

# 講 座

## 鉄道建設技術講座 (XII)

正 員 桑 原 彌 寿 雄

### 第6章 線路路盤工事の施行

#### 1. 着工準備

(1) 用地買収 設計が定まつて工事数量が算出され、かつ施工計画によつて工事単価を査定すれば、工事予算書ができるが、それまでに対地方民ないしは関係方面の設計協議はできるだけ確定しておかねばならない。かくして用地が確定したならば、用地の買収をする。

用地買収にあたり、その買収単価や障害物の移転撤去の補償費額の点でなかなか話がつかぬときは、取りあえず起工承諾書を取つておかねばならぬ。また工事に必要な基地や材料置場、土取、土捨場の借地または補償契約をせねばならぬ。設計協議の確定がおくれたり、また後で設計変更があると、増用地、減用地の丈量と買収を行う必要がある。買収した土地は速かに登記して用地財産台帳にあげる。

(2) 施工基地 通信設備、動力線、運搬路等の工事着手にあつて、宿舎、監督詰所、水道、浴場、電灯等の施工基地を整備し(ときには、借家)ときに人家が少くない土地で、工事従事員の多いときには学校の増新築、診療所または嘱託医等医療設備、ときには散髪屋、豆腐屋等生活用補給所等を設置せねばならぬ。

また前もつて通信線(電話)を入れて本部や地方との連絡を計らねばならぬ。工事施工用の動力線や運搬路が必要な場合は、もちろんあらかじめ施設せねばならぬ。

(3) 入札及び契約 工事の施工は直轄もしくは請負による。請負による場合は公入札もあるが、一般に指名による入札の結果、随意契約を結び、ときには特命することもあり、また部分請負の連続(切投げ)をやることもある。入札がきまれば、工事単価及び金額期限その他の条件を定めて契約し着工する。

(4) 資材の準備、支給または貸与 工事に必要なセメント(ときには鉄筋)等の支給資材、あるいは重要高価な機械類、軽便軌条等の貸与品は、あらかじめ準備請求をしておき、工事着手と同時に貸与または支給する。

#### 2. 検討測量、設計測量及び設計変更

(1) 検討測量 線路の設計は、実測の後改測もやつて、最良の位置に最良の建造物が設計してあるはず

ではあるが、ときには急いで十分の研究のできていないことや誤りのあることもあるから、工事着手に先立つて現場に乗込んだならば、まづ中心線及びB.M.を当り直して検討する。そして線路中心の平面位置ないしは縦断面(F.L.と勾配)が、改良の余地または必要があれば、遠慮せずに改測をして研究し、その結果がよければ、線路を変更することを遠慮してはならない。

(2) 設計測量 以上の中心線や主要建造物の検討にも必要であるが、未確定だつた設計協議の変更決定ないしは細部の設計変更のために、設計測量(主として横断面測量、ときには詳細平面測量)を行う。

(3) 設計協議の再確認(建造物調べ) 設計協議の未確定のものは、協議をまとめない到着工できないのはもちろんであるが、一応決つているものでも、施工にかかつてから異議が出るとはなはだ困るので、着工前に一度全建造物を当り直して、道水路の付替については、関係者に再確認させておく。これで線路建造物の位置と設計が確定するわけである。

(4) 引照点測量 工事の施工に当つて、撤去埋没のおそれのある主測点はこれを移設するか、引照点を取つておく。また主要建造物の中心位置(隧道、橋脚)等の逃げ杭またはB.S.の杭もあらかじめ作つておく。なお曲線橋梁の橋脚はその線路中心よりの偏移をあらかじめ計算して、中心位置の逃げ杭を打つことと、逃げ杭または引照点の杭には、おのおの明瞭にその名称等を記入しておかないと別の杭と間違えることがある。

#### 3. 工事施行監督心得

(1) 一般現場心得 現場に乗込んだならば、まづ当該市町村役場、区長、警察、地方事務所その他関係官庁出先機関等に挨拶し、爾後もよく連絡を密にすることが必要である。

