

## 論 說 報 告

第 22 卷 第 2 號 昭和 11 年 2 月

## 道 床 篩 分 作 業 の 研 究

會 員 工 学 博 士 井 上 隆 根\*

## On the Cleaning of Ballast of Railway Track

By Takane Inoue, Dr. Eng., Member.

## 要 旨

道床篩分作業は相當の工費を要し且つ一時的には道床の弛緩を伴ひ、之が回復の爲に搗固めの増加を來すを以て篩分作業の經濟的週期を決定する必要がある。

本文は之が決定をなす爲に先づ道床砂利の粒度、空隙率、吸水性、滲透性、摩擦抵抗力及び道床係數等の物理的諸性質と混入土砂が之等諸性質に及ぼす影響に關し行ひたる基礎的實驗並に調査の結果を述べ、道床篩分作業の經濟的週期並に基準的方法の設定に就て論じたものである。

目 次	頁
第 1 章 序 論	2
第 1 節 道床篩分の目的	2
第 2 節 混入土砂の種類	3
第 3 節 道床篩分範圍	3
第 2 章 道床砂利の物理的性質	4
第 1 節 道床砂利の粒度	4
第 2 節 道床砂利の空隙率	6
第 3 節 道床砂利の排水力	7
第 4 節 道床砂利の摩擦抵抗力	8
第 5 節 道床沈下	8
第 3 章 土砂が軌道保守作業量に及ぼす影響	11
第 1 節 瘻直しに及ぼす影響	11
第 2 節 雑草生成に及ぼす影響	18
第 3 節 枕木移動に及ぼす影響	20
第 4 節 道床土羽破壊量に及ぼす影響	20
第 5 節 枕木耐久力に及ぼす影響	21
第 6 節 土砂混入率と軌道保守作業量増加率との關係	24
第 4 章 道床篩分費額	25
第 1 節 篩分作業所要時間	25
第 2 節 砂利補足費	26
第 3 節 枕木位置整正作業	29
第 4 節 搗固作業	30
第 5 章 經濟的篩分週期	31
第 1 節 線路等級別軌道保守費額	31
第 2 節 土砂増加率	31
第 3 節 經濟的篩分週期及び篩分限度	34

\* 鐵道技師 鐵道省工務局保線課長

第 6 章 撒砂、煤塵及び石炭焚殻混入の場合に於ける篩分限度	38
第 1 節 道床の物理的性質に対する影響	38
第 2 節 軌道保守作業に及ぼす影響	39
第 7 章 篩分作業方法	41
第 1 節 篩分方式	41
第 2 節 篩器の構造	43
第 3 節 網目の寸法	50
第 4 節 網線の材質及び寸法	52
結 論	53

## 第 1 章 序 論

### 第 1 節 道床篩分の目的

道床は軌條及び枕木と共に軌道を構成する 3 大要素の一にして其の状態の良否は直接軌道の強度に影響す、道床を使用する目的は主として下記の如し。

1. 枕木を通じて加へらるゝ車輛の重量を強度比較的小なる路盤面に成る可く廣範圍に且つ均等に分布せしめ以て軌條面の沈下を渺なからしむること。
2. 大なる弾性限界を以て車輛の通過に際し一時的に表面沈下するも通過後は再び舊に復し軌條面を常に齊整せられたる状態に保持すること。
3. 搦固及び扛上の作業を容易ならしむること。
4. 軌道表面より浸入する雨水其他の水分を道床自体の空隙を通じ軌道外に排除すること。
5. 走行車輛或は搦固の衝撃に對して容易に破碎することなく長期間に互り道床本來の特性を失はざること。
6. 雑草の生育を防止すること。

上記の目的に最も良く適合するは碎石、鑿滓及び篩砂利にして之等の材料は新規の状態に於ては相當の空隙を有して排水能力大なるも軌道に撒布せられてより時日を経過するに従ひ漸次破碎するのみならず、外部より飛來する土砂、煤塵或は石炭焚殻等混入する結果材料の空隙は漸次填充せられ、排水並びに雑草生成防止の能力を失ひ同時に強度遞減し従て軌道保守の勞力を増大し枕木の腐朽を助長す。故に道床は或る時期に於て之等の微細なる夾雜物を除去して新規の状態に還元すべきものなり。道床篩分とは篩器を使用して道床中の夾雜物を除去する保線作業の一部門なり。

昭和 6 年度に於ける篩分施行延長は各種等級別線路を通じ東京鐵道局管内は本線軌道延長の 22.6%、名古屋鐵道局 206%、大阪鐵道局 18.4% にして、今國有鐵道の全般に互り本線軌道延長の 20% が毎年篩分けらるゝものとすれば篩分施行延長は年々 3400 km に達す。料當り篩分工事費を平均 600 圓とすれば國有鐵道が道床篩分のために費す工事費年額は約 2000000 圓の巨額に達す。

土砂の悪影響は其の混入量に比例して増大するを以て土砂の混入せる道床を篩分けずして長く放置することの軌道保守上不利なるは當然なるも、一面に於て道床篩分は安定せる道床を掘起し砂利の入替を爲すがため一時枕木の弛緩を來し、之が復舊の爲搦固を必要とし、尙篩分工事費及び砂利補足費等の支出を要するを以て、之を餘り頻繁に施行することは經濟上却て不得策なりとす。圖-1 は篩分週期と其の間の篩分工事費を含みたる軌道保守費平均年額との關係の一例を圖示せるものにして、此の場合篩分週期 3 年の場合は土砂混入量の輕減によつて得らるる利益は篩分に要する經費を償ふに足らずして保守費年額は却て多く、篩分週期 4 年又は 5 年の場合は同 3 年

の場合に比し有利なれども、週期を6年に延長すれば混入土砂の影響によつて平均保守費年額は再び増加の傾向を示して篩分週期3年の場合に著しく接近し、図-1の場合平均保守費年額を最少ならしむる最も経済的な篩分週期は4.7年なり。経済的篩分週期は軌道保守費の多寡により又篩分施行範囲の大小によつて其の値を異にすべきものなるも、従来は主として作業員の経験により篩分の要否を判断するに止まり、未だ理論的根據により定められたる一定の標準なく、又篩分作業の適当なる方式及び之に使用する器具等に付ても未研究の状態なるを以て、茲に之に關する諸問題に就て詳細に研究し道床篩分作業の標準を設定せむとす。現今國有鐵道の本線軌道の道床は殆ど全部篩砂利を使用し、道床篩分も篩砂利の場合に限らるゝを以て以下篩砂利の場合に對して研究せむとす。

### 第2節 混入土砂の種類

道床砂利中に混入する土砂は其の成因の點より次の如く分類せらる。

1. 自然土砂 人為的に撒落するに非ずして自然的に道床内に混入する土砂にして道床篩分作業箇所の大部、分即ち約80%は之に屬す。自然土砂混入の原因は次の如し。

- (i) 施工基面整理、砂利整理、枕木更換及び道床搗固作業に伴ひ路盤の土砂を搔上ぐる事。
- (ii) 列車の通過に際し飛散したる土砂塵芥が道床内に落下すること。
- (iii) 風力により運搬せられたる土砂が道床内に落下すること。
- (iv) 道床搗固に際し砂利粉碎して微粉となる事。
- (v) 路盤粘土質なる場合噴泥による事。

