

講 座

鉄道建設技術講座 (Ⅸ)

正 員 桑 原 彌 寿 雄

第5章 線路建造物の設計 (Ⅲ)

6. 隧道

(1) 坑門の位置 隧道は地形的に見て、i) 主として路線の勾配によつて克服しきれないで起る、山脈(峠)の横断隧道と、ii) 曲線で地形になら得ないで起る山腹隧道との2つの種類があり、いずれも切取の深さが経済限度を越して、隧道の方が単価は高くとも、工事数量的に施工量が少なくなる場合に作る建造物である。

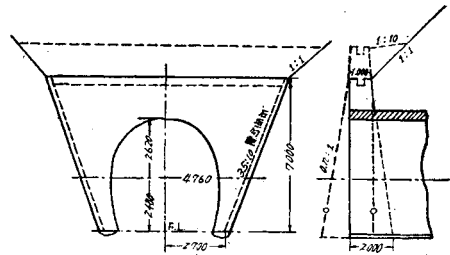
隧道を路線位置的に見た場合のことは、すでに選定の項に述べたから省略するが、隧道の設計に当つて留意すべきは、その工事単価が切取に対してはなほ高く、この意味においてその質的困難を支配する地質のよい所を選ぶのが、その単価を引下げるために最も必要な点である。

山腹に沿う隧道においては、位置的に曲線に支配されて、地質のよくない岩石風化帯もしくは崖錐を通らざるを得ないことが多いが、この場合でもでき得る限り山の心の方の岩石の堅い所に入れるべきことはいうまでもない。山脈あるいは峠を横断する隧道については、坑口をでき得る限り地質のよい(従つて侵蝕に抗して残つた)山の鼻に坑口を選ぶべきである。しかし一般に坑門の位置は切取が深くなつて隧道に変わる境目であり、三方が切取で、隧道部分に比較して堅硬でない風化帯もしくは堆積土砂の中であつて、最も地質の安定度の悪い所であるから、設計施工ともに細心の注意を要する。

(2) 坑門の設計 隧道の上の土被りが薄いと土圧の平衡が破れやすく工事中はもちろん竣工後も地震時豪雨時などに危険であるから、坑口は相当の土被り(大体隧道の高さと同等位以上)があるのが望ましいが、あまり地山に切込むと線路方向への土圧もあつて、坑門が外に押される傾向がありかつ落石、雪崩の危険もあるので、図-15のように坑門の面壁を高くして(ときには後日の上方延長や落石、雪崩止めに古軌条を植えておくことがある)埋土して余裕をとり、かつ重しをのせた形にした方がよい。なお排水溝を設ける

ことも忘れてはならない。

図-15 1号型隧道坑門図



また地山が堅硬でなく土圧のある場合は、図のように傾きをつけ、さらに坑門の付近は自重と土圧のため前面が沈下して、坑口から数m入つた地点は、線路直角断面にクラックを生じやすいから、地盤の硬くない場合は基礎コンクリートを入れるべきである。坑口の三方の切取の境目は隅角を作ると雨水で洗われるおそれがあるから、同一勾配の円錐面を入れるとよい。

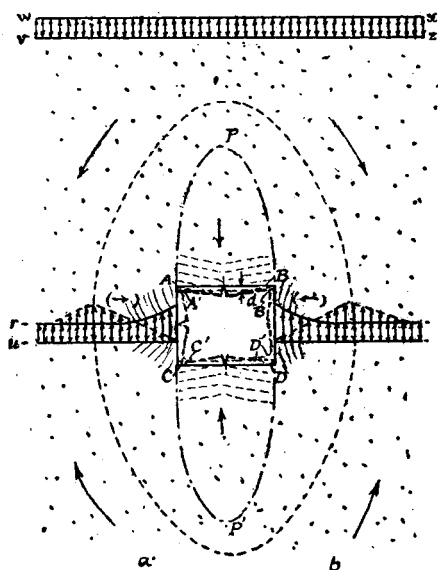
山腹隧道においては、山側の切取は高く法が走るのに、川側は隧道の覆工の背中が露われそうになることがあるが、この場合は坑門を少し線路に斜角にすると同時に、必要あれば川手側壁の下部を外側に厚くしていわゆる「抱き」を入れることがある。