自己の本部への常時連絡や、工事の進捗状況、就業人員、出来高(材料使用、備品受払等の報告、さらに積雪、雨量、出水等の気象その他諸調査事項、技術統計及び参考資料等の報告も怠つてはならぬ。特に事故の際は遅滞なく、日時、場所、被害状況等を報告し、ただちに原因を究めて対策をたて、本部と打合せねばならぬ。また工事及び庶務の日報を必ず付け、工区の歴史を明らかにすることも必要である。

現場の状況に応じて工事の進行に支障ないよう、設計変更をして本部のしるしを、工事台帳に記載するのは最も大切な仕事である。また部下の担当を定めて責任の所在を明らかにし、かつ地方人とのトラブルや請負人との細紀問題を起さぬよう、十分に監督指導する。

(2) 対請負人心得 請負人に対しては、契約の条項に則り、設計図及び示方書により確実な施工をさせるよう鞭撻しなければならない。細紀問題に注意するのはもちろんであるが、反対に契約の甲対乙の立場や工事示方書の末節にとらわれず、どうしたら双方共利益でよいものができるかと云うことを念頭に置き、大局的技術判断から施工方法ないしは設計変更を実施すべきである。請負人は、仕事はどんなに厳格にやらせても、儲けさせさえすれば云うことをきくものであるから、只の仕事はさせないで、払えるものは設計変更を面倒臭がらずにやつてきちんと工事代金を支払うべきである。

請負人に対してもうひとつ大切なことは、工事の期限を厳守させることである。これに対してはあらかじめ工事施行計画及び工程表を出させて、設備、材料、人夫の数、時期(季節、天候、人手の閑繁)等を検討し十分余裕のあるようにしておかねばならない。

工事の進行に対して、工程計画表のみならず、実施に対して着手の時期、人夫の出面等に対して常に督令を怠つてはならない。またこのためにはその下請組織、能力、技能者等をよく調べ、必要な指示をせねばならない。現場においては仕事の指示は、請負人もしくは組員に対してなし、決して下請や世話役あるいは雇工人夫に命じてはならない。また特に地元公共に対して請負人が土取、土捨、その他施工法や不払等で迷惑をかけないよう、かつ支給品や貸与品の取扱いに粗末不都合のないよう監督せねばならない。

### (3) 施工検査、既成部分及び竣工検査と引継

i) 施工検査 現場の施工に要する測量は、請負人の負担であるが、土工、土留壁等のやり方や、コンクリート建造物の型枠等は、施工前にその位置、寸法型状等を検査してみる必要がある。

ii) 既成部分検査 工事期間が長いと通例月1回出来高を調べ、これを工事監督担当者以外の者が来て既成部分検査を行つて、その内金(90%)を支払う。この際出来高が過払いとならぬよう厳に注意を要する。

iii) 竣工検査 工事が一応でき上つたならば、請負人に十分に跡埋、跡片付、整理清掃をさせてから、本部員立会の下に竣工検査を行い、最終設計どおりできていて異状はないか、寸法数量は間違いはないかを調べて合格すれば、請負人から現場を受取り、未払金(最後の完成部分及び既成部分保留金)全部を支払う。

iv) 引継ぎ 竣工検査が済んだら本部に現場を引継ぐが、その際最終設計を入れた次の竣工図書を引継ぐ。

「平面図(1/500 原図, 1/2 500 蠟布書)」

「継断面図(横 1/2 500, 縦 1/400 蠟布書)」

「建造物竣工図(以上青写真原図)」

「横断面図(1/100)」

「諸表(用地巾, 各種建造物, 曲線, 勾配等)」

「工事台帳, 物品台帳, 計算書, 野帳日誌」等

## 4. 施工法

(1) 施工一般 以下施工については土工其他工事示方書に準拠して行ふことと、一般の詳細については土木施工法専門書を参照願ふこととし、特に注意すべき点のみを述べる。

