

(2) 万事契約書が基準になつている。

仕様書、契約書が非常にくわしく制定されていて、発注者と請負者の間で、いろいろ問題の起らないよう工夫されていることはよく聞いていたのだが、カリフォルニア州のモンテセロダムを見学したときのことを申し上げたい。このダムは注文者は開拓局で、コンクリートアーチダムであつた。高さ304ftで、長さ約1000ft、底部の厚さは90ftの薄いアーチで、体積は325000yd³である。

ちょうど下から1/3くらい打ち上つていたが、下流に鉄骨のトレスルを架け、この上にジブクレーンが走行してコンクリートを打設する計画であつた。ところが昨年、56000ft³/secの洪水が出て工事中のダム上を越流し、その落下水のため下流に架けてあるトレスルの足が曲つた。それで桁も曲り減水後、コンクリート打ちが不可能になり、いろいろの損害が生じた。われわれの視察したとき、まだコンクリート再開までには復旧していなかつたが、相当の損害であつた。

この場合の損害の負担方法は

- (1) 永久構造物の損害は発注者の負担
- (2) 仮設備の損害は請負者の負担

ということになつていてその詳細が定められてある。打つた直後のコンクリートの上を越流して悪影響を受けコンクリートの部分をかき取り、継ぎ足すようなことや、浄掘等のため地形が変つたことによるコンクリートや掘削の増加等は発注者の負担、または型わくの流失、前述したトレスルの修理等は請負者の負担であつた。契約書に天災不可抗力による損害の規定があつて、これを適用して竣功期限の延長を協定したそうである。

請負者が実質的にはほとんど損害をかぶつたような結果に見られたが、この場合請負者(PK社等の共同請負)はロイド保険会社に工事中の損害保険をかけていたのでこれらの損害金は保険会社から支払われたようである。しかし洪水被害のほか多数の労働者の手持ちや、その他のいろいろのゴテの損は保険会社からもみて貰えず、請負者の損のように思われた。またわが国の実際の例だと発注者が支払うのか請負者が負担するのかよく定まつていなくても、超非常時で、そんな水臭いことをいわずに何でもやるのが、何か美風のようにいわれているのが、上述のように万事契約書が基本となつて仕事が進められていて、われわれから見るとはなはだ水臭いことが行われ

ているように思われた。すなわち甲の負担する復旧工事についてもすつかり設計が定まつていて、工事費の見積りを完全にやつて追加注文書のごときものが定まるまでは一切手をつけない。従つて発注者の技術者は大変いそがしい思いをして書類をまとめるようである。しかし工事をやりながら、この仕事は出してくれるのか、請負者負担なのか不安な気持ちでことを進め、半分くらい進んでから協定をやるような方法より男らしくてよいような気がした。なお上の保険会社の利用の点については日本ではようやく重車両等の損害保険が始つたばかりの段階のようであるが、これらの点は十分とり入れて土木工事のバクテ性をできるだけ減じて施工してゆくよう進まねばならないと思う。

以上のような事情にあるのでダムの施工計画についてはできるだけ請負者の責任において創意工夫をこらしているようである。開拓局のごとく世界一の技術団を持つている役所でも河の締切方法、仮排水路の形式、容量等、工事施工にともなう工作物は予算等を作る関係上一応は研究しているが、見積り引合いのときは参考図の範囲より一歩も出ない程度で見せているようである。永久工作物とその仕様とは十分力を入れてあるが、仮工作物のことはあまりふれない。これは上記のとおり洪水その他の損害のあつた場合の負担方法が規定されているので、当然そうなるのであろう。民間の工事で設計を設計会社とか個人のコンサルタント等に依頼されてある場合等は、参考図等も作らないようである。従つて見積内訳書等にも締切とかバイパス等の項目は少く、場合によつてはダムの基礎掘削の単価の中に折り込むようになつているようである。

しかし計画者が見積りする人に提出する参考資料としての流量調査表とか、洪水頻度表とか、洪水流速とか、その他いろいろの気象条件すなわち温度、氷雪、風、水(砂漠の近いとき)地質等のものは実によくまとまつている。たとえば日本のものだと参考資料があつても非常に専門的に微に入り細にすぎ、素人には要点を把握するのに困難なような表があつたり、また簡単すぎてあまり役に立たないようなのがあつたりマチマチだが、これらの表の発表方法、スケール等が大変よくできているように思われた。日本のダムの調査等も近年は相当精密に進められているが、調査の結果をまとめて素人にも使えるようなものができることを切望する。