2. 撒砂 上り勾配線路又は列車牽出區間に於て機關車働輪の空転を防止するため、軌條面上に撒布せられたる砂を主とす。

3. 煤塵 上り勾配線路等に於て機關車より排出せらるゝ煤塵が道床表面に落下するに原因し、特に勾配線の隧道に於て屢々見らるゝ所なり。

4. 石炭焚殻 機關車の灰箱の掃除により落下堆積するものなり。

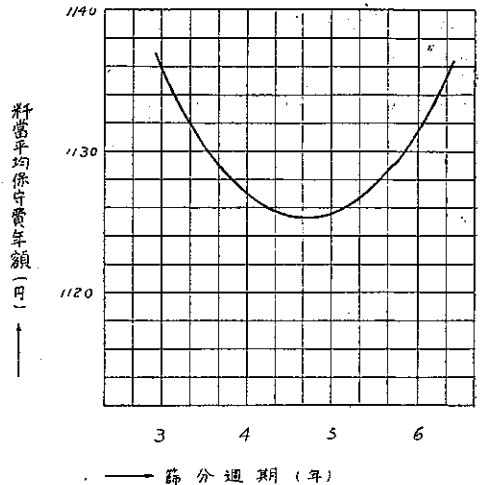
上記各種の土砂中自然土砂の混入量は路盤を形成する土質、列車運転速度及び踏切道の有無に關係し箇所により其の増加率には多少の差異あり、撒砂及び煤塵の混入量は線路の勾配と其の延長に關聯するを以て其の増加率は線路の環境に応じ大いに變化し一定の傾向は見出し難し。石炭焚殻は機關車灰箱掃除區間として特に指定せられたる箇所に限らるゝを普通とし其の増加率は全然不同なり。撒砂、煤塵及び石炭焚殻混入箇所は何れも之等の特殊の物質の外自然土砂をも含むを以て自然土砂混入箇所に比し混入量の増加率大なるを普通とす。

### 第3節 道床篩分範圍

道床断面を圖-2の如く(イ)乃至(ホ)部に分割し、各部分の土砂混入状態を見るに表-1(1)の如くにして、各部分の混入率の變化は土砂混入原因により趣を異にす。

自然土砂混入箇所に在りては(イ)部に土砂混入する機會最も多く、(ホ)部の砂利は搗固めに際し搔出され終

図-1. 篩分週期別平均保守費年額



了後比較的清楚なる砂利を以て埋戻さるゝ結果土砂含有量は(イ)部に比して稍渺なきを常とす。(ハ)部は前記2箇所に比較すれば急激に増加し、

(ニ)及び(ホ)部は(ハ)部より稍多きを普通とす。是下部は篩分けらるゝこと稀にして且つ上部よ

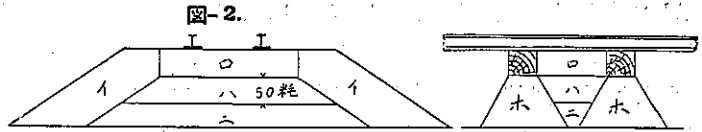


表-1 (1) 道床各部土砂混入率

土砂混入原因	篩床断面別土砂混入率(%)					
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	
自然土砂	混入率	15.7	15.0	31.8	34.6	31.9
	同比率	105	100	212	231	212
撒砂	混入率	4.5	55.4	42.9	27.5	—
	同比率	8	100	78	50	—
煤燼	混入率	43.8	39.2	37.2	27.0	—
	同比率	112	100	95	69	—
石炭燼殻	混入率	9.8	19.3	10.0	6.3	—
	同比率	51	100	52	33	—
噴泥	混入率	24.7	28.3	28.6	43.6	43.0
	同比率	87	100	101	154	152

備考：混入率は當該部分の砂利全量と混入土砂量との割合にして同比率は(ロ)の部分の土砂混入率を100としたる比率なり。

り土砂沈降するが故に外ならず。之れに反し撒砂並に石炭燼殻は大部分軌間内に落下せらるゝが爲、(ロ)部の表面附近に溜りて、(ハ)及び(ニ)部には却て混入量渺なく、煤燼は(イ)及び(ロ)部表面附近に同様に撒布せられ内部に少し。噴泥箇所在りては勿論(ニ)及び(ホ)部の含有量最も大なり。

今篩分範圍を表-1.(2)の如く定義するとき、Aは道床排水上最も重要な(イ)部のみを篩分くるものにして所要工費に比較して其の効果多きを以て従来一般に施行せられたる工法なり。Bは(イ)部及び枕木間の砂利を篩分けCは尙枕木下面以下をも篩分くるものなれば、排水上の効果はAより優るは當然なるも篩分工費大にして且篩分後に於て道床を弛緩せしむる程度も亦大なり。D及びEの如く枕木下部の砂利を篩分くるときは道床は長期間固定せず、篩分後の保守困難なるを以て水害、噴泥及び凍上等極めて特殊の場合に行はるゝに止まり、而かも此くの如き場合在來砂利を篩分け使用するが如きは稀にして、多くは新規砂利によつて置換せらるゝを普通とす。故に以下に於てはA、B及びCの各篩分範圍に付て比較研究せむとす。

表-1.(2) 道床篩分範圍定義

篩分範圍	篩分部分
A	イ
B	イ+ロ
C	イ+ロ+ハ
D	イ+ロ+ハ+ニ
E	イ+ロ+ハ+ニ+ホ

## 第2章 道床砂利の物理的性質

### 第1節 道床砂利の粒度

國有鐵道に於て使用する道床用砂利の粒形は径65mmの網目を通過し、径15mmの網目に残留するものを標準とするも、一般には15mm以下の小なる粒形のもの多少混入するを通例とす。東京鐵道局及び仙臺鐵道

局の各産地に於て調査したる新規砂利の粒度は表-2 の如く、15 mm 未満の砂利量の割合は平均 17.7% にして其の中には 10 mm 未満のもの 6.1%、12 mm 未満のもの 11.6% を含有す。

表-2. 新規砂利粒度調査表(容積比)

調査箇所	10 mm		12 mm		15 mm		10 mm未満	10~12mm	13~15mm
	未 満	以 上	未 満	以 上	未 満	以 上			
東 鉄	8.0	95.1	16.7	86.5	22.3	81.4	8.0	8.7	5.6
仙 鉄	4.1	97.3	6.5	95.0	13.1	88.6	4.1	2.4	6.6
平 均	6.1	96.2	11.6	90.8	17.7	85.0	6.1	5.6	6.1

篩砂利の最小粒形は之が採集に使用する篩器の網目に依つて左右せらるゝも、假令 15 mm の網目を使用するも 15 mm 以下の小粒を絶対に除去することは不可能にして其の結果 表-2 の如く 15 mm 以下のものをも相當殘留するものなり。道床砂利は完全に篩分けたる粒形粗大なるものよりも粗細適度に混合せるを可とするものにして、径 15~25 mm の大きさに精選せる砂利中に径 8~15 mm の小粒の砂利を混入し加圧試験を施行せる結果は表-3 に示すが如く、小砂利の混入割合大なるものは沈下量及び永久沈下量共に却て少なく緊締度高きを示せり。本試験に於ては當初充分砂利を搗固めずして加圧したる結果第 1 回加圧の際の沈下量は何れも大なりと雖も、小砂利を全く含まざるものゝ第 1 回の沈下量並に永久沈下量は特に著しくして道床として不適當なることを示せり。故に新規砂利中に土砂以外の小粒の砂利の多少混入するは軌道強度に對しては何等支障なきものとす。