(2) 土工 土工は一般に人力で切取土砂を軽便ト口線で運搬し、でき得る限り流用築堤とするのであるが(大陸、北海道では両側へまたは両側からの切取土工もある)、手押の運搬距離は 300 m くらいがよいところで、1日 30 回程度やれるが、勾配は 1/100 くらいがちょうどよい。勾配が急か、距離が長くなると、牛馬が軽便機関車を用いねばならない。

切取は(特に深い場合)坑道式に割つて入つて、漏斗で受けるのが能率がよいが、山腹を縫う線路で川手に小さな三角が残るような場合は、山腹沿いにこの小三角も取つて、横に振つた方が得策なことが多い(ことに雪国は後で助かる)。張芝は根のよくつく季節に行ふことが必要である。

築堤は頭に鳥居をたてて捲出しとなるのはやむを得ないが、法尻の方から土羽を踏むだけでなく、蛸突きまたはランマーを用いてなるべく水平層となるようによく突き固めることが必要である。F.L. の表面は急ぐときには、ランマーのほかシーブ・フート、またはブレイン・ローラを用いて輾圧する。なお橋台の裏は沈下しやすいのと、橋台が揺みやすいので、できれば栗石を入れ、徐々に、なるべく水平に入れて突き固める必要がある。

(3) 石垣 石垣は必ず谷積とし、段数をあまり一時に多くやると膨みやすいから、3~4 段くらいとし、水平方向に長くするとよい。この際特に裏栗をあらかじめ自体で安定するように積むことは励行しなければならない。なお筆者の経験では石垣のコンクリートもその場所の数量が多ければ、機械練りとした方が利益である。また 5~6 m ごとに縁切りの薄板を入れておくことと、水抜孔(竹)を入れておくことを忘れてはならない(ことに護岸工の場合)。

(5) 基礎工 基礎の深さは、それが支持力できるものか、洗掘できるものかをよく考え、かつ根掘りは一応掘らせてみて、たいい大丈夫と判断してから、もう 50 cm くらい深く(ただし請負人救済のためにも、底面積(礎段)は根掘の広さ一杯とするがよい)する方が安全である。基礎工法が、杭打、矢板工、箱枠、井筒、潜函(ときに圧気工法)の何であれ、周囲の跡埋を十分にし、できればその地山以上に丈夫になるよう、大玉石を填充または捨石し、できれば表面

(橋脚の周囲)に雑石コンクリートその他の保護工をするといふ。

(6) コンクリート コンクリートについては、重量配合を徹底し(このためには簡単には釣合梃子(シーソー)を用いるが、大量の場合は自動計量装置を用いる)、打込後は十分に突き固めかつバイブレーターを用いる。耐磨性のためにはA.E.コンクリートを用いるがよいが、荒川で流水のため砂礫や大石がぶつかる場合には張石をするのが最もよい。

中埋コンクリートで強度をそれほど必要とせぬときは、コンクリートの節約と重量(安定度)増加のために雑石コンクリートを用いるが、この施工に際しては、あらかじめ必ずコンクリートを石の短径よりも高く打込んでおいてから、雑石を入れて足で踏込み、面を上に出さぬようにすることが必要である。

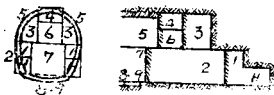
コンクリートはできるだけ機械練りとすべきではあるが、箇所当り少量のコンクリート、または川の反対側などで動力線や道路がなく、強いてミキサを用いると段取り倒れとなるような場合は手練りを用いる。この手練りの場合は機械練りと同等以上の品質とするために、練る回数を(ミキサは1分間16回以上)に対応し、セメントと砂の空練り6~8回くらいやり、必ずあらかじめモルタルを作るよう(この方が初めから砂利を入れるよりも楽であることを人夫に教育する必要がある)水は2回に分けて入れ、このモルタル練りを8~10回以上やり、砂利は最後に入れて4回くらい、合計20回以上練らねばならない(しかしこのやり方は疲れない)。