(3) 坑道断面に働らく土圧 坑道断面に働らく土圧については、(a) 土被りがあまり大きくなってかつ地質が一樣な粒集体と考えられるような土砂類の場合と、(b) 被りが深くて地山自体のアーチ作用で、坑道断面にその上全体の地山の重量がかからず、坑道の掘鑿によりある範囲内の地山が弛んで、その地圧がかかると考えられる場合とがある。

前者についてはビール・パウマーの学説があり、これは坑道断面の脚部から、 $45^\circ + \frac{\alpha}{2}$ (α は土の安息角)なる角度で引いた範囲内の土の、水平土圧と垂直荷重(土の重量)とが働らくものとして考えるものであつて、この外力に抗して応力計算または図式力学によつて適当な形の断面となるように考えるものである。

後者にはウイルマンの学説があるが、これは図-16のように、地盤が相当に固い場合は、中の---線のもの

図-16 坑道断面に働く土圧



うに坑道の上下の部分の垂直力を受け、側壁の岩盤が強固であれば、坑道の上部の圧力は側壁に廻つて、圧力の分布は側壁寄りが高くなり、上下面が変形する。しかし岩質が丈夫でないと、影響圏が大きくなり断面全体が圧縮され、特に側壁部が破壊されると、圧力分布は点線のごとく、側壁寄り小さく少し後の影響圏の附近が最大となる。この点は炭坑の採炭に当つて地圧統制として利用され、証明されていることである。

また例えば堅硬な岩石でも、被りが巨大であるとその圧力も巨大となり、あたかもプラスチックのように変形し自由面では、清水隧道の側壁にあつたように「岩はね」の現象が起るものであつて、これを東大山口昇名誉教授は寒天模型による実験によつて弾性学的に説明しておられる。

この影響圏の形は普通抛物形または楕円形とされ、その大きさと長短径の比は地質と土被りの大きさにより異なるものであつて、これが隧道断面の形と巻厚を決定する要素であるが、実際にこれ等をはつきり数的に示すことは困難である。

(4) 隧道断面の設計

i) 隧道断面の形 上記の坑道に働く地圧から、隧道の断面の最も普通な形は馬蹄型であるが、地山が堅硬で水平圧力に対して変形するおそれが無ければ、側壁は垂直とすることもある。地圧力の影響で水平圧や下部よりの圧力による「盤膨れ」があると、これに仰拱を入れる。地山がさらに弛んだ土質の場合、またはプラスチックに近くなると卵円形が図式力学的解法による圧力線の形と一致するようになり、最後には膨

脹性もしくは流動性—粘稠度の高い流体と考えられる一の場合は円形が合理的となる(例：国鉄大糸線大野隧道)。

覆工に鉄筋が入らぬ以上張力を受けないようにするために圧力線は巻厚の中央 $1/3$ より出ないようにせねばならないが、このためには覆工の形を上記のごとく圧力線の形となるべく一致せしめ、かつ多少のことは巻厚を大きくして加減する。しかし巻厚は $80\sim 90$ cm 程度が限度であつて、それ以上は張力に耐え得るように鉄筋コンクリートとせねば不経済である。

ii) 隧道断面の標準型 国有鉄道では建設規定の建築限界に基づき、これに相当の余裕(拱部で 20 cm, 他に電化用余裕)を加えて隧道限界を定め、これによつて隧道の標準断面として、第1号型(図-15 参照—R.L. 上の巾 $B_1=4100$ m, 起拱線の巾 $B_2=4760$ m; R.L. 上の高さ $H=5100$ m の三心円)—電化用—と、第2号型直線用 ($B_1=3900$ m, $B_2=4560$ m, $H=4630$ m の二心円)—閉散線用—、及び第2号型曲線用 ($B_1=4080$ m, $B_2=4760$, $H=4790$ m の二心円)と三つの近似馬蹄型を用いている。このほかに大正初期から広軌改築用の乙型 (F.L.=R.L.- 0.457 m 上— $B_1=3810$ m, $B_2=4877$ m, $H=6020$ m の三心円) が作られている。なお明治時代の建設に成るものには、甲型と称して第2号型よりもさらに背の低いものがあつて、煉瓦造りでもあり改築の要に迫まられている。この隧道の中心は曲線においては建築限界がカントのため傾く関係上、線路中心より、内方に偏移せしめることになつてはいるが、その偏移量は線種別、半径別に定められている。