表-3. 粒度別砂利加圧試験成績

種 別	沈 下 量 (mm)									永久沈下量(mm)		
	0 %			30 %			50 %			0%	30%	50%
	5	10	15	5	10	15	5	10	15	5	10	15
小砂利 混合割合												
調査回数												
圧力 kg/cm <sup>2</sup>												
第 1 回 目	14	43	55	7	21	41	9	23	30	45	31	20
第 2 回 目	6	13	32	5	13	19	8	12	18	27	9	9
第 3 回 目	5	10	16	5	11	14	6	11	16	10	6	8
平 均	8	22	34	6	15	25	8	15	21	27	15	12

備 考: 砂利厚さ 300mm, 加圧面積 200×500mm

新規道床砂利も使用後時日を経過するに従ひ材料の破砕及び土砂の混入により粒度は漸次変化する。砂利の破砕は車輛荷重の衝撃又は搗固の打撃に依り起り得るも、之等の原因に基く破砕量は頗る輕微にして殊に土砂を含む道床砂利はビーターの如き器具によりて搗固を行ふも微粒に變形すること殆んどなし。

土砂混合の原因は、普通軌道に在りては

- (イ) 砂利整理、枕木更換、道床搗固作業に伴ひ路盤の土を掻上ぐること。
- (ロ) 風により土砂が自然に飛散し來り軌道内に堆積すること。

等にして之等の原因に基く自然土砂の混入量は経過年數に比例して増加するを常とす。

表-4 は土砂混入量約 15、25、35 及び 45% の箇所を選び砂利の粒度を調査せる結果にして撒布後年數を経過して土砂混入率増加するも、其の増加量の大部分は 10 mm 未満の微粒にして、10~15 mm の小粒砂利の増加率

は前者に比すれば極めて少にして殆ど常に一定の値を有す。是により土砂混入の原因が搗固め等による破碎に非ずして路盤又は施工基面其他より發生する土砂に基くものなることを知ると共に、篩分によつて排除さるゝ篩滓の大部分は径 10 mm 未滿の有害無益なる土砂なるが故に道床篩分により砂利其のものゝ性質を低下せしむる虞れなきこと明かなり。

第 2 節 道床砂利の空隙率

採集地に於ける篩砂利の空隙率は産地により多少の差あるも、大体に於て 35%~42% の範囲内にあり。東鉄 7 箇所の調査によれば最小 35.9%、最大 39.8%、平均 37.6% にして、名鉄 32 箇所の調査は最小 33%、最大 42%、平均 37.6%、仙鉄 17 箇所の調査は最小 36.4%、最大 45.4% 平均 40.1% を示し、之等の總平均は 38.4% なり。概して粒形均等にして粗細率小なるものは空隙率大にして、粗細適當に混合せるものゝ空隙率は小なり。空隙率は砂利粒の大きさには殆んど無關係にして之を粒度別に調査せるものは表-5 の如く径 2 mm 以上 4 mm 未滿のものが 38.5% なる外は全部 40% 以上にして平均 41.5% なり。尙徑 1 mm 未滿の微粉に於ても猶 41% 以上の空隙率を有す。

次に道床砂利を網目 12 mm の篩器にて篩分け精選したる砂利中に發生せる篩滓の一定量を加へ空隙率を測定せるに其の結果表-6 の如く篩砂利及び篩滓の空隙率は夫々 39.9% 及び 38% なるも混合物の空隙率は兩者の何れよりも小となる。空隙率は土砂混入率約 50% の場合最小値に降り其の値 30% 以下となるも土砂の量之より増加すれば空隙率は却て増し漸次篩滓の空隙率 38% に接近す。

今砂利粒を凡て同一半径  $r$  なる球と假定し一邊の長さ  $a$  なる立方体の中に含まるゝ砂利最大箇數を  $n$ 、此の場合の球の全体積を  $A$ 、空隙量の總和を  $V$ 、空隙率を  $v$  とすれば、

$$n = \frac{a^3}{5.66r^3}, A = \frac{4}{3}\pi r^3 n = 0.74a^3, V = 0.26a^3, v = 0.26$$

空隙率  $v$  は  $r$  に無關係に常に 26% なり。球の排列の状態により  $v$  の値は變化するも  $r$  に關係なきことは同様にして砂利の粒形略均等なる場合は空隙率は砂利粒の大きさに無關係なることは表-5 調査表によるも明かなり。

然し乍ら箇々の空隙に付て之を觀れば其の大きさは全く砂利の粒径に比例するものにして前記の如く砂利を半径  $r$  の球と假定し、各球間の間隙に於て之に内接する小円の半径を  $r'$  とすれば

$$r' = 0.152r$$

にして砂利粒間の空隙の面積は砂利粒の半径の平方に比例し、砂利の粒

表-4. 道床砂利粒度調査表

砂利粒 土砂混入率(%)	10mm 未滿	10~12mm	12~15mm
新規砂利	6.1	5.6	6.1
15	14.1	4.3	6.8
25	21.3	5.3	7.4
35	28.8	6.4	7.5
45	36.9	6.3	8.3

備考：土砂混入率は 12 mm 角目篩にて篩分けたる場合の篩滓發生量を云ふ。新規砂利は東京及び仙臺各鉄道局の調査平均値にして其他は東京、名古屋、大阪、門司、仙臺及び札幌 6 鉄道局の調査平均値を示す

表-5. 粒度別道床砂利空隙率

粒度 (mm)	空隙率 (%)
12~10	43.0
10~8	41.3
8~6	40.3
6~4	44.0
4~2	38.5
2~1	42.4
1 未滿	41.2
平均	41.5

表-6. 土砂混入率別道床砂利空隙率

土砂混入率 (%)	空隙率 (%)
0	39.9
15	37.7
25	37.0
35	34.0
45	32.6
55	29.0
土砂空隙率	38.0

度小となれば空隙の面積は著しく減少す。其の程度は表-7 に示すが如くにして、1mm 未満の土砂等に在りては空隙面積極めて微小にして滲透水の通過困難なるのみならず、毛細管水上昇により道床を常に濕潤なる状態に保たしむ。要するに道床砂利の排水能力に影響するは空隙箇々の面積の大小即ち砂利粒の大小にして、砂利全体としての空隙率は排水能力に對しては大なる關係なし。表-6

に示すが如く土砂混入する場合空隙率の変化の程度には著しきものなしと雖も、排水能力低下の程度は決して此の如く輕微なるものに非ずして表-7 に示すが如く、土砂を多く交ゆる場合排水能力は極めて急激に低下す。

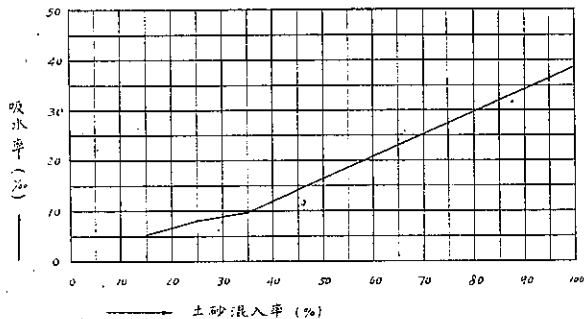
### 第3節 道床砂利の排水力

降雨又は機關車撒水等による水分の大部分は砂利粒間の空隙を通過して路盤中に滲透するも一部は毛細管現象によつて砂利中に保持せらる。此の水分は絶えず道床表面より蒸發するも之に對しては路盤中より毛細管を通じ補給せらるゝため、或る程度の濕度は避け得られざるものとす。此の原因に基く地下水の上昇力は箇々の毛細管の面積の減少すると共に急激に増大するを以て微細なる土

