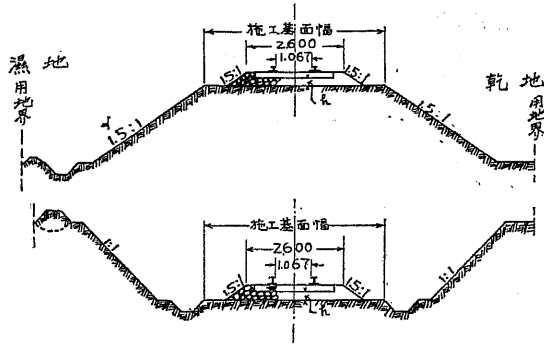


第七章 土工及び土留石垣

1 土工定規

鐵道線路の砂利、枕木及び軌條を置かない路面を施工基面と稱す。此の路面幅、即ち施工基面幅は、全線を通じて一樣にする。其の幅員は線路の等級により異なり、國有鐵道は第1圖の如く規程する。



第 1 圖

線路種別	築堤高さ	施 工 基 面 幅 (mm)				枕木下面より施工基面迄 (mm)h	
		6 m 未満	6 m 以上 9 m 未満	9 m 以上 12 m 未満	12 m 以上		
甲 線		4,800	5,100	5,400	5,700	4,800	200
乙 線		4,500	4,800	5,100	5,400	4,500	200
丙 線		4,200	4,500	4,800	5,100	4,200	150
簡易線		3,800	4,100	4,400	4,700	3,800	120

施工基面幅は曲線のカント 50 mm を超えざる場合に於ては 100 mm を、カント 50 mm を超ゆる場合に於ては 300 mm を中心より外方に於て増加するものとす
停車場外に於ける複線軌道の中心間隔

曲 線 半 徑 (m)	中 心 間 隔 (m)
800 以上	3,600
800 未満 500 以上	3,700
500 未満 300 以上	3,750
300 未満 200 以上	3,850

施工基面幅を決定するのは砂利の數量である。砂利の厚さが厚く其の底面の幅が廣ければ、之を支ふる施工基面幅も從つて廣くするのは云ふまでもない。砂利の底面の外方、兩側に如何程の餘裕を置く可きかは、一日に通る列車の頻繁の度により、換言すれば砂利搗固め、並に軌條の水平及び「通り直し」作業を、頻繁に行ふ必要あるや否やにより定まる。即ち餘り狭ければ是等の作業の際砂利が路面より外に飛散する虞あり、且つ器具を一時地上に置くにしても、不便である。線路工手が歩行するだけの餘裕が兩側にあることを、線路巡視上からも希望する。

曲線にありては軌條に高度を附する關係上、線路砂利一方の法肩が高くなるので、法足が夫れだけ走る故、之を考慮して必要に應じ、其の側を少しく廣くしなければならぬ。

此の外築堤の場合、其の高さが一定以上に増せば、法を緩にするか、或は施工基面幅を廣げる。以上の注意から線路等級により施工基面幅を第1圖の如く定め、且つ鐵道省建設局にては同圖に附屬する規程に從つて居る。

以上の施工基面兩側に切取りでは、底幅 1 呎、上幅 3 呎、深さ 1 呎の側溝を置き、普通の地質ならば法勾配を一割とする。築堤は法勾配を普通一割五分として、法下に側溝を置く。

2 切取及び築堤の均衡

鐵道線路の土工は、米國では Grading (地均し) と稱する位であつて、高きを切取り低きを埋めるを主旨とする。從つて高き所を切取る量と、低きを埋める量と、均衡を保つ様に施工基面の高さを決定すれば、其の工事費が安い譯である。之を切取及び築堤の均衡と稱し、線路選定の際、施工基面の高さを決定するに當り、最初に考慮しなければならぬ事項である。

或る箇所を切り取りて、其の土を以つて直ちに之に隣れる低地に盛ると云ふ様に、一つ一つが均衡を保つが如き地形は實際にあり得ない。又工區の始めの區間の切取の土を、遠く其の終端近くの築堤の區間まで運搬して、均衡を保たしむる

のでは、均衡の意味を爲さぬ。即ち土工の均衡を考ふ可き丁場を先づ定めなければならぬ。

此の丁場の延長は、地形及び地質によつて異なるも、普通自然に周囲の状況より定まる。隧道や橋梁があれば、其の竣功を待ち或は假橋を架して、其の向側へ土を運ぶことは、特別の事情ある場合の外、不経済であり、且つ竣功を遅延せしむる故、隧道より橋梁までとか或は土工數量と竣功期日長短に應じて 0.8~2.5 km の區間を一丁場として、此の區間の土工の均衡を考ふる。

又此の丁場は一組の勞働者、或は一人の下請の親方の仕事の單位としても、適當の區間である。

土工の均衡と云つても、切取りの地質により、若し山の心が堅岩にして其の切取 1m³ 1 圓以上を要する場合、築堤の土を得る爲め斯る堅岩を切取るよりは築堤用の不足土は、別に土取場を選定して、柔き表土を切り取り補充した方が経済的である。

同様に勾配其の他の關係により運搬に費用を要する時は、敢へて遠くより運ぶ必要なく、一方を土捨し一方を土取りするのが得策の場合がある。是等の關係は工費を比較して研究すべきであつて之によつて勿論施工基面の高さを加減する。

切取の地質は、單斜層、崖錐等にして、深く切取れば崩壊する虞のあるとき、又施工基面を高くすれば橋梁の高さを増して橋脚の工費を増加する場合等は、土工の均衡を破る方が得策である。要は現場の状況に應じて、最小の工費を以つて勾配の優良なる線路を得る様に、施工基面の高さを決定する。

數量的の均衡を考ふるに當り念頭に置く可きは、切崩した土の容積が増加する事と、築堤の土の落付きを豫想して餘盛りを要する事である。切崩しにより増加する容積は、地質により異なる。稀には含水其の他が發散する爲め容積の減する土もあるが、多くは切崩した容積は増加する、堅岩隧道の掘鑿の如きは 40 %も増加する。

餘盛は普通一割とするも、勿論土質により異なる。隧道掘鑿等岩石の破片を多量に含むものは收縮しない。土工の築堤盛土の鐵道省の仕方書には下の如く餘盛りを指定する。

築堤の高さ(m)	餘盛の高	築堤の高さ(m)	餘盛の高
1.5 未滿	15 cm	7.6 以上 10.7 未滿	高さの 7 分
1.5 以上 4.6 未滿	高さの 1 割	10.7 以上 13.7 未滿	" 6 分
4.6 以上 7.6 未滿	" 8 分	13.7 以上	" 5 分

法面には之に相當する腹付を施すべし、又餘盛の割合は築堤に用ふる土質の種類に依り若は一區間築堤の高さ異なるに依り増減を要することあるを以て監督員の指揮を受くべし

仕上ぐる時に、築堤の高さを必ずしも餘盛りだけ高くすることを意味するのではない。餘盛の量の中には工事中の沈下も含んで居るのであつて、仕上の時は今後沈下すると考へらるゝだけ高くする。

切取土坪の膨脹率を大略地質に應じて下の如くすれば大差はない。此の膨脹率と云ふのは切崩しの際増加せる容積から運搬途中の散失量、築堤工事中の落ち着く容積を減じたものであつて築堤の數量に仕上の際餘盛りす可き量を加へたものと對照するものである。地質の分類は後に記する方法による。

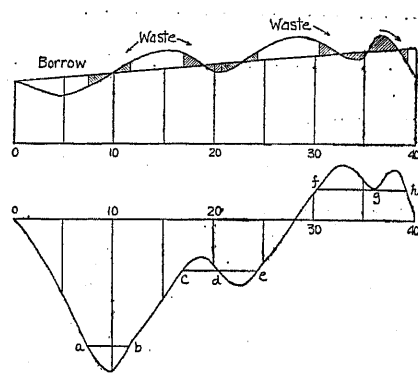
切取土質	土工増加係數(%)	切取土質	土工増加係數(%)
砂	5	普通土	5
粘土と砂	5	砂利と普通土	5
砂利と砂	5	玉石交り普通土	15
砂利	5	岩石	
粘土	10	軟質	20
砂利と粘土	10	硬質	50

3 マス・ダイアグラム及び土坪計算法

土工の均衡、平均運搬距離等を推定する便宜上、マス・ダイアグラムを作る事がある。之は我國では未だ一般化して居ないが、米國に於て行はる。

普通の縦斷面圖の下に、之と並べて距離の縮尺を等しくし、土坪數の縮尺を適

當にして畫く。始點より其の點に至る土坪數を其の點の縦尺として表はし、それが築堤ならば(-)として下に、切取ならば(+)として上に採る。第2圖の0~10に至る築堤の土坪數が10の縦尺であつて、10から切取りが始まるのであつて曲線は上向になり、切取りが増せば縦尺が(+)となり切取の終點が(+)の最大を