iii) 隧道標準断面の変型 軟弱地盤に対する特殊断面は既述のとおりであるが、岩盤の堅硬な場合には側壁垂直型が用いられ、これは脚部の巾が片側 33 cm ばかり広く、特に長大隧道で機械化した掘鑿、礫積量築を行う場合、複線運搬線のため、支保工(礫棚の脚)と側壁型枠とが支障しなくて作業能率上都合が非常によい。またこの場合側壁をアーチ型等にくり抜いて、コンクリート及び掘鑿量の節約を計ることがある(標準型でも地質のよい場合)。

しかし長大な隧道でも、それほど岩盤が丈夫でなくある程度の地圧に対して馬蹄型たることが要望される場合には(例え一部でも2種類の断面を用いるのはおかしいからこの折衷案として)拱の円を延長してこれに切する 1 分の傾きの側壁を作ると、片側約 14 cm 広い準馬蹄型となり、垂直型とほぼ同様の目的を達し得て、しかも掘鑿数量は標準型を振分けに切るので増えず、かつ垂直型の側壁の根元の掘りにくさがないの

が特長である。

iv) 隧道覆工の厚さ 隧道の巻厚は地圧がいちいち測定できない限り、経験を基礎とした感で定めるより方法がない。普通の岩盤で施工の際支保工が軽い枝梁式または合掌式の予想される場合は、巻厚 30 cm くらいとし、本格的枝梁式または後光梁式の予想される場合で 45 cm (坑口附近は地山が堆積土砂または弛んだ岩石が多いからこれに属することが多い) 以下同様とし、逆に山が堅くてところどころ合掌式または無普請(掘り放し)でよい程度なら、25~20 cm くらいとするのが普通である。しかしいくら山が堅くても 15 cm というのは、岩石の掘跡の凹凸がある場合は駄目で、炭灰岩等の豆腐を切つたように仕上げられる場合に限る。

なお隧道の巻厚設計に当つては、同時に掘鑿数量とその施工法(支保工及び掘鑿方式)とを想定することになるので、掘鑿の予算単価も推定することができるようになるのである。

(6) 隧道の附帯設備

i) 待避坑(マンホール) 開通後の保守巡視の際列車をよけるために、一定の片側に 40 m ごとに小型マンホールを、また 400 m ごとに中型を、1 600 m ごとに大型を(倍数半端は振り分ける)作るが、詳細設計は省略する。

ii) 下水 下水は中央に作る場合と片側(湧水の多い側)または両側(湧水の非常に多い場合)に作る場合とあるが、いずれも保守上軽い鉄筋コンクリート蓋をする。設計寸法は省略するが、水量に応じて断面を変化させることはもちろんである。

iii) コンクリート道床 国鉄では坑内保守作業減少のため、1 600 m 以上の長大隧道ではコンクリート道床(軌条一格上級)を用いる内規となつている。これは施工がうまくゆきさえすればよく目的を果すことができるが、なかなかうまくゆかないで、後で砂利道床に変えた例も多い。乗心地もよくなく、騒音も激しく、また高価なものであるから、運転回数の少ない線路では、むしろ軌条のみは 1 級以上上の太いものを用い、砂利道床も始めから厚くして、保守作業量を減じた方が無難である(国鉄コンクリート道床、標準示方書参照)。

7. 停車場の設計

(1) 停車場の意義 停車場と云えば普通駅のことをさし、一般に列車を停止または行違いさせ、かつ旅客または貨物を取扱う場所であるが、その一部の仕事のみをするものもある。ここでは、通常一般の単線の中間駅を主体とし、これに簡単な接続駅及び終端駅に