表-7. 砂利粒間空隙面積

砂利粒徑 $2r$ (mm)	空隙直徑 $2r'$ (mm)	空隙面積 $\pi r'^2$ (mm <sup>2</sup> )
30	4.56	16.331
15	2.28	4.083
5	0.76	0.454
1	0.15	0.018

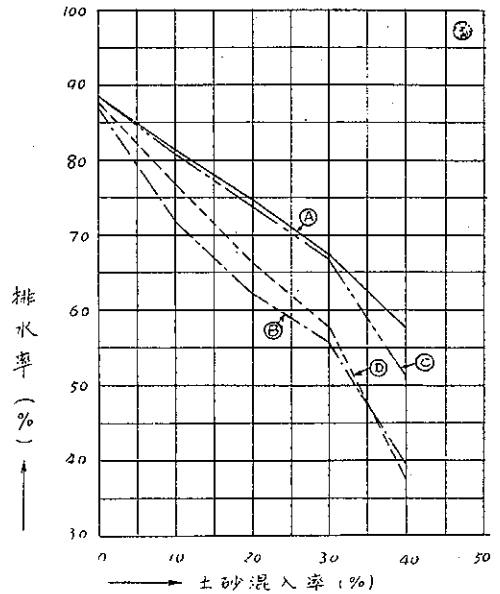
図-3. 道床砂利吸水率



砂の混入に伴ひ道床砂利の吸水性は著しく助長せらる。図-3 は完全に乾燥せる土砂交り砂利を底面積  $0.16 \times 0.16$ m、深さ  $0.1$ m の容器に満たし下部を水面に浸たして 24 時間吸水せしめたる場合の吸水量を示すものにして吸水率は略土砂混入率に正比例す。又  $300 \times 300 \times 300$  mm の容器に砂利を填充し其の上面より 6 立の水を靜かに注下し底部よりの排水を受くる装置とし、10 分間經過後に於ける全排水量の原注水量に對する割合を測定せるに、其の結果は図-4 の如く新規砂利の排水率は約 88% にして、礫の表面に附着し或は砂利粒間に毛細管水として残存する水量は僅かに 12% 内外に過ぎざれども、約 30% の土砂を混入せる場合は排水量は約 60% に低下し、40% 内外は残留す。土砂混入率 30% を超過する場合は排水率は急激に低下し、土砂混入率 40% の場合は注水量の 50% は砂利中に残留す。

毛細管現象によつて道床砂利中に保有せらるゝ水量は僅少なれども、普通の排水方法に依つては排除し得ざるものにして、道床の濕度は之によつて高められ枕木の耐久力に大なる關係を有す。

図-4. 道床砂利排水率



- Ⓐ 砂を多く含有する濕りたる土砂
- Ⓑ 砂を多く含有する乾燥せる土砂
- Ⓒ 砂を多く含有する濕りたる土砂
- Ⓓ 粘土を多く含有する稍濕りたる土砂

砂利の滲透度は道床の乾燥速度を左右するものにして道床の排水力の良否は一に滲透性の如何によるものとする。道床砂利の滲透度が砂利の空隙率の絶対値には直接の関係なくして、主として砂利粒の大きさ即ち空隙の大きさに支配せらるゝことは第2節に述べたるが如し。図-5は2立の水を3.8cm<sup>2</sup>の道床表面より滲透せしむるために要したる時間にして、土砂混入率増加すれば所要時分は著しく増大するを見るべし。

第4節 道床砂利の摩擦抵抗力

枕木を道床内に安定せしめ且又軌條の匍進及び軌道通りの狂ひを防止する上に於て枕木と道床砂利粒間の摩擦抵抗力は最も重要な抵抗力を與ふるものなれども、此の抵抗力は土砂混入量の増加すると共に減少す。図-6は200×200×140mm(接觸面積1120cm<sup>2</sup>)の大きさの木片を砂利中に埋め之を垂直に上方に拔上ぐるに要せし力を測定せるものにして、其の結果は道床を搦固むると否とにより大なる差異あれ共何れの場合に於ても土砂混入量或る程度に達する迄は混入率の大なる程抵抗を減じたり。然して搦固めを施行せざる場合に在りては其の遞減の傾向特に顯著なり。搦固めたる場合は土砂混入率約40%に達する迄は抵抗減少するも其の後の抵抗は土砂混入量に殆んど無關係に一定の値を有す。搦固めを施行せざる場合は土砂混入率60%迄は抵抗急激に低下するも、土砂の混入量之より増すときは摩擦は却て増加する傾向あり。搦固めたる場合は然らざる場合に比し殆んど2倍の摩擦抵抗を示したり。

第5節 道床沈下

1. 落錘試験 道床砂利を図-7の如く一定の形状に盛り上げ其の頂面に底面積300×300mmの臺を置き之に對して重量32.6kgの錘を300mmの高さより反覆10回落下せしめたる後、臺の總沈下量を測定せるに其の結果は表-8及び図-8に示すが如くにして、土砂混入率30%に達する迄は沈下量は急速に減じ、40%の場合は30%の場合に比し沈下稍少なくして最小値を示し、50%に至れば沈下量は再び増大す。土砂の充分乾燥せる場合も傾向は之と全く同一なるも普通状態の土砂の場合に比し沈下量稍大なり。

次に砂利を図-9の如く盛り立て底面積300×300mmの枕木を厚さの半ばを砂利の中に埋め重量69kgの錘を1mの高さより其の上へ落下せしめ、反覆10回繰返したる後總沈下量を測定せり。道床種類は普通篩砂利及び之に10%、20%及び30%の土砂を混合せる4種とし、乾燥せる場合並に注水せる場合の兩者に付て調査

図-5. 道床砂利滲透度

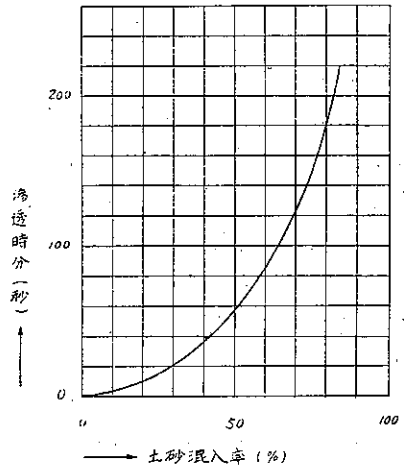
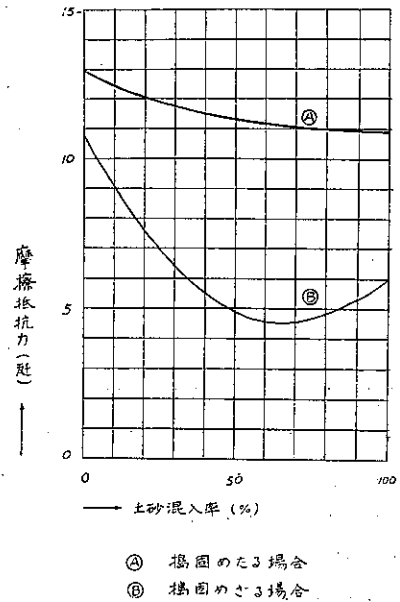


図-6. 道床砂利枕木間摩擦抵抗力



- Ⓐ 搦固めなき場合
- Ⓑ 搦固めなき場合

図-7.

