が著しい。従つて小型機械を数多く使用する事に依つて多くの運転人員を要する他に更に上記の相互の連絡設備の増加のためにこれの新設並びに運転費の増加となり工事単価の上昇は止むを得ない。故に今後大規模の堰堤工事には工事量に相応した大型の機械を使用する事は工費低下の爲に絶対に必要條件である。勿論この爲に不信用の大型機械迄も使用すると云う意味ではないので製作者と俱に充分研究の上信頼出来て始めて採用すべきは云う迄もない。

堰堤工事に於ては施工機械の金額は金額償却として見積つても大体 15% に過ぎないからこれの何%を節約しても比較的僅小でこの運転作業費の方が大きな金額となり且つ 1ヶ所の故障は全作業に影響するから多少高価でも故障のない優秀な機械を使用することは機械化を進めるには最も重要なことである。たとえば運搬機械のダンプトラックにしても 8噸トラックは 4噸トラックに比して同一数の運転人員で 2 倍の仕事量をする。この見地からすれば 50 万立米以上の堰堤を 2ヶ年内外で施工するには 4噸程度のダンプトラックでは骨材運搬に十数台から数十台を要することになるので出来るだけ大型が望ましい。最近米國では 20噸級がよく使用されているのでわが國でも漸次これに近づくようにして行きたいものと思う。運搬機械の大型化と共に掘鑿、積込用機械もこれに適當する様大型化すべきで、さもないと充分能率を上げる事は出来ない。

故に掘鑿用ショベルも運搬用ダンプトラックの大型化と併行して少くとも 2立米級迄大型化してゆくべきであろう。斯くして機械を大型化すれば運転台数が減少するからその運転者のみならず整備の機械工その他も減少し、又燃料、潤滑油も経済的となる。

骨材運搬用索道も従來は比較的単位容量の少い搬器(1/2噸級まで)を 2又は 3本併用して架設しているのを見かけるがこれも索道そのものゝ運転人員の増加となるばかりでなく、2つ以上の輸送路の骨材を同一箇所集めるに新たに附加的の設備を要する不経済があ

る。従つて出来るだけ単一設備で間に合う様大型化すべきである。

篩別工場の廻転スクリーン、振動スクリーン及び碎石工場の破碎機も台数が多くなると同種の機械からでた材料を集めるのに追加のコンベヤシステムが増加することになるので、堤堰が大容量となるに伴い大型化することは設備費の低下と運転費の節約に貢献する所が大きい。混合工場のミキサは特に大型化の利益が顕著であらう。わが国では以前大型ミキサが出来なかつたので朝鮮の水豊堰堤では 28 切 3 台を 1 組としこれを 4 連、計 12 台を有する混合工場を兩岸に設けた。これではコンクリートのホッパーが 4 ケ所となるのでコンクリートバケット運搬車の配車が非常に複雑になる故ホッパーが 1 つとなる様に混合工場の台数を 4 台以下とし能力はミキサの大きさに依つて決める様になると、前記水豊の例では 112 切ミキサ 3 台の混合工場となるわけである。実際米国の大堰堤では 4 yd<sup>3</sup> のミキサが盛に使用されているがわが国でも 56 切ミキサは製作されているので今後の大堰堤工事には少くともこれを使用すべきである。ミキサの大型化に伴い当然骨材及びセメントの計量装置の大型化並びに改良の必要がある。従来のわが国の計量装置は骨材ビンから小型のホッパーに仮受けしてから手で計量機に入れて計るので、多くの運転人員を要し且つ計量速度も遅い。故に 1 組の計量機で 3 台以上のミキサの計量に間に合わせる事が非常に困難であつた。従つてミキサの大型化と共に混合工場の能率化には計量装置の改善が必要である。