少しふれる。運転用専門の列車の行違いまたは待合せのみをする信号場や、もつぱら列車の分解、組成、車輛の整備、仕立等をする操車場(客貨2種類ある)については省略する。

(2) 中間駅の配線

i) 運転上よりの配線 鉄道の安全、迅速、確實の三原則よりして、列車は 1 区間(普通は駅と駅の間)に 1 個しか入れないことになつているのであつて(この区別を 1 閉塞区間という)、行違いまたは待避(待合せ追越し)は停車場でするから、これに必要な上り下りの本線や待避線(本線の 1 種)が要り(一般に日本では左側通行)、また能率上、上下列車が同時進入をするためには安全側線(砂利盛線)が要ることになる。

ii) 客貨扱上の配線 旅客は普通列車の停止した線路に沿うた乗降場で扱うからよいが、貨物の積卸は小口扱を除き、車扱になるものはその車輛を入れる側線でこれに沿う積卸場で扱うから、この貨物側線(貨物積卸線)と、貨車を列車から切離しあるいは列車に連結するために、一時入れておく側線(留置線)が必要である。また車輛の解(放連)結が多く、列車の組成上多くの車輛の入換が必要な場合には、入換線(仕分線)と、入換作業が本線を支障しないように引上線が必要となる。

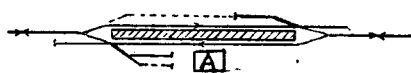
iii) 配線上の注意 本線上には対向分歧器なるべく避け、背向分歧器とすること、本線路を入換列車等で支障することなく、構内における平面交叉なるべく少なくすることは最も注意すべき点で、本線よりの分歧器はなるべく少なくせねばならない。このことはまた本線路の有効長をできるだけ長くとりことになり、配線を有効にしかつ停車場構内の長さをできるだけ短かくするために必要である。なお構内の見通しがよいようにすること、通過列車に対して支障の少ない配線で直線または直線に近い線形とすることも必要である。

(2) 配線例

i) 最も簡単な配線 本線路の中間で停車して簡単な乗降場で、旅客や小口貨物を扱う停留場は、行き違いがいから閉塞区間を形成せずその途中にあるわけであるが、複線は行違いには問題ないとして、単線でも信号機を置いて続行列車を許せば、1つの閉塞区間を形成する(単線、複線とも)。

行違可能な最も簡単な駅の配線は図一17の(1)~(4)であつて、いずれも単線の場合で、列車行違いのための上下本線と同時進入のための安全側線(砂利盛線)、及び貨物積卸線と留置線のほかに、本屋と旅客ホーム

図一17 (1) 島式ホーム (線路中心直線型)



(2) 相対式ホーム (線路中心互違型)



(3) 相対式ホーム (線路中心直線型)



(4) 貨物側線無手押型配線



を持つている。

貨車留置線は取扱車数が増すと点線のごとくなり、この場合積卸線の側の側線がまづぶえ、次に向い側の廻り線一入換距離と作業及び本線の支障の減少のため一を、最後に向側外側のヒゲ線を増す。

旅客ホームには図のごとく島式と相対式があり、また本線中心と配線の関係は、線路中心直線型と互違型 (進入の際対向分岐器が無いのが特徴) とあるが、図示のほかにもホームとの組合せがあるわけである。しかし最近ではほとんど中心直線型が用いられ、そのほかに列車進入の際のショックをさけるために両開分岐器 (例: 分岐曲線半径は 8 番両開は 12 番片開に相当する) が用いられている。

本線上の常用される分岐器は、最も簡易な駅では 8 番が用いられるが、使用回数の多い主要分岐器はなるべく 8 番両開または 10 番が用いられ、線路の等級、従つて列車速度が上れば、10 番両開き、12 番 (乙線)、16 番 (可動撤叉型、甲線) 等が用いられる。側線及び非常亘り線等はほとんど 30 kg/m 8 番分岐器が用いられる。安全側線は通過列車などに、必要ないときには、ショックを与えないために、(帽子型)遷移転撤器が用いられる。