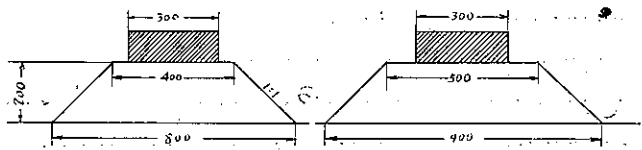




表-8 落錘試験成績表

土砂混入率 (%)	普通状態の土砂		乾燥状態の土砂	
	総沈下量(mm)	百分率(%)	総沈下量(mm)	百分率(%)
0	106	100	106	100
10	86	81	90	85
20	71	67	79	75
30	60	57	71	67
40	57	54	68	64
50	65	61	75	71

備考：土砂混入率 0% の砂利は 12 mm 目の篩器にて篩分けたるものなり。

図-8. 道床沈下量

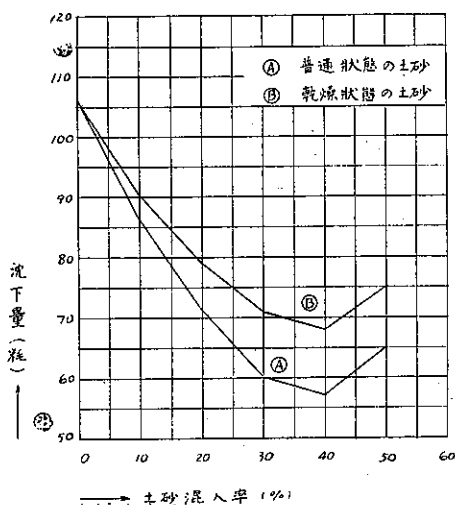


図-9.

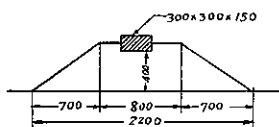
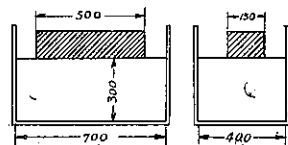


図-10.



せるに其の成績は表-9 の如し。之によれば乾燥せる場合は土砂を混合せる場合沈下量最少にして普通篩砂利の 88% に過ぎず、土砂を 20% 及び 30% 混合せる場合は夫々 84% 及び 87% にして之に次ぐも何れも普通篩砂利の場合に比較すれば沈下量小なり。然るに注水したる場合は之と全く趣を異にし土砂の混合量に比例して沈下量増大し土砂混合量 30% の場合は普通篩砂利の場合に比し 20% 以上の増加を示したり。

之等落錘試験の結果を綜合するに道床砂利の乾燥せるときは

表-9 落錘試験成績表

土砂混合量 (%)	乾燥せる場合		含水せる場合	
	総沈下量(mm)	百分率(%)	総沈下量(mm)	百分率(%)
0	100	100	111	100
10	83	83	119	107
20	84	84	124	112
30	87	87	135	122

土砂が多少混入せる場合に於て緊締度最大にして落錘の撃衝に對し最も大なる抵抗を現したり。これ調査試料を試験前充分に搗固めざりし爲、全く土砂を混入せざる篩砂利に於ては其の内部に比較的大なる空隙を存し砂粒移動し易きに反し、土砂混入の場合は篩砂利間の空隙は或る程度迄土砂によつて填充せらるゝ結果撃衝に對する安定度最大の値に達するものと認めらる。

2. 加圧試験 図-10 の如く 400×700 mm の底面積を有する容器中に砂利を充たし上面に 150×500 mm の面積を有する厚さ 140 mm の枕木を置き、之に對し徐々に圧力を加へ枕木底面積に於ける平均道床圧力が最大

7.5 kg/cm<sup>2</sup> 及び 15 kg/cm<sup>2</sup> に達する迄加圧し、之を數回反覆して毎回の枕木沈下量及び永久沈下量を測定せり。其の結果は表-10 及び 11 並に図-11 及び 12 に示すが如し。

図-1.1 道床砂利沈下量

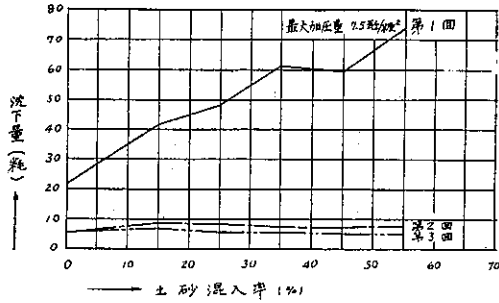
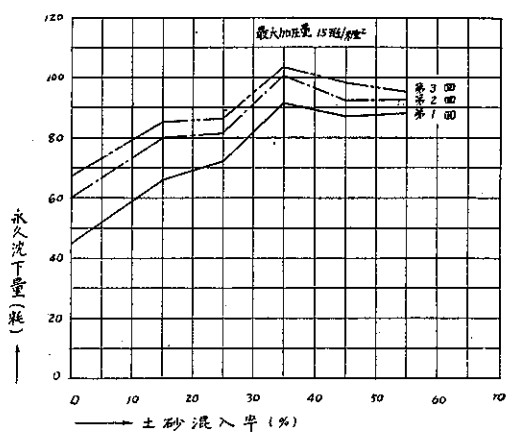
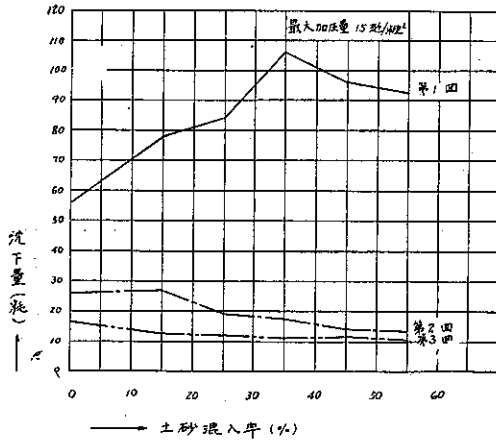
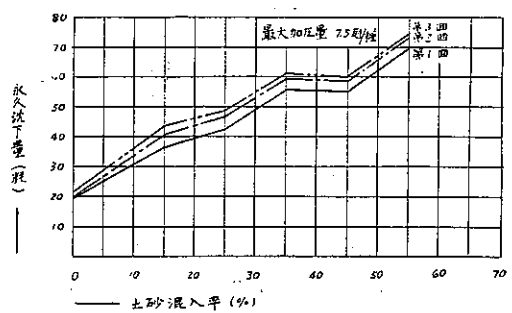


図-1.2 道床砂利永久沈下量



枕木下面の砂利は相當搗固めたりと雖も第 1 回の加圧に於ける沈下量は極めて大にして、而かも大部分は永久沈下として残留す。然して第 1 回目には於ける沈下量と永久沈下量とは土砂混入率に比例して増大す。即ち表-11 永久沈下量百分率によりて明なるが如く土砂の混入により道床の強度は甚だ大なる割合を以て減少す。之に反し第 2 回目以後に於ける沈下量及び永久沈下量は土砂混入率大なるもの程其の値減少の傾向あれども第 1 回目の場合に比較すれば絶対値に於て極めて輕微なるを以て、從て反覆數回に互り荷重を加ふるも當初の基準面より測