第 2 圖

示し其の後曲線が下向して均衡を保つ所で0となる。

マス・ダイアグラムには次の諸性質があり之を利用する。

- (a) 二點の縦尺の代数差は二點間の土工總數量を示す。
- (b) 水平線を描き之がマス・ダイアグラムを切る二點間では、常に切取りと築堤の量が等しい。即ち土工の均衡が保たれて居る。
- (c) 水平線と曲線との間の面積は、此の二點間の土を動かす總輸送量、即ち、立坪鎖、又は $(m^3)(m)$ を表はす。

切取及び築堤の土坪を計算するには、縮尺 100 分の 1 横断面圖の上にて土工の横断面積を求め、之に長さを乗する。横断面測量は 20 m 毎に採るを原則として地形の變形著しき時は其の間にも採る。横断面積を求むるには、三斜を組み(高さと底邊の等しき三角形の面積は等しい、と云ふ定理により多角形を順次に等積の一つの三角形に化する事)たるも、最近ではプラメーターを使用する。

築堤から切取りに移る時には必ずそれは零となる地點がある。然しながら切取の零となる點と築堤の零となる點とは一致しない。一箇所の横断面に於て片側は切取り、他の側は築堤となる事あり、又丁度切取又は築堤の零となる地點の、横断面を豫め測量する事は困難である故、此の零の地點は推定する外ない。

其の方法は、A、B 兩断面に於て基面幅が第3圖の如くなる時は A の位置より

$$d \times \frac{a}{a+b}$$

第 3 圖

だけ距りたる點を築堤の始點とする。

茲に d は A、B 間の距離とす。

或る點と其の隣の地點との間の土坪は、二つの横断面積を加へて平均して二點間の距離を乗じたものである。

縦断面圖に於ける施工基面と、地表面との高さの差は、線路の中心線に於けるものを表はす。縦断面圖の上に於ては築堤を示しても、横斷の方向に地面が水平でない爲め、切取の斷面積の方が多いかも知れぬ。然しながら普通縦断面圖のみより土坪を求むる時には、地面は横斷の方向には總て水平であると假定し、此の高さより計算する。斯くして計算するも總計に於て大差はない。

4 切崩し

切崩しの方法は地質により異なる。取扱ふ土質により器具を異にす。普通の軟き土質には、丸ショベル、角ショベル、鍬、唐鍬、鋤を使用し、稍硬くなるに従つて萬能鍬、三本鍬、鶴嘴を使用し、裂目多き岩石、玉石混り土砂には鶴嘴を使用しバールにてこち落とし、岩磐はハンマーと錐で鑿岩し、火藥を填めて爆發する。岩磐を深く切取る箇所は壓搾空氣によりて動かす鑿岩機を使用する。鑿岩機もハンド・ハンマー及びジャック・ハンマーの如き比較的小型のものが便利である。

爆發して切崩す方法に小發破、中發破、大發破の區別がある。大發破は坑道を掘進して、之に多量の火藥を填充密閉して爆發するものであつて、鐵道建設工事にては殆んど行ふ事がない。

中發破は深さ 5 m 以上鑽孔して爆藥を填充して行ふもので、鐵道線路の切取工

事にも其の土坪数大ならば之を行ふ。即ち法肩に、6~20 呎間隔に上總掘式に鑽孔し、之に火薬を填充して、同時に全部爆發する。鑽孔機には、小さき機とガソリン機關を備へたるサンダーソン式が最も適當である。切崩したる土砂を積込み運搬中、法肩に於て鑽孔し終れば爆破して順次切擴げる。

小爆破は普通鑿岩して行ふ。

切崩しの際、少しの勞力にて多量に崩さんために、下をえぐり取り、上を被ぶらせて、重力により自然に崩壊せしむる方法を探る事があるが、豫期せざる内に崩壊して労働者が下敷となり、死傷者を生ずる事故を起し易い。又必要以上に崩壊せしめて、結局法勾配を緩にして切り増す事となり、損害を被むる事ある故、監督者は注意を要する。

切崩しに要する勞力、分掛りは、地質地形により、又切取る一箇所の數量により甚だしく差異あり、且つ地質を表はすにも一定の標準とす可きものがないのである故、精密に信用し得る數字を擧げ得ない。先づ地質を分類するを要する。

切取の地質に依る分類

土砂は成因に基き各種の土質を一般に用ひらるゝ名稱に従ひ、之を切崩作業の難易の程度によつて三種類に分類するものとす。I は最も切崩容易にして III は最も困難なるものとす。

各種土質の表はし方は其の主成分を呼ぶ事とす。従つて III に於ける砂利交り玉石層の如きも粘土、砂等が存在せざる意味に非ず。

本表に於て玉石とは主として直徑 50 cm 以上のものを意味す。但し玉石層と稱するものに之以下のものを混有する事勿論なり。

岩石は其の種類、風化及龜裂の程度を考慮し切崩作業の難易即爆破用の勞力、其他の工事費の多少に基き之を I より VI までの六階級の群に分類す。I は最も切崩容易にして VI 最も困難なるものとす。

各階級に屬する岩石の名稱、風化、龜裂其他の状態を別表(第1表)の如く一定す。

土砂分類表

注 同一土砂に於ても含水量多きもの程又凝聚力弱きもの程軟弱にして之による順位の變化は適宜判斷する事。

第 1 表

存在の状態		階級		
		I	II	III
沈 澱 層	崩壊土砂 (移動性あるもの)	粘土に多少の砂礫を含むもの		
	崖 錐	角礫を交ふる土砂	主として角礫 角礫に多少の土砂を交ふるもの	
	扇形沖積層 其他	粘土及砂 粘土砂に小礫を有するもの	角礫を有する砂層	
	段 丘	粘土交り砂層	砂利層 砂利、砂の互層	玉石層 砂利交り玉石層
	洪積層又は 沖積層	粘土層砂層 (峰豊線の砂丘の如きも含む) 砂交り粘土層 泥炭層(ヤチ)	砂礫層	玉石砂利層
	第三紀層		固結弱き砂層	固結弱き礫層
火山性 堆積層		火山灰層 白砂 ローム	砂、礫層	
風化成生物 (本來の位置に於て)	土 粘土 砂礫交り粘土	眞砂土(花崗岩の風化せるもの) 土砂(角礫を有する小礫を含むもの) 粘土交り角礫(片岩等の風化せるもの)	眞砂土(花崗岩の風化せるものにして風化せざる堅き玉石を含むもの) 大玉交り土砂(稜角あるもの) 角礫(岩石の龜裂全く遊離せるもの)	

第 2 表 土砂分類表の説明

土質の程度		切取作業難易の程度
I	沖積層にして粘土、土等の軟かきものにして田畑、耕地等に用ひ得るが如きもの 泥炭層(ヤチ) 風化土層にして森林等に適するが如きもの	切崩し作業中崩壊し易きもの 一部ショベルのみにて取り得るが如きもの
II	東京附近に發達する赤土の厚層にしてロームと稱するが如きもの 九州南部に發達する火山灰、火山荒砂等の層にして白砂と稱するが如きもの 花崗岩の風化によりて生じたる眞砂と稱するが如きもの	ツルハシにて切崩し得るもの 或程度迄垂直に取り得るもの

	段丘に多き砂、砂利の互層にして相當しまりたるもの	
Ⅱ	段丘にて砂利を交ふる玉石の厚層岩石の風化分解により龜裂は全く遊離して角礫、岩塊等の集合状態をなすもの	ツルハシのみにては困難にして時には石工又は發破を要するが如きもの

第 3 表 切取岩石分類表説明

岩 質 の 程 度		切取作業難易の程度
I	第三紀の岩石にして固結の程度弱きもの 風化甚しくして極めて脆弱なるもの 指先にて離し得る程度のものにして龜裂間の 間隔は 1~5cm 位のもの	ツルハシにて掘り起し得る程度 のもの
Ⅱ	第三紀の岩石にして固結の程度良好なるもの 風化相當進み多少の變色を伴ひ輕き打撃に より容易く割り得るもの 離れ易きもⅠよりは密着するものにして 龜裂間の間隔は 5~10cm 程度のもの	一部ツルハシを使用し一部ダイ ナマイトを使用するが如きもの ダイナマイト使用量 80 gr/m ³
Ⅲ	凝灰質にして堅く固結せるもの 風化は龜裂部分即ち目に沿ひて相當に進め るもの 龜裂間の間隔は 10~30cm 程度のものに して輕き打撃により容易く離し得る程度 のもの 異種の堅き岩石の互層をなし層面は樂に離 し易きもの	全部ダイナマイトを用ふるもの ダイナマイト使用量 120 gr/m ³
Ⅳ	石灰岩、多孔質安山岩等の如く特に堅緻な らざるも相當の堅さを有するもの 風化の程度餘り進まざるもの 堅き岩石にして間隔 30~50cm 程度の龜 裂を有するもの	ダイナマイト使用量 160 gr/m ³
V	花崗岩、結晶片岩等の全く變化せざるもの 龜裂間の幅は 1m 内外にして相當密着せ るもの 硬き良好なる石材を取り得るが如きもの	ダイナマイト使用量 200 gr/m ³
Ⅵ	珪岩、角岩、石英安山岩等石英質に富むもの 即ち岩質最も堅きもの 風化せずして新鮮なる状態にあるもの 龜裂少くよく密着せるもの	ダイナマイト使用量 240 gr/m ³