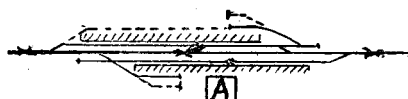
図一17 (4) は作業を合理化し最近駅員の数を減らすために閑散線区に用いられる無手押型である。

ii) 待避線のある配線 列車回数が多くて、貨物列車を旅客列車が、あるいは普通列車を急行列車が追越す場合には、待避線が必要である。図一17 (5) は裏線に待避線のある場合で、最も普通の場合である。なお図の右側の安全側線を延してあるのは、この図ではなく中級の駅で、扱車数が多く、裏に入換線 (仕分

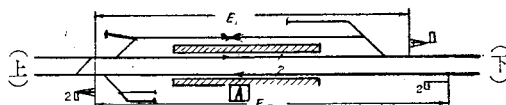
図一17 (5) 裏線に上下待避線のある型



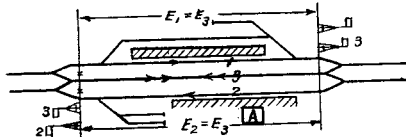
(6) 中線に上下待避線のある型



(7) (複線) 裏待避線型



(8) (複線) 中待避線型



線) のある場合に、安全側線に代えて引上線进行けることがあるのを例示したものである。

この配線では、単線であるからよいようなものの、列車の平面交叉が行われるのでこれを避けるために図一17 (6) のように上下本線の中線に待避線のあるものが用いられる。これは、特に旅客列車の待避のある場合には、向ホームを中線と外側本線との間に設けることが必要である。

複線の場合に裏側に待避線のあるのが、図一17 (7) であるが、これは出入に際して、上り待避列車は下り本線を交叉する欠点がある。そこで図一17 (8) のように中線待避とするのが望ましいが、既設のホームや跨線橋のために改良不可能なときは、図一17 (7) の裏本線を下り本線とし、図の下り本線を上下の待避線とすれば、旅客列車の待避があつても支障がない。なお複線では上下各 1 本の待避線のある配線がある。

iii) 急行直線通過線のある配線 単線でも、線路の本質が優秀な規格 (例えば特別用線並) であつて、地方の開発線であるとともに、幹線の性格を持ち、急行列車を多く通さねばならないような線路の中間駅は図一17 (9) のように中央に直線通過線を設け急行列車優先とし、両側に区間列車 (全部待避線に入れる) 用の待避線を設けるとよい。このような全待避型に駅を全部すれば、速度種別の違つた列車があつても線路容量がいちじるしく増すものである。

複線の場合は図一17 (10) のように両側に待避線がで

図-17 (9) 単線で急行直通線のある型



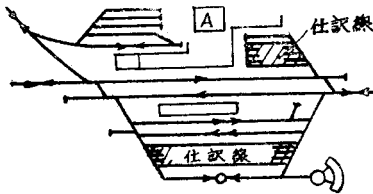
(10) 複線で急行直通線のある型



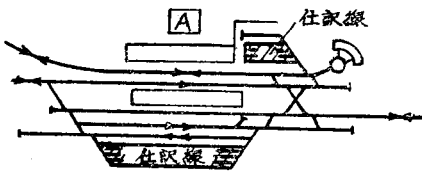
きる。図-17(9)の場合は向ホームを通過線と下本線の間に入れておくと急行列車の万一の停車の際に都合がよい。またこの場合(対向の待避列車が遅れた場合を考慮)最遠(最外方)分岐器の手前に安全側線を設けておく方がよい。

iv) 連絡分岐駅の配線及び終端駅 詳細は省略するが、ある線の駅から別の線(一般に劣位の線)が分岐する場合の配線は、その分岐する線はここで始発終着するわけであるが、その配線は(a)図-17(11)のように、本屋横に始終着設備をおくものと、(b)図-17(12)のように本屋前におくものことがある。また(c)本屋と反対側に分岐する線路は、貨車の中継作業の多い駅では、操車線と平面交叉すると作業に支障を来すので、駅配線の頭(引上線の外)で分岐するようにしなければならない。