トンネル工事の施工について

小 宅 習 吉*

われわれの行程は団体旅行であり日程が限られ、現場

正員 飛島土木KK常務取締役工務部長 東京大学工学部講師

においてあまりくわしく施工技術を掘り下げて勉強質問する暇もなく、また施工技術について質問討論する機会

はデンバーの開拓局においてのみであつて、これから述べることは単にアメリカの施工技術の一断面にすぎないことを了承願いたい。

工事施行に当り準備調査が十分にできており、計画設計が施工に即し、実施の結果とあまりはなはだしくくい違ふことはない。着工前によく準備し交渉事や用地問題等で着工が遅れることもない。トンネルの地質等は専門家がよく調査しており、ボーリングも非常にたくさんやつてある。設計ははなはだ詳細精密で契約書による工事種類項目は非常に多く、設計変更は数量の異動くらいしか起らないように思われる。請負は賭ではないとは工事発注者の言であるから、十分調査の上自信をもつて着工するらしい。

トンネルの地質が見込みと違い工期が延びたのは最近ではカリフォルニア州の Tecolote トンネル (Civil Engineering Apr. 1955 参照) の例のみであると開拓局の担当者はいつていた。

見学したトンネルはおおむね地質がよく山がよい。風化が少くあまりもめてない。堅岩トンネルの掘削方法はわが国と使用機械は全然同様である。掘削の工法はほとんどいわゆる全断面掘削方式をとつている。トンネルの断面が大きい場合でも小さくても、延長の長短にかかわらず可能の場合にはトンネルの全断面を一気に穿孔爆破して掘進させるのである。穿孔にはジャンボを用い、断面の大きさによつて例えば径 10 ft, 50 ft の場合にはブームの数 6 本, 20 本のものにさく岩機を取付けて、全断面の穿孔を 1~2 時間でおえるようにする。爆破後のズリは強力なズリ積機を使用して函型の鉄製トロまたはダンプトラックに積込んで坑外に搬出する。トンネルの中で掘削作業は先端の切羽の所だけで行うものである。

この方法は掘削の進行が速いとか、能率的であるとか、施工の監督に容易である等の利点があるが、アメリカの機械化方式によれば当然そうなのである。設備機械は十分強力にし、作業の単一化を計るのである。設備が十分で機械が強力適当であれば、労働者の頭数は減つて掘削の進行は大きく、従つて能率は上る結果となる。

全断面を一時に掘削するのだから地山が軟弱であつたり、キレツが多く、落石のおそれのあるような場合には鋼の I 形桁のアーチ形のわくを断面に沿つて入れておさえるのである。すなわちレール セントルの丈夫なものを 3~5 ft 間隔に挿入し、その間に板片を挟み地山のゆるむこと、浮石の抜け落ちるのを防止するのである。掘削直後にジャンボを足場に使うつてこの支保工を組立てるので後普請ではない。そしてこの支保工ははずすことなく、全部巻立コンクリートに埋込むものである。従つて地山をゆるめることはないわけである。

この鋼製支保工は契約のときあらかじめ設計してあり、場合によつては A B C と種類を別にして 1 組幾らと

単価を定めてある。工事の進行に応じて甲側の指示により支保工を施すのである。

トンネルの工事は掘削と巻立コンクリートと施設した支保工を支払うものである。こうして少々無理をしても地山を支保工で支えながら全断面掘削を断行する。丸太の木製支保工はない。角材ボルト締めアーチ支保工は安くないので少い。

このほかに地層によりルーフ ボルトを使用することがある。これも甲側の指示により施すので、あらかじめ単価を定めてある。これらの支保工やルーフ ボルトは契約のとき大体の数量を見込んで計上しておくが、実施の結果ははなはだしく数量の異動を生ずることは少いといつてゐる。