鐵道省建設局に上の如き分類法の案がある。

以上の各種別地質の、切崩し勞力歩掛りの大略標準を次の如くする。

地質	1 m ³ 當勞力費				1 m ³ 當火藥類其他					
	土工夫	坑 夫	石 工	計	ダイナ マイト	雷 管	導火線	計	鑿 其 燒 他	
土	I 人・ 工費	0.05			Ⅲ 0.065					
	Ⅱ 〃 〃	0.08			0.104					
	Ⅲ 〃 〃	0.14	^ (0.07)	(0.020)	(0.152)	kg (0.04)	テ (0.9)	m (0.6)	(0.099)	(0.025)
岩	I 〃 〃	0.15			0.152					
	Ⅱ 〃 〃	0.10 Ⅲ 0.13	0.15 Ⅲ 0.24		0.370	kg 0.08 Ⅲ 0.12	テ 1.7 Ⅲ 0.034	m 1.0	0.189	0.08
	Ⅲ 〃 〃	0.10 0.13	0.20 0.32		0.450	0.12 0.18	2.7 0.054	1.6 0.056	0.290	0.10
	Ⅳ 〃 〃	0.15 0.195	0.30 0.48		0.635	0.16 0.21	3.6 0.071	2.2 0.078	0.359	0.15
	V 〃 〃	0.20 0.26	0.40 0.62		0.882	0.20 0.30	4.5 0.090	2.7 0.095	0.485	0.22
	Ⅵ 〃 〃	0.25 0.325	0.50 0.80		1.125	0.24 0.36	5.3 0.103	3.3 0.113	0.576	0.27

査 定	土工夫	1.30 (實働 10 時間)	ダイナマイト (kg)	1.500
	坑 夫	1.60 (")	雷 管 (テ)	0.200
	石 工	1.80 (")	導 火 線 (m)	0.035

5 法面勾配及び其の保護工

切取の法勾配を定むるにも、據る可き一定の基準法則が未だ無いと云ふ方が當つてゐる。經驗により「感じ」で決定するより他に方法がない。

普通締つた土ならば 1 割、弛緩した土質は 1 割 5 分或はそれ以下、山崩跡、其の他削行の疑ある所、第三紀層の風化して水を含めば流動體に近づくが如き土質では、2 割 5 分又は 3 割の法に切る。

稍々硬き礫又は岩石の法勾配も、必ずしも急にする事が出来ない。單傾斜の場

合、層の走行と線路の方向とによつては、層の面に沿つて滑動する事をも考慮しなければならぬ。火成岩の節理に就いても同様である。

一般に岩石特に裂目の多きもの、大玉石を含む層等の法面は、規則正しき平面にする事が出来ない。將來崩れ落ちる虞のなきものは其の儘残しても差支ないが、虞のあるものは是非落さなければならぬ。斯の如き地質にして、甚だしき場合は、落石留擁壁を線路の傍に築造し、法を放置して崩るゝに任するより外に方法がない事がある。

花崗岩の風化せる眞砂土、九州の南部其の他火山地方に多きシラス、又は火山灰の如く、水には洗ひ去らるゝも、砂よりは粘着力があると云ふ如き土質の、切取法面は垂直に近くする程、雨水に洗はるゝ度が減する故、安定となる。普通斯の地質は法勾配を 2 分又は 2 分 5 厘とする。

堅固なる岩石ならば勿論垂直近く法面を立てる。地形により法面が遠くに走り、之を維持するに困難なる場合、或は、此の爲めに切取土坪の數量増加する場合は法の腰に土留石垣又は擁壁を造り、法長及び坪數を減する。石垣又は擁壁の高さは、地質地形及び切取と石垣との工費の割合によつて異なる。

切取れば崩壊する虞ある地質にして、然も或る程度の切取を避け難き箇所には線路の兩側に先づ土留矢板を施して根掘し、擁壁を造り、然る後に切取ると云ふ案もある。一旦滑動せるものを土留擁壁にて押へる事は、不可能に近い。動いた部分は全部取除かなければならぬ。

切取法面には普通の土質ならば、芝を張つて小き崩れを防禦する。張芝工は 1 平方呎位の根のはつた生芝を、其の四隅竹串(長 7~8 吋)又は釘で留めて隙間なく張り詰める。土質によつて芝の着くものと枯れるものとある。同じ土質でも、夏の早魃期に張つたのでは生ひつかぬ事が多い。時季を選び芝を豫め用意して、法面を仕上ぐる直後、未だ土の有する濕氣を失はぬ中に張れば多くの場合つく。

松の生えて居る海岸の砂丘を切取る時も、砂の水分を失はぬ中にさへ張ればつ

く。然しながら土丹盤、土氣のなき砂等如何にしても芝のつかぬ地質がある。之を見分くるは經驗によらなければならぬ。

張芝の工費は、切取の法長及び場所により異なる。芝を遠方より運搬する所では高くなる。1 m² 當りの張芝の工費は大略次の如し。

1 m² 當り張芝費

芝代	張手間其他					
	山代	採集費	運搬費	土工夫	並人夫	竹串其他
歩掛		0.03		0.015	0.015	
金額	0.01~0.04	0.036	0.05~0.10	0.02	0.014	0.01~0.02
	1 m ²		0.14~0.23			

但土工夫賃金 1.30 圓 並人夫 0.90 圓とす。

1 m² 10 錢 乃至 25 錢 と見れば宜しい。

砂を除き、芝のつかぬ土質は、磬又は磬に近き堅き土質である故、寧ろ法面の風化してポロポロ落るのを豫想して、施工基面の兩側溝の外に少く餘裕を置き、落ちる土を一時此處に預けて後取り除く事にして、法勾配を立てる方が得策である。

切取法面の一部より水の滲出する所は、軟き土質ならば其處から「膿んで」崩れる虞あるにより、其の部分の軟き土を除去し、空張石を施し、水を盲下水により線路の側溝に導く。

切取法面全體より降雨の後水が滲出し、土を半流動化し崩壊せしむる虞ある所は、法面に網の目に盲下水を置き、之により速に排水して法全體に水が浸潤するのを防ぐ。盲下水とは、普通の溝に玉石又は栗石を充填して其の間隙を透して水を流すものを云ふ。時に之を暗渠とする事がある。

6 ガンナイト(セメント吹き着け)

裂目多き岩石、凝灰岩、粘盤岩、火山噴出物等の地質を切取りたる時、其の法

面が漸次風化して小石が絶えず落下し、暴風雨の際に崩壊するに至るものあり、線路の保守上危険である。斯る法面を防禦するにはセメント・コーティング或はガンナイト俗に「セメント吹き着け」と稱するものが最も適當である。セメント・ガンにより、切取りの法面全體に厚さ約1吋モルタルを吹きつけ、之により風化を防ぐ方法である。

寒氣酷しき地方にして、法面より多少の水が常に滲出する所にては、冬季凍結して、斯る薄きモルタルは破壊さるゝ故不適當である。水の滲出せざる所又は暖き地方にのみ使用する。

モルタルを一層強固にし、且つ着きを良くするため、法一面に鐵網を張り之にモルタルを吹きつける。最初所々に股釘を岩石中にセメントにて埋め込み、之により鐵網を支へ、岩石の軟き部分には股釘を打込んで止むる。1坪に約30本の股釘を使用する。鐵網は川崎式クリンプ型16番線、編目 $2\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}''$ 程度のものが有効である。

セメントガンはNI型を使用し、之を運轉し吹き着くる空氣壓縮機は壓力毎平方吋50封度、45馬力のガソリン機關で運轉するものが適當である。

膠泥は普通セメント1、砂3の配合とするも、セメントの飛散するものがある故容積より計算せるもの、30%以上を要する。又相當多量の水を要する。1時間連続運轉するために必要な給水量は約70ガロンである。

水はセメントガンのノズルの尖端で加減する様になつて居て、吹き着けたモルタルの色及び其の流れの様子により、水を多く又は少く加減する。吹き着けたモルタルの厚さは、1吋乃至2吋であつて、1回半吋位の厚さに數回に仕上ぐる。

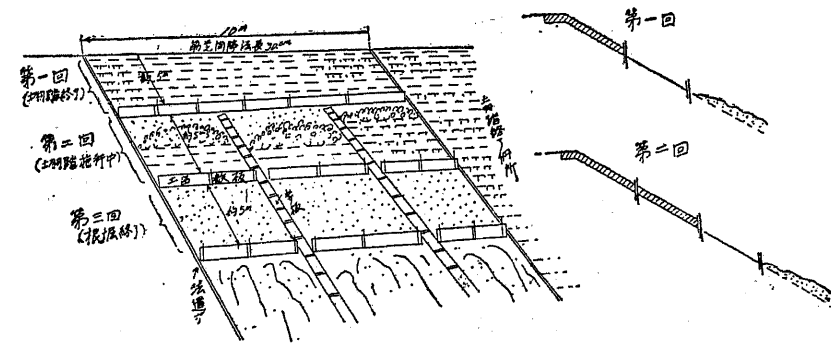
平均厚さ2吋として、1日約20~25面坪仕上ぐる。其の工事費平均厚さ1吋半として昭和六年の物價標準にて、1面坪、金網を使用するもの6圓50錢、金網を使用せざるもの4圓50錢位である。