図-17(11) 支線終着始発を本屋横で行う型



(12) 支線終着始発を本屋で行う型



この連絡分岐駅は、本支線並びに入換線の相互関連が多く、配線が複雑で連動関係もお互いが干渉してややこしくなるので、できれば本線路よりの分岐は次の駅に送つて、連絡設備のある駅と分岐駅とを分離するよう線路を選定すれば、両駅の配線ははるかに簡単となる。複雑な配線の駅から直接分岐すると、作業上立体交叉をさせなければならないが、かくすれば分岐駅では単線ならば平面交叉は無くなり、複線で平面交叉があつても大したことはないのが普通である。もちろ

んこの連絡駅と分岐駅との間は線路容量が不足しないように、必要があつたら複線化しなければならない。

終端設備は普通の中間駅と同様(ただし一般に客貨の扱量が多いから、配線数一側線は多くなる)な配線のほかに、車輛の留置線と外方に機廻り線及び機関車庫(または駐泊所)、転車台、給炭給水設備等の運転設備とその線路が必要である。

(3) 客貨取扱設備 客貨を取扱うためには、まづ駅務事務室(出札、荷物受付等)と待合室、休憩所等を含んだ本屋(簡易な駅は簡易型及び1号~5号の標準型がある)に旅客ホーム(最小巾2.0m)、貨物ホームに貨物上屋、荷物保管庫や各作業員詰所等が必要である。また旅客が多いと線路を挟んだ向うのホームに至る跨線橋または地下道(最小巾2.0m)が必要である。

跨線橋はたいてい鉄骨(多くは古軌条製)の構桁と木造の組合せであるが(ときには全木造)、火災のおそれと運転上見通しを妨げる欠点がある。

地下道は跨線橋に較べて一般に保守費は少ないが、建設費が高いと云われている。しかしこれは地下水位が高く地質の軟弱な場所を除き、必ずしもそうとは云えない。乗降場の面から上下する高さは、地下道は跨線橋に比して約1m低いのは、旅客にも便利であり安全でもあるが、安い原因ともなり、設計施工上巾が3.0m程度以下ならば地下道は安くできる(ことに跨ぐ線路の数が多いと跨線橋は支間が大きくなり工費が高くなる)。巾を大きくする必要のある場合(特別の大駅または大都市内の繁華街を除き)、地下道は3m以下のものを2列(できれば乗降別)にする方が得策である。

なお停車場には従事員の宿舎と給水設備及び電灯設備をすることはもちろんである。

(4) 通信及び信号保安設備

i) 通信設備 停車場間には通信線を設けて、閉塞器及び運転用電話線、交換直通線、接続線等の回線を入れなければならない。

ii) 閉塞設備 列車の運転保安上、単線ならば各駅に通常通票閉塞器(ときには電気連動閉塞器を、複線ならば双信閉塞器を置き、列車回数のいちじるしく多い場合は自動信号機を駅及び中間に置いて閉塞区間を小さく分割する(単線でも続行列車のために、あるいは途中分岐のために単線自動信号機を設けることがある)。

iii) 信号機 停車場には列車が本線路から駅構内に入線する際に場内信号機と、運転回数の多くて列車速度の高い線路ではその予告をする遠方信号機を、また構内本線よりの出発には出発信号機を設け、なお

通過列車のある場合には出発信号機の遠方信号機に相当する通過信号設備（腕木または色灯）を場内信号機につける。信号機には腕木式（普通二位式）、色灯式（普通三位式）の2種類があつて、安全（青）、危険（赤）、注意進行（橙）を示すものである。その他信号機及び次の連動装置の詳細は省略する。

iv) 連動装置 駅構内の配線で保安上1つの分岐器と他の分岐器とが相関連して、同時に動きまたは他を動かないように押える必要のある場合は、これを機械的に（ときには電気的に）連動してのみ動くように挺子と鍵的小片とで、結びつけまたは縛りつけておく。これが連動装置であるが、これはまた信号機と直接関連する分岐器との間についても同様である。この分岐器相互間及び信号機間の連動関係を一目瞭然に示し、その作用を研究しまた一般に周知せしめるものが連動表である。