ボストン市の下水トンネルの例

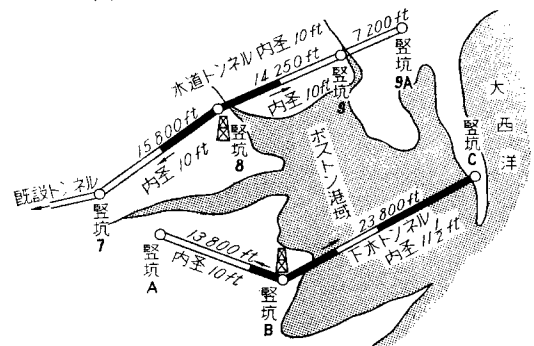
ボストン市の下水トンネルの現場の例をいうと、トンネルは総延長約 7 マイル深さ 320 ft の立坑が 4 本あり、海底を通るトンネルの立坑間の距離は 23 800 ft ある。トンネル断面の内径は A-B は 10 ft, B-C は 11-1/2 ft, 地質は硬質頁岩のやや水平層、湧水はやや少ない。鋼製支保工は全長の 20% に達しないと思われる。ルーフ ボルトも少し使つていた。着工前に 500 ft から 1 000 ft の距離ごとにボーリングを施し海底下のトンネル通過地点の地質を確かめてある。同時に水道用のトンネルも工事していた。

掘削には 6 ブームのジャンボを使用し、ズリ積みには 1/2 yd³ のロッカー ショベル、ズリ運搬のトロは 6 yd³ 入りの函型の鉄製トロ、能力 10 t の蓄電池機関車でズリトロを運搬し、トロ線のレールは 50 lbs/ft, ズリ出しの能力はすこぶる大きい。立坑は 300 HP の巻上機でスキップでズリを出している。

湧水は海の下への割に少く、坑内はきれいで、排水は電気ポンプを用い 8 in の鉄管で排出している。100 gal/min 幾らという契約になつてゐる。さく岩機に用いる水は坑外から管で水道水を供給していた。電灯は conduit tube で動力線を切羽まで通している。

何より換気が一番すばらしい。12 000 ft³/min の容量のファンで送風し、坑内は空気がきれいであるといふくらいで

図—1 ボストン市水道トンネル工事



あつた。通常は押込みで、発破直後は吸出しをかける。保健衛生方面は鉱山関係と同じで特にやかましいようである。

トンネルのライニングのコンクリート巻きは掘削が全部終つて施工するのが例である。全断面の掘削をおえて掘削班が引揚げてからコンクリート班がやつてくる。コンクリートはトンネルの奥の方から坑口へ向つて進行してゆく。移動型わくの使用にも便利である。ボストン市の下水トンネルの例では、坑外でコンクリートを造り、コンクリートは径 10 in の鉄管で坑内に下し、容量 3-1/2 yd³ のアジテーターで運び、1 yd³ のブレーサーで型わくに注ぐ。型わく存置期間最小 24 時間、最大施工 1 日延長 125 ft という。コンクリート施工の速度は大変なものである。

全断面の掘削が終り、必要な所には鋼製のわくが挿入され地山をおさえているので、コンクリートの施工は容易で全く郊外の作業と同一である。ディーゼル機関車でもなんでも使えるのである。

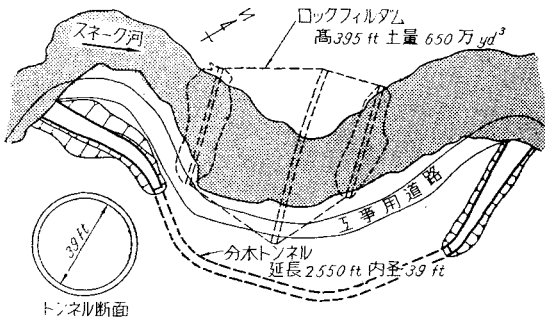
設備は十分強力で機械の能力も大きい。一般に空気圧縮機関係、ズリ出し設備、換気設備その他電力、排水照明等の施設が完備しており、坑内がちょうど重工業のベルトコンベヤシステムの工場の作業のような感じがする。トンネル掘進の速度が早いので設備の運用を考えている。