7 砂の法面保護工

砂丘を切取る時其の法面の維持にも工夫を要する。動きつゝある砂丘を切取れば、それを埋め戻さるゝのを防ぐため、防砂林其他の施設を要する故出来るだけ避くるも、安定せる砂丘地方には線路を通し其の一部を切取る事がある。古き砂丘にして多少土氣を含むものゝ法面には、時期を選びて施工すれば、普通の張芝でも着くが概して砂地には芝の生えつかぬ事が多い。

斯かる砂地に張芝を施すには、上に粘土を置くより他に方法がない。最近峯豊線(峯山より豊岡に至る)に施工して成功せる實例を茲に述ふる。

同線木津、神野間に於て線路の一部砂丘を通過せるに、其の切取に於て砂の崩れる箇所があり、切取の法勾配を1割5分とし、其の上に厚さ1尺の粘土を踏み、筋芝を入れて土坡工を施した。



第4圖

砂は乾燥すれば、粘着力を失ひ崩れて、其の休息角は1割7分程となるが、切つた直後濕氣を含む間は1割5分にしても保つので、第4圖の如く切取法肩から、仕上げ、水分のある内に粘土を置き土坡を打つた。後には全法長施工基面まで一時に施工したが、初めの間は1割5分に一部切るや否や、下を板に支へ、土坡土を置いた、筋芝は普通の築堤の如く置いた。粘土は切取法肩に輕便線を敷き之により運搬し、法肩から下に漏斗で落した。

8 積込及び運搬

切取に於て切崩したる土は之を築堤盛土に充當するか、或は他に土捨する。土を運搬する最も普通の方法は、輕便軌道を敷設し、其の上に小さき土運車を一臺づゝ手押して動かすものである。

勿論積込みはショベルを使用して人工による。未だ鐵道工事に於ては、スチームショベル其の他の切取積込機を使用する機會は少い。一箇所の切取土坪數が多量でないのと、是等の機械器具を現場に運搬し据付くるのが、鐵道建設工事の性質上困難なる爲めである。然しながら、一箇所の切取土坪多量なる時は、之を使用する方が經濟である。キャタピラーの着いた小型の機械が便利である。

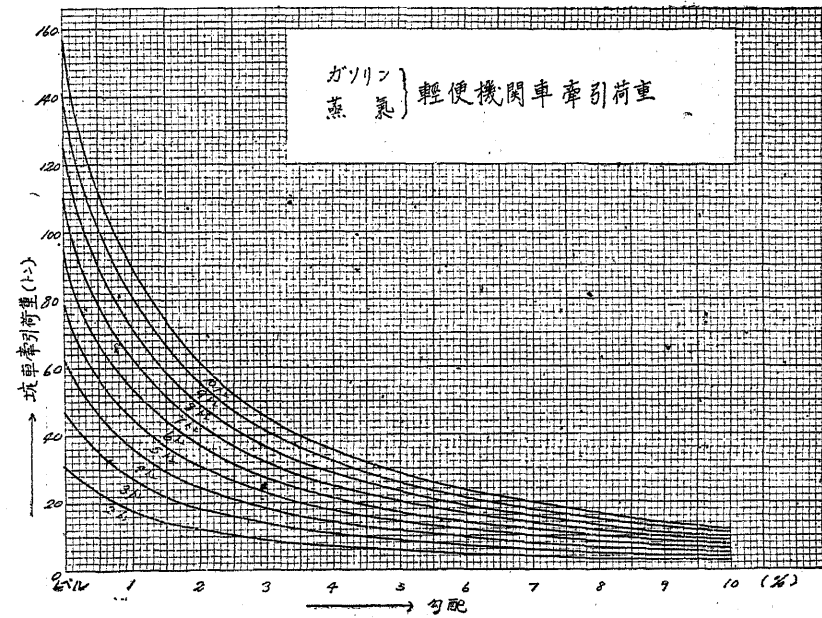
運搬輕便線路は普通 7.5~12 kg 軌條を使用し、軌間を 2 呎にする事が多い。12 kg 以上の軌條を使用して軌間を 2 呎 6 吋にする事もある。2 呎と 2 呎 6 吋と何れかを選ぶかに就き議論がある。人力により積み込み、特殊のダンピング装置なき土運車には 2 呎軌間が取扱ひ便利とさるゝ。

スチームショベルを使用してダンピング装置を有する土運車に積み込み、之を列車として機關車を以て牽引するものには、2 呎 6 吋以上の軌間が便利である。一時 2 呎 6 吋軌間を多く使用せるも、近頃隧道工事に於て、又 2 呎軌間を有利として之を使用するに至つた。木製の箱トロと臺車を使用して、臺車共持ち上げて土を落すには、2 呎軌間が便利である。

輕便軌條 1 本の長さは普通 18 呎であつて、之に 7~8 本の枕木を取付くる。鐵道線路の土工工事では、其の竣功と共に軌道に移轉するので、軌條に枕木を打付けた儘梯子形にして運搬する事が多い。斯る故に、軌條に始めより附着せる鐵枕木を使用した事もあり、取扱には便宜であるが、未だ木の枕木が經濟である。枕木には長さ 3 尺徑 2~2.5 寸の丸木を使用する。

鐵道工事に於ては、平均運搬距離 1,000~1,200 m まで手押するも、之以上なれば馬又は機關車を使用する方が經濟的である。勿論運搬する土坪數によつて此の距離に多少の差異がある。

昔は 2 呎軌間の蒸汽機關車のみを使用したか、重量大にして線路の保守に注意せざれば脱線する度數多く、其の點火の不便、燃料石炭の運搬、其の他運轉取扱上より蒸汽機關車を嫌ひ、取扱ひに便宜なるガソリン機關を近年使用するも、一箇所の土坪多くして規則正しく終日運轉し、線路の敷設並に保守に相當注意し得る場合は、蒸汽機關車は尙經濟的である。蒸汽機關車並にガソリン機關車の牽引力及び費用を次に掲ぐ。



土工用蒸汽機關車經費調

項目	種別	6 噸		8 噸		10 噸		15 噸		摘要
		米噸	噸	米噸	噸	米噸	噸	米噸	噸	
牽引力 (土運車)	水平	94	85.5	12.5	114	157	143	235	214	
	1%	54	49.2	78	71	90	81.8	135	122.5	
	2	36.8	33.4	49.1	44.6	61.4	55.8	92	83.7	
	3	27.3	25.1	36.4	33.1	45.5	41.3	68.3	62.2	
	5	17.1	16.0	22.8	20.7	28.5	25.9	42.7	38.8	

石炭	消費量(10時)	0.300 噸	0.318 噸	0.332 噸	0.345 噸	摘 要
	單 價	14.167	14.167	14.167	14.167	
	金 額(1日)	4.250	4.505	4.700	4.870	
	油ボロ等(1日)	.200	.229	.245	.258	
	運轉 勞力費					
機 械 原 價	8,200,000	8,400,000	11,000,000	15,400,000	大小修理及び利子を含む	
壽 命 (年)	25	25	25	25		
償 却 率(年%)	11	11	11	11		
同 (1日%)	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302		
償 却 費(1日)	248	254	332	465		
1 日 總 經 費	7.998	8.288	8.577	8.893		

土工用瓦斯倫機關車經費調

項 目	種 別	4 噸		6 噸		7 噸		摘 要
		米噸	噸	米噸	噸	米噸	噸	
牽 引 力 (土運車)	水平	63	57.1	94	85.5	110	99.8	1 噸當り抵抗は 30 ポンドとす
	1%	36	32.6	54	49.2	63	57.1	
	2	25	22.7	37	33.4	43	39	
	3	18	16.3	27	25.1	32	29	
	5	11	9.9	17	16	20	18.1	
機 關 馬 力		30		48		52		毎分 1,000 廻轉にて 四氣筒水冷式
氣 筒 寸 法		4"×5"		5"×6"		5"×6 1/2"		
ガ ン リ ン 機	消費量(10時)升	20		24		25		(7 噸車は) 盛建飛鳥隧道の實績
	單 價 (圓)升	0.250		0.250		0.250		
	金 額 (1日)	5.000		6.000		6.500		
油、ボロ等(1日)		0.250		0.300		0.325		
人 件 費	機 關 手	1		1		1		1 日給金 2,300 とす
	助 手	—		—		—		
	費 計 (1日)	2,300		2,300		2,300		
機 械 原 價		3,100,000		4,500,000		5,200,000		昭和 7 年朝國產品
壽 命 (年)		10		10		10		
償 却 率 (年%)		20		20		20		

同 (1日%)	0.057	0.0547	0.0547	
償却費 (1日)	.169	.246	.284	
1 日 總 經 費	7.719	8.846	9.409	