5. 隧道施工法

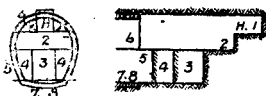
(1) 掘鑿方式(掘進切払順序) 地質によつて隧道は最も影響を受けるものであるから、その掘鑿方式も地質によつていちじるしく異なる。隧道の掘鑿はよほど地質のよい堅岩隧道で鑿岩架車(ドリルキャレージまたはジャンボ)で一時に全断面掘鑿を行う場合を除き、まづその一部分を先に導坑(Heading)として掘り、これから逐次切払げてゆくものである。図-20はその掘鑿順序を、地質の悪い方から堅岩に至るまでを上から列べたものである。

図-20 隧道掘鑿方式(掘鑿順序)(Hは導坑)

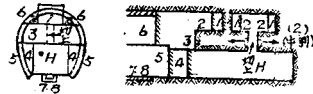
(1) ドイツ式(側壁導坑式)



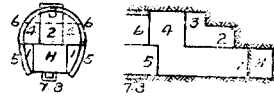
(2) 日本式(頂設導坑式)



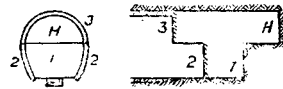
(3) 新塊式(及び中割式)



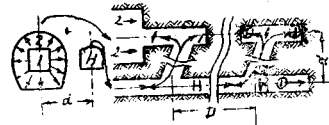
(4) 上部開鑿式



(5) 米国式(ベンチ式)



(6) 先進導坑式(及び中心導坑式)



地山が岩石で地質の中等の場合には、(3)の新塊式が最も多く用いられる。これは地質が悪くなれば(2)の日本式(頂設導坑式)に、また地質がよくなれば(4)の上部開鑿式に何時でも切換えられるのが特長である。地質がややよくなれば日本では普通中脊盤に中割(切上りを前後にのぼしたもの)を通す。

日本式では頂設導坑の左右に丸型を切つておいて、普通逆巻き(拱コンクリートを先に打つておいて、後から側壁を切払げ(土平を返し)て拱に脚をつける。最も地質の悪い場合には側壁導坑式またはシールドを用い、また水の出で困る場合は圧縮空気(最高3.5 kg/cm<sup>2</sup>)を用いているが詳細は省略する。

上部開鑿式は堅岩向であるが、特に山のよい場合は②④を一度に起し(中脊)、次に頂部も一度に落す3段式または中脊頂部を一度に落す2段式(逆ベンチ式ともいう)が用いられる。

以上底設導坑式は切払げに際して、導坑に礫棚を作つて、切払礫の積込に重力が利用できるのが特徴である。堅岩の逆ベンチ式の場合に、礫棚を用いず、上部を放射状穿孔により一度に爆破落下させて、礫を機械積したことがある(大糸線真那板山隧道一特許工法)。

ベンチ式では礫積には、特殊の棚をスクレーパー等の機械を用いるか、全部下に落ちて機械ショベル積をやる。

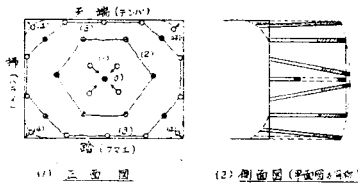
(6)の先進導坑式は堅岩の場合、普通の隧道工法(導坑切払併進式)では切払の礫積や置築のコンクリート作業が導坑の礫出運搬を支障するので、これを避けて本物の隧道と平行に掘進専門の先進導坑を設けてすなわち導坑と切払げを空間的に分離して)どんどん先へ行き、途中から分れて横坑から本隧道の導坑(中

中央導坑)を、切払並みに何箇所からも前後に掘り、これが貫通してから放射状穿孔を先行しておき、小口から全断面爆破を連続して、この切払の礪は機械ショベルで本線貨車に積むもので、最も進行の速いものである。

この先進導坑式の導坑の空間的分離方式に対して、導坑の切揚げと時間的に分離した専進導坑式があつて効果を挙げた(大糸線真那板山隧道)。しかし先進導坑式のように、先進導坑を後の二次導坑(中央導坑—一種の切揚げ)と距離を離せば、相互の干渉支障が少なくなるのと同様、大隧道の併進式一種に導坑の進行を急ぐ場合、分離式(導坑と切揚げを離して、運搬線を複線として切揚げの場所は各単線を専用する)と云う方法が考えられる。