ボストン市の下水道のトンネルでは 1954 年 6 月立坑 C のプラントに着手し、10 月から C 立坑下から B に向つてトンネル掘進を初め、翌年 10 月トンネル中央部で掘削を止め、C のプラントを B 立坑に移し、あらかじめ B 立坑を下げてあつたので 11 月から B 立坑より C に向つて掘進した。すなわちプラントは一つでよいのである。一方 C 立坑の方は掘削がすんだからコンクリート巻きをやつているというわけである。

ブラウンリー ダムの例

ブラウンリーダム (Brownlee dam) は Idaho 州 Boise 市の北方 140 マイルにあり、Columbia 河の支流 Snake 河に設けられ Hell's Canyon Project の一つで

図-2 ブラウンリーダム



高さ 395 ft, 幅 1 400 ft, 土量 620 万 yd³ のロックフィルダムで、Idaho Power Co.が施工中である。

プラントはすでに終りちょうどダムの基礎掘削にかかるところである。湛水区域の道路付替と diversion tunnel の掘削を急いでいた。このトンネルは内径 38 ft, 延長 2 550 ft, 地質は古生層、粘板岩と砂岩の互層と思われる。稍目多く湧水が若干ある。

上下流分水路の切取の奥にトンネルの坑口がある。トラックの台わくに乘せたような 3 段 14 ブームのジャンボを使用し、全断面掘削している。穿孔がすみダイナマイトを装置すると、トラクターでジャンボを引出し河岸を通り上層側の坑内に入り穿孔にかかる。その間に爆破を終つた下流側のズリは 1-1/2 yd³ の大型電気ショベル (無限軌道装置付) で、D-8 のブルドーザとともに、Euclid dump のトラックに積込み搬出する。トンネルの両口のさく岩とズリ出しを 1 組のジャンボとショベルとで交互に行つているわけである。非常にに巧妙な運用といえよう。

トンネルの延長は小さいが換気能力が大きく、両坑口とも 10 000 ft³/min であつた。従つてズリ運搬にディーゼル運転のダンプトラックをどんどん入れることができるわけである。

工事着手のとき工程表を設ける。工事施行に当つて仮設備や使用機械の種類その工法等は一切請負人の定めるところで、工事発注者は全然関与しない。示方書の指示に従い、工程表に違わなければよい。材料、骨材、セメント等すべて請負人の選ぶところである。材料支給等を行うことはなはだまである。

工事施行の計画は請負人が慎重に考慮し、十分の自信のもとに定め、これにもつて工程表が作られる。従つて工程表はよく守られる。現場で発注者側の監督者は示方書と違うことがないか、工程表より遅れることはないか、と気をつけるだけである。

トンネルの工程はわが国とくらべてすこぶる早い。トンネル工事は 1 日 3 交代で日曜日も休みなしのことも多い。アメリカでは一般現場は土曜半休、日曜全休が大部分である。掘削は全断面掘削工法で支保工を要せぬ場合の掘進速度は 65~45 ft/日, 2 000~1 000 ft/月である。

発破回数は 1 交代に 2 回以上で、孔数や孔の深さはわが国のとあまり変りなく、断面の大きさ、岩質にもよるが、あまり深くなく 10 ft くらいまでである。

ボストンのトンネルの B 立坑の例を示せば次のとおりである (日曜日は休業)。

C heating		A heating	
63 ft/日	8 月 5 日	58 ft/日	8 月 5 日
308 ft/週	5 月 5 日	270 ft/週	5 月 5 日
1 106 ft/月	1956 年 4 月	863 ft/月	1956 年 3 月

この程度の掘進速度はあまり珍らしくない。そしてこ

の記録が相当長期間持続しあまり変わらないのである。作業人員は少くジャンボの1ブームにつき2人づつ、すなわち削岩に1人と助手1人、他は機械屋1人、電気工1人で、他にはロッカー ショベルの運転に1人、蓄電池機関車の運転に1人づつ、ズリ捨場に1人いるだけである。これだけが各交代ごとに1人の班長の指導の下に20~30人が組となつて作業している。

労働者は一体に体が大きいせいか悠然としているように見えるが、皆よく熟練しておりやることは素早く進行は早い。トンネルの掘削作業をまるで工場のベルトコンベヤシステムの作業でもあるように順序立つて少しも時間に余裕なく、皆が声も立てずに気が合つて着々と進めてゆく。時間の無駄がなく地質の変化その他の条件に応じながら予定どおり工程を進めてゆくことはまことにみごとである。