土運車は普通1合積(実際には1合2勺)の箱トロを使用する。車臺の大きさは、6'-0"×4'-6"であつて、之に軸承函(ボックス)を取付け、其の中に車軸を承け之にマシン油又は種油をさす。車輪の径は外側で1呎鑄鐵にしてトレッドをチルドする。車輪には約 1/2 吋のフランジを内側に附す、其の軌間は軌條の軌間よりも 3~5mm 狭くする。

此の車臺の上に底のない箱を載せる。箱の高さは約 1 尺 7 寸側板を内方に傾斜せしめて底の面積を廣くする。人力で積み込むには、箱の上端の高さは地上より 1m 以下なるを要する。此の箱トロに山盛に積めば約 1 合 3 勺を入れる。土を卸すには、箱を抜き取り其の幾分をスコップにて卸し、後一方の車輪側を持ち上げて全部の土を卸す。

此の土運車を男 2 人又は男 1 人女 1 人にて押す。他より土取して高き築堤に押し上ぐるが如き所は、此の外手助人力を要す。坂を下る時は、2 人共車上に乗り制動はするも速度大となり回数増加する。

運搬費の根本となるものは、1 日 1 臺の土運車が往復する回数である。普通はトロを押す 2 人が積み込み作業をも引受くるが、切取場所又は土取箇所積み込む人夫を別に置けば、それだけトロの回数が増すこととなる。

手抑トロによる土の運搬費を割り出すには普通次の方法による。

$$N = \frac{T}{2 \frac{d}{v} + t + t'n}$$

$$C = \frac{2}{V N} k$$

N = 1 日運搬回数

$C = 1 m^3$ 當り歩掛 (人)

$2d =$ 運搬距離往復

$t =$ 積込及び取卸時間 (分) 7 分とす

$t' =$ トロリーの出發又は到着に際しての間隔作り時間 (分) 0.5 分

$v =$ トロリーの速度 (km/時) $4 km/時 = 0.067 km/分$

$n =$ トロリーの同時に運轉する臺數

$V =$ トロリーの積載量 (m^3) $0.6 m^3$

$T =$ 運搬人夫の實働時間 (分)

$k =$ 常數にして土の増積率、收縮率によつて定まる。

上の式は或る標準を示すものであつて、歩掛りをトロリー1臺に付き男2人とせるも、平均ならば男1人女1人とする。トロリーの速度も運搬線路の状態によつて變化する。

平均運搬距離が1~1.5 kmに及べば、場所により馬を使用する。特に北海道にては馬が多く使はるゝ。馬を使用する際は約500 m毎に線路に側線を置き、其處にて中繼ぎし此の500 mの區間を往復せしむるのが經濟的である。馬を使用するには急勾配なき區間を選び、馬の足運びに便なる様、線路の敷設及び保守に注意するを要す。平坦線に於ては1合トロ5臺を牽く。

運搬平均距離1,200 mを越せば機關車を以て牽引する方が經濟となる。

距離遠からざるも、同じ箇所大量の土を運搬する時、特に線路に勾配のある時には、所謂エンドレス捲上機を使用する事がある。

複線路にして、各線路の中心に沿ひ、エンドレスにリンクチェーン又はワイヤロープを捲上機によりて廻轉せしめ、土運車には之を握む適當装置を取付ける。

捲上機の馬力は線路の勾配と同時に引上ぐる土運車の臺數によつて定まる。捲上機の動力は電力が最も適當である。5~25馬力の捲上機を使用する。10分の1勾配に於て1合トロ8臺を同時に毎秒1尺5寸の速度を以つて動かすには

15馬力の捲上機を要す。

9 築堤の工事方法

土砂を盛りて築堤を仕上ぐるには、何れの仕方書にも水平層にして順次盛り上ぐる事を命じて居る。比較的平坦地に、高さ甚だしく高からざる築堤を盛る時は、此の命令は行はれ易い。先づ線路を敷設し其の兩側に土を捨て、土の高さが増すに従て線路を上げて其の下に土を入れ其の部分を少しく搗固める。築堤が相當高く其の底の敷幅廣き時は、之と共に線路を水平に横の方に幾度も移轉するを要する。

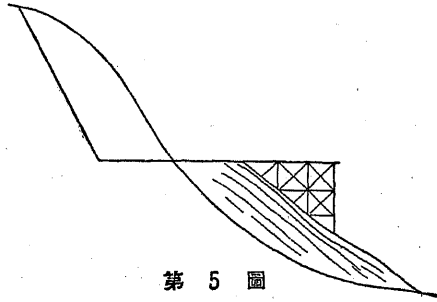
然るに此の勞を惜み、輕便軌道を鐵道線路の中心近くに敷設し、之より土捨てして順次に輕便軌道を高めて行き、土を其の兩側に捨て水平層にせず、土の休息角に傾斜せしめ、其の方向に層を成さしむる事がある。之を巻き出しと稱する。

築堤の高さ小ならば別に甚だしい害なきも、相當高くなれば、法の土が捲き出した層に沿ひて滑動して崩れる虞がある。時日を経過し築堤が固定すれば、斯る層が存在せざる事となり、法の土の崩壊する虞がなくなるも、工事後日淺くして豪雨又は長雨に會へば、屢々崩壊する。それ故に出來得るだけ水平層に上る可きである。

然しながら、山地にして深き切取に隣りして高き築堤あり、此の切取の土を築堤に充當する場合は、始めより水平層に上る事は困難である。斯る箇所は、先づ切取りと築堤との境目より着手し、施工基面以上の土を切り取り、低き所より漸次深き谷を埋めて行く。従つて最初は土運車を動かす距離が短く、屹立せる山腹を切り喰しき谷を埋めるには屢埋殺しにする捨棧橋を作り其の上に土を落す。それ故に土は休息角の傾斜に層をなす事は免れない。

然も斯る地形にあつては築堤の高さ大にして、其の法100尺を超ゆる事あり。其の法が休息角の傾斜の儘層をなし、其の層を重ねた方向には壓力を受けて締まる事が少いのであるから、豪雨の後等天災事變により、法面が滑動するのは當然である。

切取りが岩石であつて、其の破片が築堤の主要部分を成す場合、特に其の破片が法の外側にあつて中を押へる場合は安全であるが、普通の柔軟なる粘土、水を含むと流れ出



第 5 圖

す虞ある土質では、高き築堤の法を滑動せしめざるやう特別の注意を要する。斯る地形地質では、相隣接せる切取と築堤との均衡をのみ考へず、下部の土は他より土取りしても水平層に上るやうにし、捲き出しを避けなければならぬ。特に其の築堤の下に拱の混凝土暗渠ある場合には、其の両側から成る可く等しく土を盛り、拱に働く荷重の均衡を保たしめなければ、拱は外力の不平均の爲めに必ず龜裂を生ずる。

高き築堤の、法面が滑り落ち、其の中の拱暗渠に龜裂の生じた實例が甚だ多い。一旦滑り出した法を復舊せしむるには中々困難であつて、降雨の少き時期を選び、他より良質の土を運び來り、最初の設計より少し勾配を緩にして土坡を踏み直すより外に方法がない。滑り癖がつき二度又は三度も滑動せしめた實例がある。

土工定規及び仕方書には、築堤の法勾配を格一的に指示するも、土質と築堤を盛り上ぐる順序方法とを充分考慮して、緩急宜しきを得なければならぬ。

山腹の傾斜せる所に築堤を施工する場合、特に同一断面の中一方を切取り他の側を築堤とする時には、築堤の法面が地山の傾斜に沿ひて滑り出す虞がある。之を防ぐため地山を階段に切り然る後に土を盛る。

又築堤の敷地内に湧水する箇所があるか、或は低地にして常に水の溜る所は、側溝を最初に掘り排水し、湧水を盲下水により側溝に導く。斯くするも尙完全に排水し得ざる所には、粗朶又は玉石、栗石、雜石を水面まで入れ其の上に土を盛る。一般に水田に築堤するには、最初に側溝を掘り排水して其の乾くのを待つ。

高さ 10 尺未満の築堤の法は、土質良好ならば、規定の 1 割 5 分より急にして、1 割又は 1 割 2 分にしても差支なしと考ふる。

一般に築堤の法面は、土坡を打つて仕上ぐる。築堤の高さに相當する土砂が運搬された時は、測量して施工基面の高さを出し、土質及び其の時迄に土の締つた程度よりして、餘盛りす可き高さを決定して、築堤の形に法面の丁張りを掛ける。

築堤の餘盛をしても其の底幅は眞の高さのものと變りはない。即ち、10 尺の高さに 1 尺餘盛りをすれば法勾配は 1 割 5 分より急に $\frac{15}{11} = 1.36$ とする。

法は丁張りに従ひ充分踏み締めながら法高 30 cm 毎に幅 10 cm の筋芝を置き、法面を羽子板にて叩き固むる。法肩には天芝と稱し幅 15 cm のものを全部通して置く。築堤は如何に注意しても多少「捲き出す」氣味があるので、法肩が引ける傾向がある。法の仕上げには常に此の事を念頭に置かなければならぬ。