8. 防火、防雪、及び落石防止設備

(1) 防火設備 急勾配線を均衡荷重を引いて昇る機関車は火の子を撒き散して走るのので、沿線の民家の藁家根や山林に火災を起しやすいため、家根は費用を出して瓦に葺き換えまたは亜鉛塗鉄板を被せ、また線路自体の上に鉄骨とスレートの家根（散火皿）を被せたりする。

(2) 防電設備 線路建造物は、降る雨に対しては法面保護工を施し、流れる水に対しては護岸や洗掘防止（基礎根入深めを含む）を対策とするが、水の変形たる雪は勝手が大変違つて厄介なものである。雪の線路に関する状態には i) 垂直な降雪（積雪量=降雪量）による積雪 ii) 吹雪（風により降つてから水平にしかも不均一に移動する雪—積雪量 \geq 降雪量）による積雪、iii) 雪崩（泡雪崩、底雪崩、沢雪崩）等がある。

i) 積雪除去対策 除雪には少量ならば、最も簡単には機関車の排雪器を利用し、次いで量と雪質によりラッセル（側削）、ロータリー（上方遠方削）、ジョルダン、マクレー等の排雪車を動かすが、最後にあまり雪が多くなり、列車が不通となると、人夫による人力除雪（ショベルによる階段切削上げ）より仕方なくなる。

排雪車による除雪には、切取の切掘げ（大体积積雪量1m増すごとに巾+2~3m、切取深さ5m増すごとに3mくらい）が必要であるが、雪があまり深くなると雪覆（木造、鉄骨、鉄筋コンクリート造）—特に駅の両端の主要分岐器の部分—を設ける。駅構内では分岐器には電熱融雪器をつけたりするが、積雪の処理に対して最も有効なのは流雪溝である。流雪溝は豪雪地の切取、停車場構内ときには築堤の肩にまで設けられるが、断面は巾45~60cm、深さ45~90cmくら

いで、要は豊富な水源をみつめて、十分な勾配すなわち速さで多量の水を流すことである。酷寒地では海水を用いることがある（青森の例）。

iv) 吹雪対策 吹雪に対する最良の策は防雪柵とされているが、樹木を代替更新するために相当の巾が要る。また築堤の昂上も効果的である。耕地の中で仕方ない場合は丸太に板葺管張の防雪柵（吹止式、吹払式）を毎年作る。また防雪堤（土堤、雪堤）を作ることもある。

v) 雪崩（類雪）防止法 (a) 雪崩は急斜面に起るものであるが、その発生防止のためには、斜面の階段切り、雪崩止杭、雪崩止軌条柵（木柵）等がある。

(b) 発生した雪崩を方向転換させるものには石造またはコンクリート造りの雪崩割り（逆V字型または \setminus 型）があり、線路の近くで受け止めるものには雪崩止擁壁（コンクリートまたは石造、中身土砂）がある。

(c) さらに大量または運動量の大きい雪崩は、図-18のような類雪割（ジャンプ台）、写真-1のような古軌条鉄骨製、既製コンクリート版による雪崩覆または後の図-19のような鉄筋コンクリート製類雪覆を作る。(d) 雪崩の恐れがありまたは雪で埋もれそうな隧道口は延長しておくことが最良の防雪対策である。

(e) 雪崩が発生して防護設備を越えて線路に及ぶおそれのある場所には、冬期雪崩警報装置（監視所へ電鈴式連絡）を設ける。(f) なおこういう積雪地には気象観測を行うことがあり、少なくとも量雪計（積雪標、量雪標—日量式及び自動連続式）を設ける。

(3) 落石防止設備 落石防止設備は、ほとんど雪崩防止設備と同様であつて、ただ滑り出しは止められぬから、落石の大きさと量に応じて、軌条柵、擁壁、落石覆（図-19参照）等が設けられる。

写真-1

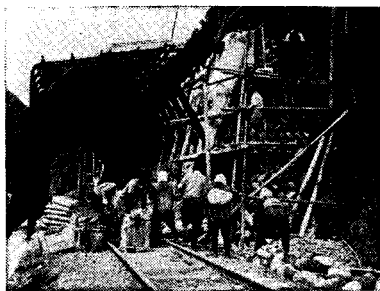


図-18 雪崩割

図-19 落石覆（類雪覆）