(2) 坑道掘進の要領 山の堅くない導坑は、掘進速度は礪積に押えられるが、堅岩となると鑿岩時間も影響が大きくなり、かつ火薬への影響が大きくなる。これを能率よくするためには、導坑の正面壁(鏡)を平面でなくドーム状(すなわち平面的にも縦断的にも円頂型)に、また導坑断面そのものも、少なくとも天端の隅は角に起さずに丸く起した方がよい。

図一21 堅岩導坑掘進法

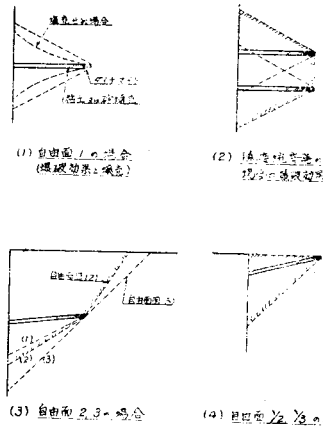


- (注) 爆破順序は、  
 (1) 馬鹿孔  
 (2) 心抜孔  
 (3) 四角孔  
 (4) 三角孔

これは爆破効果は自由面が多いほど(すなわち出張つた所ほど)よく、導坑の心抜は自由面が1であるが、隣接坑は齊発すれば相助け合い、時間的階段爆破をすれば、その他の孔は自由面が2以上となり、爆破の荷が軽く従つて火薬所要量が少なくなるが、隅は自由面が1/3(三面の隅—それで三隅と云う)爆破の荷が重いからである。この意味において爆破効果は、決して心抜孔の尖より先へはゆかないから、心抜は他の孔より長くかつ楔状に掘るべきで、かつその荷を軽くするために中央に捨心抜(馬鹿孔)を入れるべきである。また各孔の爆破効果を大きくするためには、ダイナマイトの外を粘土または砂等の填充をすることが必要なのはもちろんである。

なお底設導坑の盤は所定より上らぬよう(特に水の出る場合上りやすい)に、ハンドレベルでもよいから、毎日高さを測量すべきである。と云うのは後での

図一22 爆破効果と自由面及び齧



盤下げは、大きな労力を要し、かつ他の爾後の作業をいちじるしく妨げるからである。

(3) 切払と支保工 導坑の地質があまりよくないと、導坑枠を入れるが、地質の程度により、縫地、掛板(後普譜)とする。これを利用して礪棚とするときは、下に長手に桁の通つた担(ニナイ)を入れる(吊る)。

地質による切払方式と支保工との関係をざつと示せば、後光梁(日本式)、枝梁(新奥式、中割式)、合掌梁(中割式または上部開鑿式)の程度である。米国式ではアーチ型(角材)支保工があるが、日本では丸太を用い、かつ境目に桁を通した7枚合掌の程度の支保工が、アーチ式支保工として行われたことがある(日田線釈迦岳隧道)。

(4) 隧道疊築のコンクリート 隧道捲立のコンクリートについては、型枠(拱架—セトル—及び側壁型)に木製と鉄製とあるが、コンクリートの打込は多く坑外のミキサから、トロで鍋に入れて運搬する。この際運搬線を疊築完成部分を吊足場にして、導坑及び切払礪の運搬に支障しないよう能率化を計ることがあるが、運搬距離が長くなると、能率も悪く骨材も分離するから、ことに雪国では材料の置場に困るので、ミキサを疊築完成部分の奥に持込むことがある。疊築コンクリートの裏側、特にアーチの天端は裏を空かせないように十分栗石とコンクリートを詰めなければならない。アーチの天端は土圧のかかるおそれのある隧道では、必ず栗石を十分につめ、かつ豆砂利及びモルタルを注入しておかねばならない。大量のコンクリートの打込の機械化には最近ポンプクリートも用いられているが、これは放出口に圧力が無いのが欠点である。