切取又は隧道よりの掘礪の、岩石の破片を含むものを築堤に充當する時は、芝のつく土を他より持ち運ばなければならぬ。斯る地質、又は河段丘又は河原の部より土取りして玉石を多量に得らるゝ場合は、芝付して土坡工を施す代りに、法面を玉石又はガンザ石（雜石）にて張る。此の場合築堤の法勾配を必要に応じて 1 割近くまで立てる。

10 築堤盛土の沈下

築堤及び盛土の高さは土の落ち着くに從つて減ずる。餘盛は之を見越して行ふのである。此の外に地盤軟弱にして、築堤又は盛土の重量に耐えずして沈下する事がある。

前記第四章に述べた、泥炭地又は柔軟なる堆積泥土の上に、或る高さ土を盛れば、其の下の地盤の一部の土が移動して築堤が沈下する。此の移動及び沈下は徐々に生ずるものと、或る高さ盛れば一夜の内に 1 m 近くも沈下するものとある。地盤に破壊作用が起れば急激に沈下する。

其の上に盛らるゝ土の高さ大ならざれば、其の直下の土の中に含まるゝ水が徐

みに他に逃れて、地盤が収縮するか、或は、地盤の弾性沈下に止まるも、築堤の高さ大にして之に加はる荷重大ならば其の下の土に移動を生ずる。

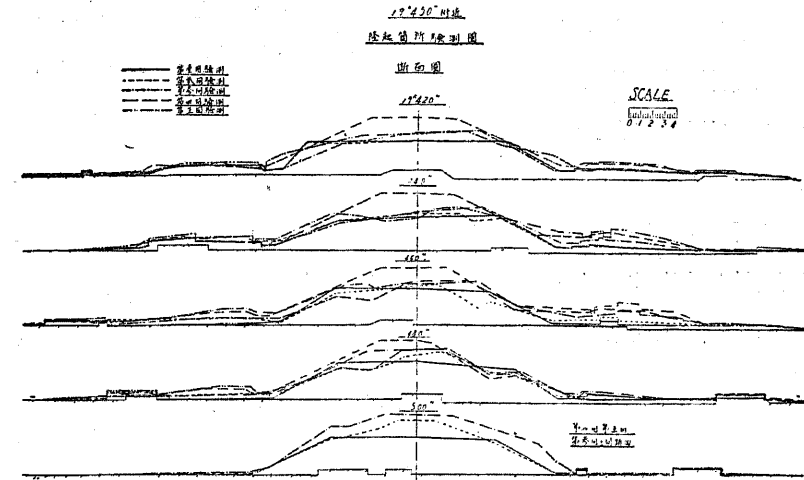
此の移動にも垂直の方向にするもの、即ち、荷重を受けた爲め、周囲の地盤から切斷され、其の部分のみが、急激に壓縮さるゝものと、垂直と同時に土が水平に横に逃ぐるものとある。前者の結果は急激なる沈下が生ずるのであるが、構はず尙引續き土を盛り、數回急激に沈下して、後には後者の如く垂直に移動すると共に、一部は横に逃げ、其の結果隣接する地盤、即ち法尻より少し遠方まで地盤が昂上する。

昂上した結果壓力の均衡を保ち、土が移動しない様になつて始めて沈下が止む。軟弱地盤に於ては築堤盛土の沈下を防ぐ完全なる方法がない。以前は粗朶沈床を組み、之を所謂浮基礎として其の上に築堤せる事あり。築堤 10 尺以下の低き場合は、一時防禦し得るが、後粗朶が腐つた爲めに急激に沈下せる實例がある。築堤の高さ高ければ、粗朶沈床も始めより破壊する。粗朶沈床は破壊し、左右に二つに裂けて土と共に移動し來り法尻より遙かに遠方に於て再び地上に現はれたと云ふ、珍現象を呈したる實例は山陰線工事中鳥取附近の舊湖沼地に於て起つた。

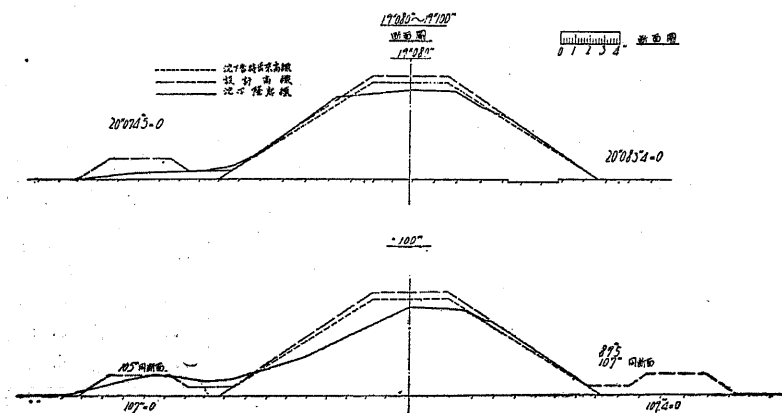
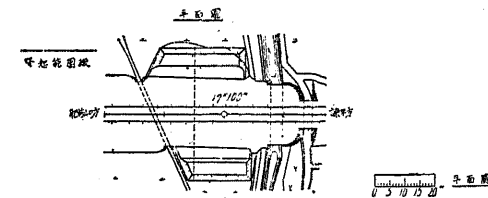
築堤及び盛土が沈下するに従つて補充し、均衡状態に達するまで土砂を運ぶより他に方法がない。地盤の破壊作用が起り、急激なる沈下が生ずる以前、築堤兩側の法尻の昂上し始めた頃、其の部分に土を盛り、之により押へて壓力の均衡を保たしめ、土の移動する量を少くする方が、沈下するに従つて土を盛り、最後に獨りで、均衡を保たしむるより、土の量が少いと云はれて居る。有明線の實例も其の少き事を示す。