表-10 道床砂利沈下量

土砂混入率 (%)	$p_{max.}=7.5 \text{ kg/cm}^2$					$p_{max.}=15 \text{ kg/cm}^2$		
	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第1回	第2回	第3回
0	21.7	5.0	5.5	5.5	5.0	56.0	26.0	16.5
15	41.5	9.0	7.0	6.0	6.0	78.0	27.0	12.5
25	48.0	8.5	5.5	5.0	4.5	84.0	19.0	12.0
35	61.5	7.5	5.5	5.0	4.5	106.0	17.0	11.0
45	59.5	7.0	5.0	4.0	4.5	96.0	14.0	11.5
55	74.0	7.5	5.0	6.0	4.0	92.5	13.5	10.5

定せる永久沈下量の累計は全然第 1 回目の永久沈下量に左右せらるゝ結果となり、土砂混入率の増加に伴ひ急速に増加す。之を要するに土砂混入量大なる砂利は第 1 回目の加圧に際して著しく圧縮せらるゝと共に材料固結し第 2 回以後の加圧に對して弾性を失ふに至りしこと明にして道床用材料として甚だ不適當なることを示すものなり。

表-1.1. (1) 道床砂利永久沈下量 (mm)

土砂混入率 (%)	$p_{max.}=7.5 \text{ kg/cm}^2$					$p_{max.}=15 \text{ kg/cm}^2$		
	第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回	第 5 回	第 1 回	第 2 回	第 3 回
0	19.0	20.0	21.5	23.5	25.0	44.5	60.0	67.0
15	36.5	40.5	43.5	45.5	47.0	66.0	80.0	85.0
25	42.5	46.5	48.5	49.5	50.5	72.0	81.5	86.0
35	56.0	59.5	61.0	62.5	63.5	92.0	100.5	103.5
45	55.0	58.5	60.0	61.0	62.0	87.0	92.5	98.0
55	69.5	73.5	74.5	76.0	77.0	87.0	92.5	95.0

表-1.1. (2) 道床砂利永久沈下量 (百分率)

土砂混入率 (%)	$p_{max.}=7.5 \text{ kg/cm}^2$					$p_{max.}=15 \text{ kg/cm}^2$		
	第 1 回	第 2 回	第 3 回	第 4 回	第 5 回	第 1 回	第 2 回	第 3 回
0	100	100	100	100	100	100	100	100
15	192	203	202	194	188	148	133	127
25	224	233	226	210	202	162	136	129
35	295	298	284	266	254	207	168	155
45	290	293	279	260	248	196	154	147
55	366	368	346	324	308	196	154	142

### 第 3 章 土砂が軌道保守作業量に及ぼす影響

#### 第 1 節 斑直しに及ぼす影響

土砂が砂利に混入するときは加圧に對し圧縮性を増すと共に弾性を失ふ等の缺陷を生じ、其の程度は混入率に比例して増加することを前章に於て示したり。従て土砂混入すれば軌條面は列車の通過に當り急激に沈下するのみならず、枕木の浮きを生じ之が復舊のため、屢々斑直し作業を施行するの要あるに到る。

今道床の状態と軌道破壊量との關係を實際線路に就て調査せんがために、名古屋鉄道局管内中央線大曾根・勝川間に特殊の試験軌道を設けたり。試験軌道は單線築堤直線部にして軌道は 37 kg 軌條を敷設し、10 m 軌條 1 本に付き枕木 15 挺を使用す。各種の道床に對する試験區域の延長を 13.6 m とし中央に軌條接目を置き、又各種別毎に相當の中立地帯を置きたり。試験軌道は在來道床中 (イ)、(ロ) 及び (ハ) 部の砂利を全部取り除き試験道床と置換し軌道を平均 14~16 mm 扛上し、充分搗固めたる後軌條面沈下並に浮枕木發生數を調査する事とせり。試験に供したる道床砂利種類は下記の 6 種なり。

- (1) 普通篩砂利
- (2) 8 mm 以上篩砂利 (網目 8 mm の手篩にて篩分せるもの)
- (3) 12 mm 以上篩砂利 (網目 12 mm の手篩にて篩分せるもの)

- (4) 15 mm 以上篩砂利  
(網目 15 mm の手篩にて篩分せるもの)
- (5) 普通篩砂利に土 10% を混入せるもの
- (6) 普通篩砂利に土 30% を混入せるもの

之等の試験道床に於ける調査結果は表-12 の如し。

搦固後 40 日経過せる際の沈下量は普通篩砂利の場合最少にして小粒砂利を除去せる特殊篩砂利は之と殆ど相等しく、土混入量 10% のものは 7%, 同じく 30% 混入せるものは 25% 大なり。浮枕木発生率も亦普通篩砂利の場合最少にして特殊篩砂利は之に比較すれば 10~24% 多く、土混入量 10% のものは普通篩砂利に比し 10%, 土混入量 30% のものは 24% 大にして、之等の結果より見れば土砂混入せるものは清楚なる砂利より破壊の程度大にして、且つ土砂混入量大なるもの程其の破壊量の大なることを知る。尚又小粒砂利を除去せる特殊篩砂利は普通篩砂利に比し、強度に於て何等劣る所なく沈下量は殆ど相等しきも浮枕木発生率の大なることは注目値す。

又東海道本線名古屋・熱田間下り線に於て土砂混入量普通の箇所と土砂混入量甚しき箇所とを選び調査区間を定め、兩者に就て軌條面沈下の状態を比較せるものは表-13 にして道床搦固め後 20 日間に於て普通箇所は軌條面沈下量 61% なるに土砂混合率 30% の場合は 67% に達し、土砂の混合率大なる時は軌道の破壊状態も又増大する事を知る。

表-14 は土砂混入率と軌道保守作業量との関係並びに篩分施行後の軌道状態を調査せんが爲、特に選定したる多數の試験軌道に於ける成績を總括せるものなり。試験軌道は各保線事務所毎に線路状態普通にして土砂混入率略 15, 25, 35 及び 45% の箇所を求め、土砂混入量別に篩分を施行せざる場合 A, B 及び C 範囲の篩分を施行する場合の 4 種の調査区間を設けて、篩分に要する作業時分、篩分後 3ヶ月間に於ける班直し作業時分(篩分を施行せざる場合は同一期間に於ける班直し作