打込用ケーブルクレーンは堰堤の容量の増大に伴いスピードアップの方から必然的に大型化されて 6 立米 (20 噸) 迄使用されているがジブクレーンは 3 立米の標準型で台数によつて充分調整されている。然し最近ではジブクレーンを使用する場合スピードアップとその架設の手間を省くために走行棧橋には次第に高いものが使用される様になつて来た。

### (3) 組立据付の簡易化及び組合せ式機械

従来わが国の堰堤工用機械として使用されたクラッシャ、回転スクリーン、振動スクリーン及びバッチャープラントなどの定置式の機械は据付設備と独立して個々に製作されているためにこれを現場に据付けるに多大の土木工事を要すると共に更に相互の連絡に大きなコンベヤシステムを必要とし、これに依つて更に現場の土木工事を増加する事となつた。この為堰堤の設備工事はその期間が著しく長くなつた。最近の米国の堰堤工事ではこれらの機械はこれを現場に据付けるためのフレームも同時に設計製作したものが多く更に一段

進んでこれを連絡するコンベヤシステムも同時に製作して組立式にしたものが発達してきた。斯くなると堰堤現場に於ける仮設の土木工事は非常に少くなり簡単に地均し程度で直ちに組立てられるので著しく工期を短縮する事が出来る。此の場合には勿論仮設機械費そのものは可成り増加となるが現場に於ける工事費は減少し設備費全体としては大した増額とならなければ工事のスピードアップには是非とも研究の必要がある。又わが国には従来鉄骨造が割高であつたのと工期に余裕があつた為か堰堤工事の仮設には主として木造及びコンクリート又は鉄筋コンクリート造が多く使用されていた為に現場における土木工事が増加してその工期が長くなつた。また木造では充分耐久力がなく工事中に於て屢々補修を必要とした。例えば混合工場、篩別工場或いはケーブルクレーン及びジブクレーンの棧橋なども戦時中又はそれ以前に於ても鉄材の節約の為に可成り無理をしてもコンクリート及び鉄筋コンクリート造を出来るだけ多く代用した傾向が明白に認められた。然し今後の合理的計画に於てその工事に於ける工期の短縮、現場労働者の減少に依る居住設備の節減或いは又次期工事に対する転用等を考慮して可成りの部分を鉄骨造に変更する事は当然考慮しなければならない。鉄骨造ではその大部分の工作を工場内で行い仮組立をして検査をした上で現場へ送ることが出来る。従つて現場に於ては簡単な基礎工事のみで後は工場から来た材料を組立ただけで設備が完了する。要するに堰堤工用設備として鉄骨造を採用することは当初工費の増加は免れないが前記の如く工期短縮、転用などの利点があるので、此等を考慮すれば却つて経済的になる事が屢々である。

### (4) 機械化工事の合理的運営及び管理

従来わが国では堰堤工事も他の一般土木工事もそうであつた様に所謂歩掛りを主として見積られ又工事現場の管理も労働者を主体とした。即ち工種別労働者の単位作業量及び賃銀に関して詳細な統計的研究がなされていたが、設備費及び機械の運転、修理、整備に関しては合理的な研究が不十分の様である。而るに機械化工事に於て所謂一般労働者の仕事量は比較的少くなり工事数量の大部分は機械が行う事になるので、工事単価には機械設備費、機械修理費、燃料動力費などが労務費即ち機械の運転及び整備に要する労務費と同等或いはそれ以上の重要な要素となる。従つて機械化工事に於ては如何にして機械の稼働率を良くするかと云う事が最も重要である。即ち人力に依る仕事は主体であつた旧来の方法では人間を監督して動かせたのであるが、機械化工事に於ては人間は適当に機械を管理す