各交代の Time table を見ると、穿孔50~60分、装薬爆破30~40分、換気20~30分、ズリ出し2~3時間で、ほとんど標準と大差はない。

結局労働者各人の経験技術水準が非常に高く、孔の数、方向、爆破の処理が適切で計画どおりに掘削することができる。しかも各発破ごとに断面測定器で断面を測り断面図に記入し、無駄な掘削はせぬように心がけている。

現場風景

現場の坑外設備は簡単で、雨の少いためか建物は割合に貧弱で小さい。設備機械の内容はわが国と同じであるが、機械は小型で能力の割合に面積は小さい。

道路はすこぶるよく工事場の至る所に自動車のパーキングがあり、どこもこれも自動車だけである。すべての従事員労働者、訪問者のすべてが皆自家用自動車であつてくるからだ。労働者でも全部自動車を持つて通勤するのである。従つてどの横坑口でもズリ捨場でも自動車道路ができてい。材料、骨材、機械等貨物自動車で運

搬することになる。

労働者は皆近くの部落に宿泊し通勤してくるのでいわゆる飯場というものはない。ブラウンリー ダムの現場は最も近い町から100マイル以上も離れているので、飯場に当る労働者の宿泊所があつたが、これは唯一の例で、75マイルくらいまでの距離は皆自動車を飛ばして通勤してくる。自動車の速度は時速60~75マイルで、現場の道以外は舗装されている。

Trailer といつて車輪がついていて自動車で曳いて持運びできるもので、ちようどバスくらいの格好で寝室、台所、洗面所を備え、冷房暖房の効く便利なものがある。これを現場に持込み家族と暮す者もある。これは相当高価なので限られた人だけに用いられる。

現場職員の数ははなはだ少い。1000万ドル代の大規模の工事でも、請負人側の社員は10~30人である。現場では現金は取扱わない。物品代の支払いも、労働賃銀(過剰切り)も小切手でましているの、事務職員は少数数名である。労働賃銀の計算は各人の賃金は組合で定まつており、時間は現場で確認し、それを本社に電送し、計算の上本社より送付してくる仕組みである。

工事発注者側の監督者はさらに少くおおむね3~10人くらいである。しかもそのうち1人は受付、庶務、タイピストを兼ね女性であることが多い。現場も道がよいので自動車で一まわりしてもいくらも時間はかからない。

設計も契約の方法も合理的ではなはだ詳細である。当初の契約のとき工事種類項目が多く、設計変更単価ははなはだ少い。示方書、数量計算方法が实际的で長年の経験により claim の申立の余地がないようにできている。

工事費のうち、いわゆる間接費、仮設備費、機械費、本支店経費等に要する費用は、すべて本工事費に割付けである。型わく足場等は別計算にしない。

建設業の労務問題について

鳥居秀夫*

広い国土に少い人が住んでいるということは、せまい所にウオウヨと混み合つて住んでいる人とは、その考え方、ものの扱い方に非常に相違を来している。ことに米国の場合は単に土地が広いばかりでなく、その広い土地が未開拓であつて、土木工事の対象となるものが多いということである。この事実、大規模の土木工事が隆盛を来す大きな原因の一つとなつてい。

人口の少い、そして、大土木工事が多いということは勢い土木労働者の不足ということになる。そのために、米国の土木工事は少い人間で、大工事を消化せざるを得

ない運命にあるので、この困難を克服するためには、必然的に、仕事の合理化と機械化ということが要求されるのである。

労働者の不足ということは一面賃金の高騰を来し、仕事の機械化は労働者の質の高上ということになり米国の土木工事の労働者は、日本のこの種の労働者とは大変その趣を異にしている。まず、土木工事労働者は、ほとんど全部が熟練工である。あるいは技能工といつた方が適当かもしれない。日本の場合、農閑期にのみ就業する出人夫とは本質的に異つていようである。従つて米国では肉体だけを仕事場に運んで力で仕事をするという労働

* 鉄道建設工業KK取補役総務部長