表-12. 試験軌道に於ける道床種類別  
軌道破壊状態

道床種類 土混入率	普通篩砂利				8mm以上篩砂利				12mm以上篩砂利				30%以上篩砂利				普通篩砂利に土 10% 混入				普通篩砂利に土 30% 混入			
	1A		15		15		15		15		15		15		15		16		16		16			
	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率	沈下量	浮枕木発生率		
搦固直後	16	0	13	0	12	0	10	0	14	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0		
1 日	32	4	33	7	35	7	32	7	35	7	37	7	37	7	37	7	37	7	37	7	37	7		
2	38	7	37	7	38	14	35	7	38	7	42	7	42	7	42	7	42	7	42	7	42	7		
3	40	7	43	11	38	14	39	14	43	14	43	14	43	14	43	14	43	14	43	14	43	14		
4	43	7	45	11	43	14	42	14	45	7	45	14	45	14	45	14	45	14	45	14	45	14		
5	43	7	46	11	43	14	42	14	49	18	49	18	49	18	49	18	49	18	49	18	49	18		
10	51	10	50	18	50	18	49	21	56	18	63	21	63	21	63	21	63	21	63	21	63	21		
15	51	18	51	18	51	29	49	32	56	21	63	25	63	25	63	25	63	25	63	25	63	25		
20	52	18	52	25	51	29	49	32	57	21	64	25	64	25	64	25	64	25	64	25	64	25		
25	53	21	52	25	53	29	49	32	57	21	65	32	65	32	65	32	65	32	65	32	65	32		
30	54	23	52	25	53	32	52	32	59	25	69	32	69	32	69	32	69	32	69	32	69	32		
35	54	23	54	32	54	36	53	36	59	29	69	36	69	36	69	36	69	36	69	36	69	36		
40	55	29	54	32	56	36	55	36	59	32	69	36	69	36	69	36	69	36	69	36	69	36		
沈下量自今年 浮枕木発生率 自今年	100	—	102	—	102	—	100	—	107	—	125	—	125	—	125	—	125	—	125	—	125	—		

備考 枕木 1 根平均搦固打数 120 回  
調査枕木総数 20 根 浮枕木発生数 11 根  
本区間 1 日列車回数 45 回 最大列車重 11 噸  
調査期間中晴天 20 日 曇天 11 日 雨天 7 日 雨量 309 ㎜  
沈下量は平均沈下量に対する沈下割合を示す

表-13. 土砂混入割合に依る軌道破壊状態

經過年數	土砂混入率(%)		種別	沈下量	沈下量
	平均	上量(mm)			
搦固直後	18	30	直後	11%	13%
	15	17		20%	22%
				30%	33%
				37%	42%
				41%	48%
				44%	50%
				47%	53%
				50%	55%
				50%	57%
				50%	57%
		53%	57%		
		58%	67%		
		61%	67%		

備考 調査枕木総数 45 根  
1 日列車回数 66 回  
通過最大列車重 D 50 型  
枕木 1 根平均搦固打数 120 回

表-14. (1)

軌條 37 局 節分範圍 A													軌條 37 局 節分範圍 B																
調査所名	調査箇所	調査種別	調査区間	節分作業種別	作業時間	I砂混入率 15%						I砂混入率 15%																	
						3月間		1日		1時間		3月間		1日		1時間													
						作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数												
水戸	常盤	横	上浦-神立	—	460	100	0.2	4	13	28	3	3	11	水戸	常盤	横	上浦-神立	—	690	51	1.7	18	44	73	7	13	25		
			赤塚-水戸	—	68	—	6.1	77	130	143	10	12	34				赤塚-水戸	—	2240	75	0	8.0	107	161	233	45	54	88	
			湯本-横	—	1232	—	0.5	0	31	57	0	21	37				湯本-横	—	2170	1470	77	1.4	2	45	73	0	28	75	
茨城	関西	横	柏-新芝	—	131	—	1.7	42	71	114	6	37	53	石巻	中央	横	坂下-新芝	—	2140	220	10	1.3	12	25	27	5	12	18	
			湯原-横	—	55	—	2.0	0	18	0	0	0	5	茨城	関西	横	柏-新芝	—	1577	187	84	7.0	2	12	22	18	23	39	
仙台	東北	横	石越-花泉	—	1135	—	3.0	3	27	77	5	15	47	福島	奥羽	横	笹原-新芝	—	1781	186	90	5.0	0	0	33	0	0	7	
			矢幅-仙崎	—	591	—	5.0	5	10	13	6	10	12	仙台	東北	横	石越-花泉	—	966	1243	70	3.0	0	20	63	0	5	32	
			矢幅-仙崎	—	45	—	0.3	5	20	48	2	10	20	盛岡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			矢幅-仙崎	—	268	—	0	0	0	8	0	0	0	金沢	北陸	横	矢幅-仙崎	—	2635	208	5	2.8	49	86	113	4	21	27	
			柳井-仙崎	—	120	—	3.2	0	20	30	0	10	15	室蘭	室蘭	横	柳井-仙崎	—	3400	756	2	0	0	0	5	0	0	0	
			柳井-仙崎	—	50	—	1.2	0	15	30	0	10	15	廣島	山陽	横	柳井-仙崎	—	3575	215	40	1.5	0	30	60	0	20	35	
			柳井-仙崎	—	285	—	2.1	0	15	30	0	5	10				大宮-日比	—	2655	15	3.8	5	20	60	0	15	20		
			大宮-日比	—	235	—	3.9	0	15	40	0	0	15	下関	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			宇部-厚狭	—	613	—	2.9	14	51	70	5	8	30	門司	日置	横	宇部-厚狭	—	3825	529	30	1.6	14	21	23	10	14	15	
			宇部-厚狭	—	363	—	1.8	0	3	10	0	0	5	鳥栖	鹿島	横	宇部-厚狭	—	905	25	2.0	0	0	10	0	0	0	0	
			宇部-厚狭	—	377	—	0	9	12	12	7	9	9				宇部-厚狭	—	2145	425	30	3.3	0	28	40	0	23	50	
			宇部-厚狭	—	158	—	5.0	8	11	13	9	13	16	熊本	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			宇部-厚狭	—	195	—	0	0	0	5	0	0	5	鹿兒島	鹿島	横	宇部-厚狭	—	2805	382	45	4.0	4	15	28	0	5	17	
			宇部-厚狭	—	385	—	1.4	0	5	10	0	0	0	大分	日置	横	宇部-厚狭	—	2775	581	35	1.3	12	30	36	7	30	32	
			宇部-厚狭	—	635	—	3.0	0	33	43	0	25	48				宇部-厚狭	—	2620	573	41.5	3.6	130	341	53.0	5.3	14.5	27.3	
			宇部-厚狭	—	1168	—	3.8	3	10	16	0	0	0	平均															
			宇部-厚狭	—	420	—	2.0	5	16	26	0	6	15																
			宇部-厚狭	—	420	—	0.9	8	24	35	12	18	25																
			坂下-新芝	—	162	—	0	12	18	24	3	9	15																
			平均	—	397	100	2.1	81	235	375	2.8	9.2	18.4																