法尻附近に如何なる程度に、如何なる形狀に昂上するかは、地盤の性質、築堤の高さにより異なる。有明線の實例では第 6 圖の如き状態である。

有明線築堤沈下地盤隆起進行状態圖

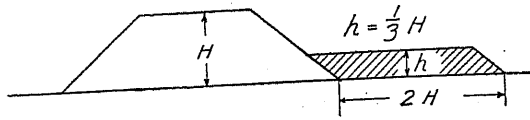


第 6 圖



第 7 圖

築堤法尻に盛土する大きさは地盤軟弱の程度により相異なるが同線に於ては圖の如き標準で施行された。

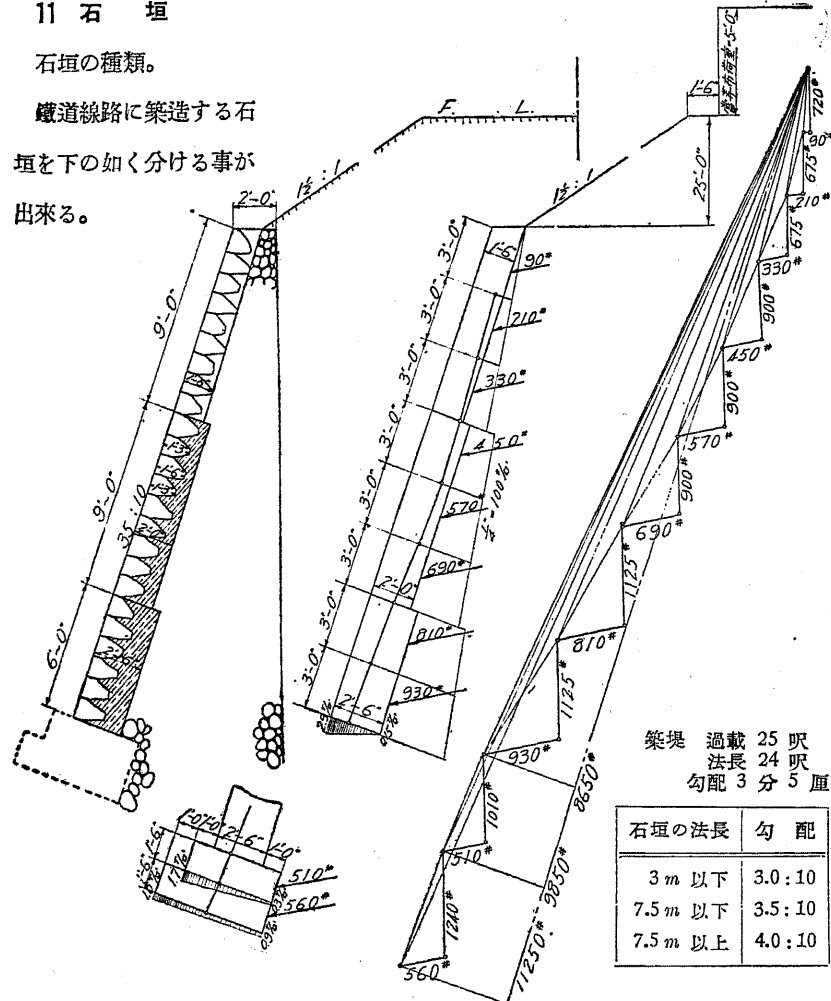


第 8 圖

11 石 垣

石垣の種類。

鐵道線路に築造する石垣を下の如く分ける事が出来る。



第 9 圖 築堤石垣

1. 築造場所より

切取石垣。切取の土留を目的とするもの

築堤石垣。築堤の土留を目的とするもの

護岸石垣。河岸又は海岸にて水流、波浪に對し法面を保護するもの

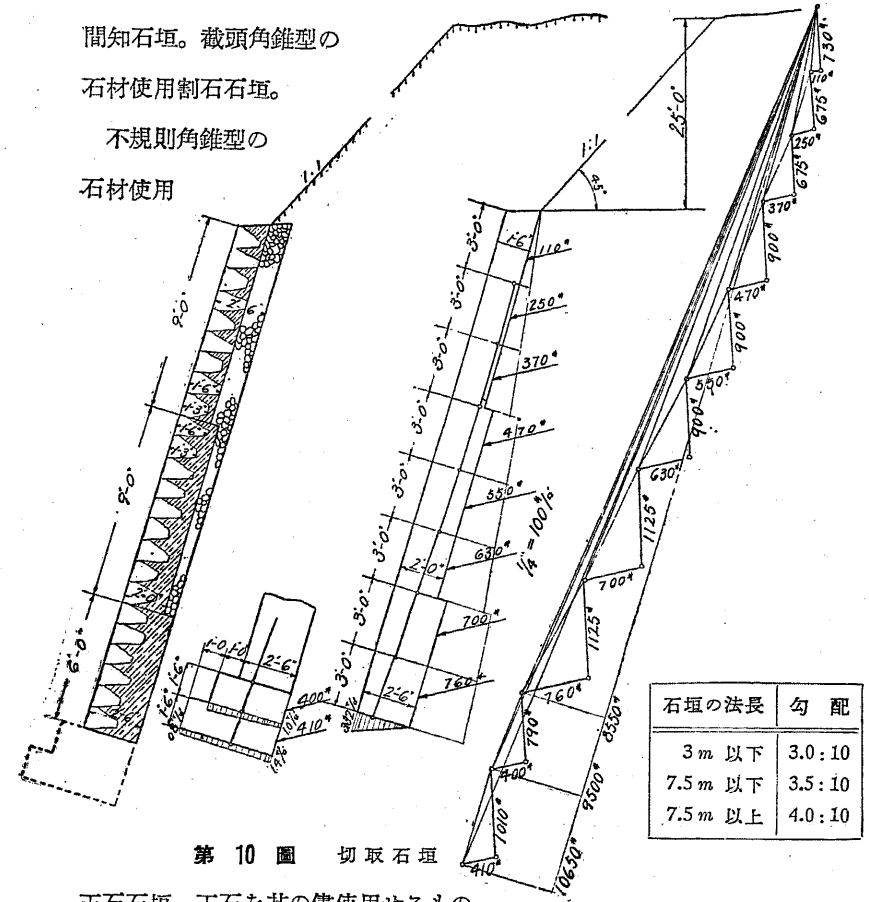
2. 使用石材より

間知石垣。截頭角錐型の

石材使用割石石垣。

不規則角錐型の

石材使用



第 10 圖 切取石垣

玉石石垣。玉石を其の儘使用せるもの

野面石石垣。殆んど表面に手を加へざる石材使用

3. 合端の組方より

石垣の重量

毎立方呎 150 封度

基礎

14. 地質に應じ石積に適當の基礎を設くべし練積石垣の底部に於ては礎段を附して基礎底面を擴げ土質に應じ壓力を制限するを可とす

參考圖に於ては石垣基礎混凝土前端に於ける壓力強度は之を 1 平方呎に付き 1 噸以内に止めたり、但し其の後端に於ける壓力強度は 1 平方呎に付き 1 噸を超過することあり若しこの壓力強度過大にして石垣後方に沈下を起さんとする傾向あれば其の沈下せんとする以前に石垣は土の抵抗力 (Passive Pressure) を受けて少しく前端に於ける應力負擔を増加し全體として安全を保持するものと見るを得べし。

即ち石垣の設計、計算の手順を約言すれば

1. 土の性質に依つて、休息角、摩擦角を推定し、尙活荷重に依る換算過載高も含めて、土壓の大きさ及び方向を定むる。
2. 此の土壓に對抗すべき石垣の断面及び勾配を決定する。
3. 基礎は土壓を受け、且つ自重を有する石垣に對して充分の強さを有すべきこと。
4. 石垣の安全を増すべき裏込め栗石の詰め方を決定す。

普通に設計した石垣を破壊に導くのは次の如き地質の場合が多いのであつて、斯る所に於ては其の基礎と共に石垣断面も特殊な設計を施さねばならぬ。

1. 粘土又は微細な砂質土等にして、水に腫み流動し易き土質を支ふる場合
2. 土丹、頁岩の同化膨脹するが如き地質の切取石垣
3. 附近附近が匍行する地盤の上の築堤又は切取石垣

此の最後の場合は匍行の原因を除かなければ、石垣を如何に堅固に築堤するも破壊を免かれない。

13 石垣の基礎

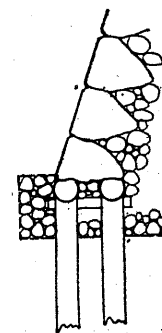
石垣の高さが高くなると其の自重及び土壓に依り、石垣基礎に起る壓力強度は非常に大きくなる。石垣の築造後基礎盤に水が廻つて、其の盤が軟弱に變る事があから、始めよく検査の必要がある。護岸石垣では耐壓力の外に洗掘の虞なき深

さまで、基礎盤を下げなければならぬ。特に石垣の附近には、河流が偏流して、洗掘を惹起し易いものであるから注意が肝要である。

兎に角石垣の基礎は、石垣が土壓に耐える所であるから、主要な石垣には確かな基礎を設計すべきである。然らざれば折角強大に石垣の軀體を設計しても崩壊する危険がある。

確實な岩盤を得ることが出来なければ、根掘りを深くし下方に栗石を搗固め地盤の耐壓力を増す。栗石の上に更に基礎混凝土を施すこともある。尙地盤の耐壓力不足の時は、普通杭打工を行ひ、其の上に梯子胴木工を置いて根石の据付をなす事もある。

杭の長さ數及び排列は其の場合々々に設計すべきである。其の實例は附圖に示してある。根掘りは地盤の所要耐壓力を得る深さが必要であり、且つ寒地では凍上を防ぎ得る深さが望ましい。又杭打工及び胴木工は地下水位以下であつて欲しい。



第 12 圖

14 使用材料の吟味

1. 石材。所要の強度を有すべきは勿論のこと寒暑、乾濕、海水等に充分耐久的でなければならぬ。又一面硬過ぎて玄能廻はしが效かず、細工に困難なものも良好な石材とは云はれない。花崗岩、安山岩、砂岩等は良質の石材となるものが多い。

石材は所要の大きさを有し且つ略同形の面を持つて居るものが良品で、割石と雖も胴瘦、胴曲りの甚だしいものは棄却すべきである。

2. 飼石。飼飼、舳飼に用ふるもので普通石作りより出る片石を用ふ。之は石材を正位置に保ち土壓への抵抗に備ふるものであるから大切な役目をするものであつて、決して等閑に附して良い加減の土塊や之に類したものを使つてはならぬ。

3. 栗石。後述の如く裏込め栗石は、土壓に對しては寧ろ第一線に立つて作用

するもので、石垣軀體は後衛とも考へられるから栗石の品質及び大きさは充分吟味したものを要する。石垣軀體に接する部分は幕板を使用しないから、適當の大きさのものを組合せ、土と接するものは栗石が自立するやう相當大なるものを積み、且つ何れも目潰砂利にて充分間隙を填めなければならぬ。而して飽迄排水は良好なる様計らねばならぬ。勿論年を過れば分解して土と化して了ふ様な栗石は絶対に避くべきは言を俟たない。其の上自重で良く噛み合ひ土壓の勢力を有効に減殺し得るものを選ぶべきである。

4. モルタル、混凝土。石垣の練積に使用するものは、他の場合に使用するものに比べて、兎角に輕んじ易いが、之は大なる誤りで延いては石垣の破壊を來す。其の配合や、砂、砂利の品質も吟味して良質のモルタル、混凝土を施すべきで特に河流や海水に浸る部分は念を入れて良質のものを施工すべきである。

15 石垣と排水

築堤石垣の崩壊する主原因の一は築堤土又は基礎の排水を不完全にして土壓を増加し、又は基礎盤の支壓力減退し、石垣根石の支持不能に陥るためである。

練積石垣の排水孔は下段に多く作り其の数は $3m^2$ 宛に 1 箇以上備へる可きで徑は $3cm$ 以上を望む。切取石垣に於ても、裏側へ水の浸込を防ぐと同時に切取面より湧出する水量は速に排水さるゝ様考慮せねばならぬ。石垣に造る排水孔は築堤の時と同様である。