### 第7章 開業関係工事

#### 1. 軌道工事及び架橋工事

軌道工事は軌道材料の集積が第一で、その場所をあらかじめ選んで準備することが必要である。普通工事

列車(建臨)によつて(保安工ダイヤ運転する)軌道材料を軌道の先端まで運び、軌条と枕木を下し配列した後打ちつけて、この空延しのまま進み、後から砂利列車で砂利を入れ、次に保線隊が突き固め(タンピング)をする。この空延しには、旧軍用の組立式貨車台車(軽列車)を用いると能率がよい(吾妻線の例)。

軌道工事の途中に橋梁があると、ここでその進行が止まるので、架橋工事はそれ自体が離れ業であると同時にその速度が全線の開通時期を支起する。構桁には昔は足場式(ゴライヤス・クレン使用)が用いられたが今はほとんど用いられず、架設用構式、突桁式(仮連結式)、ペント式、ケーブル式、舢舨式等種々架設法があるが、最も多く用いられる鉸桁では、一番普通なのは手延式、小さな桁は操重車式で、同じ径間の鉸桁の数が多いときは連結引出式も用いられる\*。

\* 架橋法については、専門書と同時に久保田敬一氏の論文「本邦鉄道橋の発達史」其他工事誌を参照されたい。

この手延または操重車架設法でよく失敗するのは、橋台裏が軟くて不等沈下して引つくりかえることであるから、土工工事の際に十分突き固めておくこと、架設の際は枕木の側下を軌条桁等で補強しておくことが安全上必要である。

2. 試運転, 開業及び残工事

軌道工事が開通し、他の営業用設備(駅舎その他及び運転設備等)が完成すれば、試運転(機関車重連に貨車より成る編成の荷重試験及び実際の列車による限界試験速度試験)等がすんで、本庁や運輸省の監査が終ればいよいよ開業する。

開業しても、工事場や材料の跡片付と、開通後の模様によつて要求される残工事があつて、開業後1ヶ年くらいはかかるものである。なおできた線路その他を鉄道局に、または道水路の付替等を町村その他に引継ぐ事務もなかなか多い。

なお予算に対する決算や工事報告書を作らねばならないことは云うまでもない。(完結)

次回講座について

1年にわたり連載された鉄道建設技術講座も本号をもつて完結いたしました。筆者桑原氏に厚くお礼申し上げますとともに、次号より東 寿氏(第三港湾建設局次長)執筆による港湾に関する講座を数回にわたり掲載いたしますから御期待下さい。(編集部)

39 卷 1, 2 号 “鉄道建設技術講座 (X) (XI)” 正誤表

ページ	行	誤	正	
一 月 号	72	右下より4~5	——一般に3交代), 2種(電気警報器付き)と3種(無監視)と	——一般に3交代), 2種(一定時間限り警守付き, 現在なし), 3種(電気閃光式踏切警報器付き), 4種(無監視)と
	73	左 20	(i) 立体交叉の特殊工夫の例	vi) 立体交叉の特殊工夫の例
	75	左 12	, 枯葉で湿り	, 枯葉で詰り
	77	右 22	(単T桁) 2列の	(単T桁) 2列の
	"	右 26	ば 30.0 m	ば 30.0 m
	79	左 10	ようどよいこととなり,	ようど一杯一杯となり,
"	左 12	K. S. 10 (簡易数),	K. S. 10 (簡易線)	
82	右下より 6	(大東線の例)。	(大糸線の例)。	
二 月 号	39	右 15~22	$B_1, B_2, H$ の単位 m は mm に訂正	$B_2 = 4760 \text{ mm}$
	"	右 19	$B_2 = 4760$ ,	
	41	左 (図-17)	(2), (3) の図面説明を入換える	(例えば特別甲線並)
	"	右下から 9	(例えば特別用線並)	(例えば特別甲線並)
	42	図-17 (12)	支線終着始発を本屋で行う型	支線終着始発を本屋前で行う型
	"	右下から 10	電気連動閉塞器を,	電気連動閉塞器)を,
43	左 24	(2) 防雪設備	(2) 防雪設備	
"	右 24~25	(監視所へ電鈴式連絡)	(監視所へ自動電鈴式連絡)	