れば労務者は機械と共に働かなければならない事になる。これは即ち仕事が機械的に遂行される事になるのである。機械化工事を能率的に遂行するには先ず機械について履歴簿を作成し詳細を記録する事から始めねばならない。即ち名称、運転時間、整備及び給油に関する正規の注意事項、修理の性質及びその費用を含む一切の記録、運転速度、機械の仕事量等これらの記録があつて初めて機械化工事の信頼度を高め仕事の能率増加の方法を見出す事が出来るのである。従来わが国の土木工事の現場に於ては人力を主体とした所謂歩掛りに関しては相当詳しい記録を取つているが、機械に関して前記の如き詳細な運転記録を持つてゐるところは極めて稀である。それでは各機械の能率が果して何%かを掴むことは到底出来ない。先づ各機械について詳細な性能カードを作製して置かねばならない。製作所の仕様書、系列番号、購入日附、履歴、価格、重量、主要寸法、附属品の名称などである。次に機械使用予定表を作製して置き、毎日の機械使用報告と対照しつゝ常に運転中の機械、修理中の機械、遊休中の機械を知ることが大事である。この機械の作業を知れば仕事

の進行状況がわかる。而して単に機械が動いてゐると云うことを知るだけでは充分でない。それがどの位仕事をしているかを知らなければならない。それには機械に自動記録装置を付けて毎日その記録図を照査するのが最も賢明である。此れに依れば機械の純運転時間が明らかとなり、不必要な遅延や中断が明瞭に指示されると共に仕事の出来高と対照が出来る。

米国の堰堤工事では大規模の混合工場のミキサ、計量機、碎石工場のクラッシャー、打込用のケーブルクレーンなどには自動記録計を付けてそれに依つて仕事の照査をして工事の改良に資している。

わが国の現場では未だ機械に自動記録計装置した例は殆ど聞かないが機械化を進めて行つたならば此処迄を目標にしなければならぬ。而してその域に達したときに機械化工事の利点を充分發揮する事が出来るのである。

註： 4 の「堰堤工事機械の要点」は「建設の機械化」No. 11 (昭和 25 年 10 月 20 日発行) 及び No. 12 (昭和 25 年 12 月 15 日発行) に所載された事を附記しておきます。(著者)

## 学会備付外国書籍雑誌一覧表

### Presentation or Exchange

Transactions of ASCE, 1948, 1949, 1950

Index to Transactions of ASCE, 1935~1947

Glossary: Water and Sewage Control Engineering (ASCE)

Hydrology Handbook (ASCE-Manuals of Eng. Practice, No. 28)

C.P.Siess & N.M.Newmark: Moments in two-way Concrete Floor Slabs (Bulletin, Univ. of Illinois, Vol. 47 No. 43, Feb. 1950)

M.L.Gossard and 3 persons: Studies of Highway Skew Slab-Bridges with Curbs Part II: Laboratory Research (Bulletin, Univ. of Illinois, Vol. 47, No. 46, Feb. 1950)

W.M.Wilson and 2 persons: Fatigue Strength of Various Types of Butt Welds Connecting Steel Plates (Bulletin, Univ. of Illinois, Vol. 47, No. 50, Mar. 1950)

Journal of the American Concrete Institute from Jan. 1950

ACI 20- Year Index (Nov. 1929~June 1949)

Hydraulic Research in the United State Apr. 1949 (U.S.Department of Commerce)

The Scientific Monthly (American Association for the Advancement of Science)

Journal of the Institution of Civil Engineers (London) from 1949

External Render Finishes for Walls (National Building Studies. Bulletin No. 10, Dep. of Scientific and Industrial Research)

Bituminous Roads in North America (D.S.I.R.Road Research Laboratory London)

Concrete in Sulphate-bearing Clays and Ground Waters (Building Research Station Digest No. 31, DSIR)

Mining Subsidence (National Building Studies Special Report No. 12, DSIR)

Concrete Block Making Machines (N.B.S.Special Report No. 17, DSIR)

Proceedings of the Second International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (Rotterdam June 1948)

### Purchase

Engineering News-Record from July 1949

Proceedings of ASCE from July 1949

Civil Engineering (ASCE) from July 1949

W.S.Gray: Reinforced Concrete Reservoirs and Tanks

G.Magnel: Prestressed Concrete