海岸石垣は浪に裏面を洗はれて、崩壊する事が屢あるから此の點によく注意して石垣より上の法面に張混凝土、張石等適當な施工を要する。

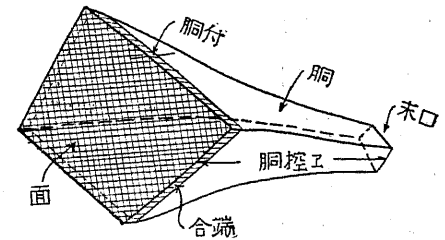
16 間知石垣施工に関する注意

空積の場合は石工と略々同人数の手傳が働くのを常とする。即ち手傳は石材の小運搬栗石の運搬詰込みをなす。石工が石作りをなす前に、監督者は石材置場で石材の質形状大きさ等を検査し不合格のものは取除いて了はねばならぬ。

石作りに當つては面の大きさを略揃へ洞は成る可く面に直角に切り洞は中瘦せ

のせぬものが良い。次に最も必要な事は合端に沿つて相當幅の洞付きを付けることで堅固な石垣を築くための一要件である。

間知石の表面は合端で互に密着せしめ、洞及び末口には夫々洞飼、鱧



第 13 圖

飼を喰はせ、石材は微動もせぬ様充分固めなければならぬ。而して石材間には空隙のない様石片を填充する。

石材が一段積上る毎に其の背に裏込めの栗石をよく詰め尙ほ栗石背後の築堤も峭で充分搗固むる。

練積みに於てはモルタル及び混凝土を石積み的一段進む毎に詰め込むのであるが、石材は豫め水を打つて充分濕して置き、鋸を使つて合端にはモルタルを、隙間には混凝土を充分突き込む。根石、笠石には最も大型の、形の整つたものを選び之を使用する。

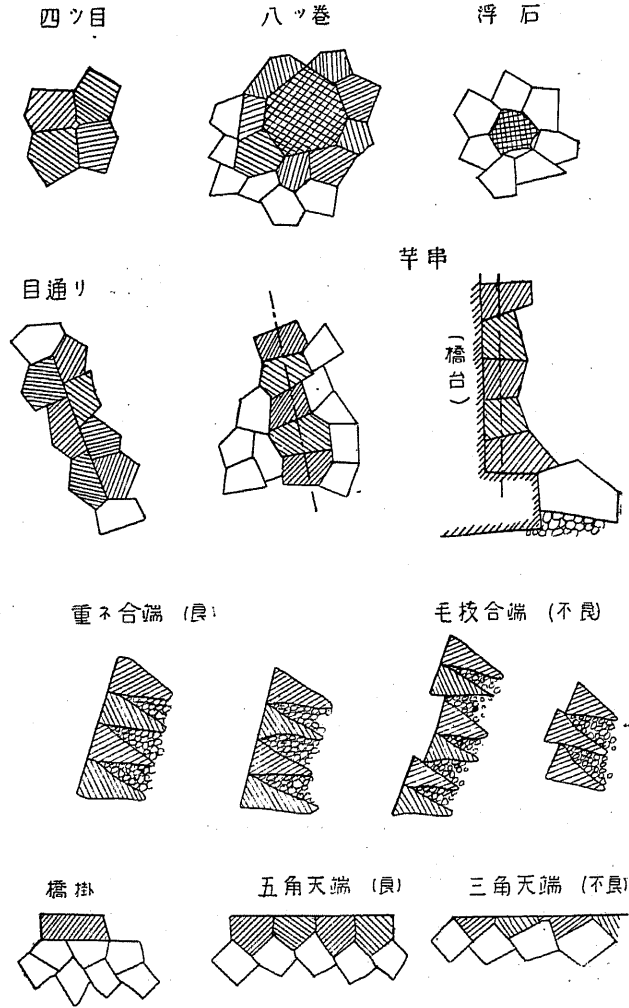
石垣は全面が一體となつて土壓に抗し又自重に耐えなくてはならぬ。この一體となるために大いさ形状の略々同一の石材を揃へ積み方を一定の形式にすべきである。即ち局部的な力が働かぬやう、出来る丈各方面に應力が傳はる様な積方がよい。總ての石に力が働いて居る様に互の石が喰ひ合つて居る可きである。又假令少しの狂が起きても石垣全體で直に互に整齊し得る様積みねばならぬ。普通注意して避ける可きものを列挙して見ると次の如くである。

(a) 毛抜合端。外觀が良くして仕事を早くするため最も普通に侵され易いものであつて、石相互の接觸が角稜で行はれて居るから、一つの石が少しでも脱け出せば其の周圍から加速度的に崩壊が早められる。合端の洞付は $2cm$ 位は欲しいものである。

(b) ハツ巻。飛び抜けて大きい石が一つ混じつて居るか、又は法外に小さき石

が混じつて居て一つの石の周囲を八つの石が巻いて居る謂である。面のみが大きくて控が之に相應せず、又面も控へも小さい石が使用されて居ることになるから、随つて力の傳達の均等を抜き石の狂ひから崩壊を惹起させることになる。

(c) 四つ目、目通り、芋串、何れも力の傳達均等ならず、且つ狂つた場合折合



第 14 圖

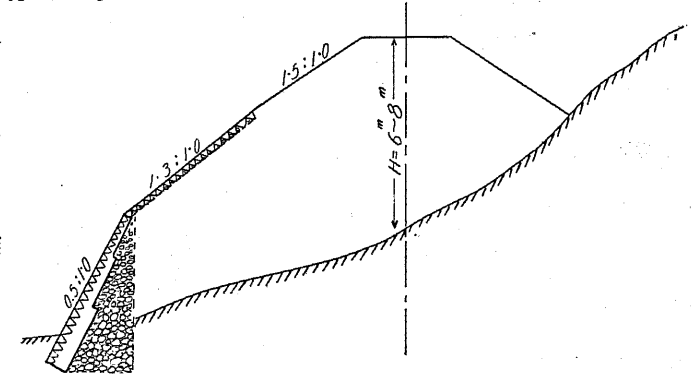
ひ難い積方である。袖石垣が橋臺に取付く部分によく見受けられ、袖石垣の崩れる一因をなす。

(d) 天端は五角石を据え得る様石割をすべし、合せ石、三角石、橋掛等避け度し、以上空積を主として避く可き事項を列挙した。練積にては間隙に充分モルタ

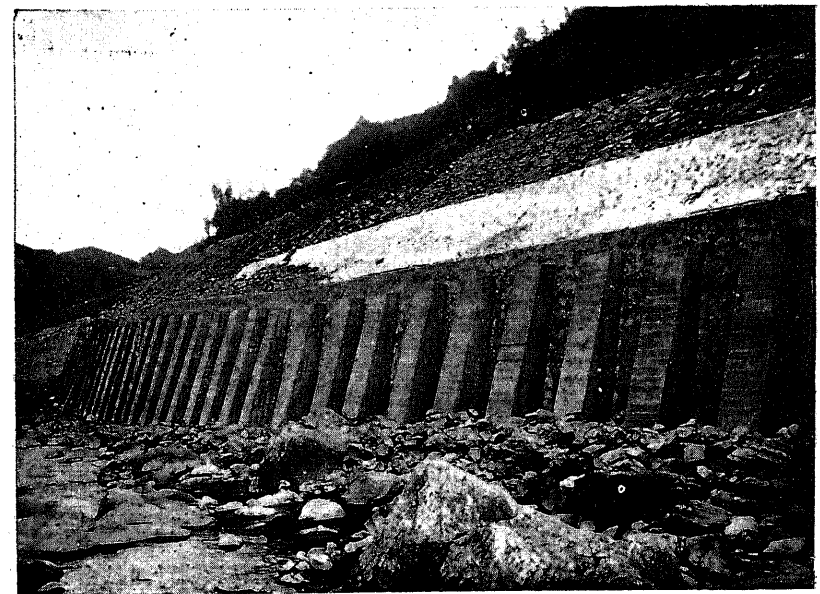
ル及び混凝土を填充すれば、是等の缺點は許しても宜しい。實際近頃控の大なる間知石を使用せず、練積とする事が多くなつたので、間知石積の正しき技術は昔より退歩した觀がある。

一般に線路石垣の如きものは實用を第一とし外觀に捕はれざる様注意すべきである。

伸縮接手、練積石垣に於



第 15 圖



第 16 圖

て寒暑に依る膨脹、縮小により龜裂を防ぐために沿直の縁切を設ける。之は 20~30 m 毎に 1 cm 以下の薄板を入れて混凝土の縁を切つて置く。

石垣の破損例

土讃南線杉停車場

附近築堤土留石垣

破損状態は 0.5:1.0 の石垣が起上り殆んど垂直近くなり上部張石は龜裂を生じ、法面は崩壊を來したが石垣面には何等損傷がなかつた。

原因としては

1. 基礎は玉石

混り崩壊土であつたが水の

第 17 圖

滲出の影響を受けて軟弱となり石垣の壓力に耐え得ざるに至りたること。

2. 築堤材料は粘土質にして、水を含み流動し易くなつたこと。

3. 地山表面より滲出した水の排出完全に行はれず、爲に築堤の滑出を起したること。

4. 張石が滑り落ちんとして石垣の天端を押し出したこと。

是等の原因が重つたものと推定される。対策としては寫眞の如く前面に柱型又は腹混凝土を施し其の基礎には杭打工を施した。其の後石垣の起上りは止み安定した。