軌條 37 局 節分範圍 C													軌條 37 局 節分範圍 D																
調査所名	調査箇所	調査種別	調査区間	節分作業種別	作業時間	I砂混入率 15%						I砂混入率 15%																	
						3月間		1日		1時間		3月間		1日		1時間													
						作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数	作業量	人数												
水戸	常盤	横	上浦-神立	—	1075	400	6.9	2.6	12	25	4.8	11	18	28	水戸	常盤	横	上浦-神立	—	1400	699	4	2.4	8	13	30	7	10	15
			赤塚-水戸	—	1218	55	0	2.7	65	104	143	14	23	37				赤塚-水戸	—	3000	97	0	9.1	38	148	180	9	17	36
			湯本-横	—	929	1340	82	1.1	5	68	100	0	35	77				湯本-横	—	2170	1580	73	2.0	20	50	89	3	37	81
名古屋	中央	横	坂下-新芝	—	1303	185	30	0.5	10	20	27	5	7	9	名古屋	中央	横	坂下-新芝	—	2400	220	10	1.3	12	25	27	5	12	18
			柏-新芝	—	1336	150	92	2.8	19	24	93	4	20	50	茨城	関西	横	柏-新芝	—	1565	288	38	3.2	0	10	53	0	0	0
			湯原-横	—	1274	101	90	10.0	0	0	30	0	0	0	福島	奥羽	横	湯原-横	—	2390	226	90	12.0	0	0	27	0	0	15
			石越-花泉	—	908	999	60	10	0	20	67	3	25	35	仙台	東北	横	石越-花泉	—	1896	1581	50	4.0	0	25	67	0	35	47
			矢幅-仙崎	—	825	701	27	5.0	3	6	9	3	5	8	盛岡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			矢幅-仙崎	—	255	100	47	0.6	15	30	60	3	11	22	室蘭	室蘭	横	矢幅-仙崎	—	4620	734	5	1.0	0	0	2	0	0	0
			柳井-仙崎	—	2700	655	10	0	0	0	4	0	0	0	廣島	山陽	横	柳井-仙崎	—	3950	325	40	5.4	0	40	70	0	20	30
			柳井-仙崎	—	1400	265	80	3.5	0	25	50	0	15	30				大宮-日比	—	3250	245	75	4.1	5	25	70	5	15	40
			大宮-日比	—	1550	275	75	3.4	5	20	50	2	20	30	下関	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			宇部-厚狭	—	386	97	2.5	39	100	133	0	8	23	門司	日置	横	宇部-厚狭	—	4920	129	58	0.9	9	11	15	16	18	20	
			宇部-厚狭	—	1205	330	65	2.9	2	7	20	0	5	10	熊本	鹿島	横	宇部-厚狭	—	2125	1446	15	11.0	22	44	67	1	6	16
			宇部-厚狭	—	1760	200	30	0	0	0	5	0	5	10	鹿兒島	鹿島	横	宇部-厚狭	—	3340	515	22	4.0	3	15	25	0	7	15
			宇部-厚狭	—	1345	1420	30	6.9	18	37	38	1	2	5	大分	日置	横	宇部-厚狭	—	3225	488	30	5.8	16	23	29	5	11	18
			宇部-厚狭	—	1935	465	58	2.2	0	12	23	0	5	13				下関-高城	—	2615	266	45	1.0	4	4	8	4	20	31
			宇部-厚狭	—	900	427	35	0.5	7	32	40	5	16	23	平均														
			平均	—	1491	470	54.3	2.7	11.1	24.1	28	12.2	22.8																

表-14. (2)

軌條 30 尺 篩分範圍 無										軌條 37 尺 篩分範圍 無														
調査事務所	調査箇所	篩分作業時間	篩分機	篩分機	篩分機	道床土初篩量					道床土初篩量													
						5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%							
米子伯備線	黒坂-根羽	245	100	1.8	15	25	33	8	13	17	宇部西	東北	根	山形-石橋	313	100	0.5	0	0	0	0	0	0	0
高松讃岐線	鳥無-瑞園	220	0	0	0	0	0	0	0	0	水戸常盤	磐	高浜-石岡	667	0	1.3	30	34	99	0	2	11		
他府陸羽	伊勢-若出	418	0	5.0	0	3	10	0	3	4	浜町西	草	稲庭-新堂	155	0	1.7	33	72	126	28	79	79		
新踏根室	札内-北若	374	0	0	54	79	116	7	16	32	飯沼	東北	鹿島-根崎	318	0	2.0	10	60	73	0	48	65		
名寄常呂	新洲-工別	314	0	2.0	0	50	114	0	30	75	下関	門司	鹿島-根崎	2042	0	1.0	42	67	108	25	50	83		
札幌室蘭	根室-志文	456	0	3.0	39	95	165	14	40	76	倉次	北陸	富山-根崎	52	0	0.3	10	32	33	3	13	18		
下関美濃	伊勢-伊佐	800	0	1.4	0	0	12	0	0	0	室蘭	室蘭	札内-根崎	268	0	0	0	0	8	0	0	0		
関司由川	池尻-川崎	670	0	0	4	7	11	3	6	10	廣島	山陽	御所-若田	110	0	3.3	0	20	30	0	10	20		
大分日豊	下都-高城	245	0	0	0	2	9	4	8	19	下関	門司	川部-嘉川	150	0	4.1	0	15	30	0	10	20		
福岡福知	—	171	0	0.6	6	15	22	8	16	18	下関	門司	富野-小笠	230	0	4.2	0	2	8	0	3	10		
平均		401	100	1.3	118	276	492	44	132	221	平均		平均	493	0	1.6	21	5	13	0	3	8		
軌條 30 尺 篩分範圍 A										軌條 37 尺 篩分範圍 A														
調査事務所	調査箇所	篩分作業時間	篩分機	篩分機	篩分機	道床土初篩量					道床土初篩量													
						5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%							
米子伯備線	黒坂-根羽	491	40	1.6	15	27	30	9	11	12	宇部西	東北	千歳-根崎	515	0	2.1	21	69	75	39	51	64		
高松讃岐線	鳥無-瑞園	1650	142	1.8	0	0	0	0	0	0	水戸常盤	磐	千歳-根崎	140	0	2.0	0	0	5	0	0	15		
他府陸羽	伊勢-若出	824	484	7.0	3.0	0	4	8	1	5	下関	門司	千歳-根崎	939	0	4.4	23	45	92	0	5	0		
新踏根室	札内-北若	1240	685	20	1.0	5.8	86	126	9	25	飯沼	東北	千歳-根崎	350	0	0.8	3	17	36	9	22	32		
名寄常呂	新洲-工別	804	325	15	3.0	11	42	100	0	21	下関	門司	千歳-根崎	392	0	0.5	18	56	96	2	7	14		
下関美濃	伊勢-伊佐	2430	770	39	1.4	0	0	0	0	0	廣島	山陽	千歳-根崎	445	100	1.7	11.4	300	471	61	172	258		
大分日豊	下都-高城	1445	287	30	1.8	0	4	20	0	2	下関	門司	平均	445	100	1.7	11.4	300	471	61	172	258		
札幌室蘭	根室-志文	960	670	15	4.0	40	86	120	12	33	平均		平均	445	100	1.7	11.4	300	471	61	172	258		
平均		1247	471	30.9	2.0	15.5	31.2	50.5	3.9	12.1	平均		平均	445	100	1.7	11.4	300	471	61	172	258		
軌條 30 尺 篩分範圍 B										軌條 37 尺 篩分範圍 B														
調査事務所	調査箇所	篩分作業時間	篩分機	篩分機	篩分機	道床土初篩量					道床土初篩量													
						5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%							
米子伯備線	黒坂-根羽	1110	552	3.3	2.8	9	19	26	5	12	宇部西	東北	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
高松讃岐線	鳥無-瑞園	2200	178	3	0	0	0	0	0	0	水戸常盤	磐	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
他府陸羽	伊勢-若出	1860	507	40	4.0	1	4	3	0	2	下関	門司	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
新踏根室	札内-北若	2350	718	20	3.0	65	85	127	8	17	飯沼	東北	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
名寄常呂	新洲-工別	1880	330	20	4.0	0	5.8	122	0	11	下関	門司	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
札幌室蘭	根室-志文	1400	794	10	4.0	42	82	132	16	41	廣島	山陽	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
下関美濃	伊勢-伊佐	3450	910	45	1.1	0	0	0	0	5	下関	門司	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
関司由川	池尻-川崎	3190	852	12	1.5	9	14	17	8	10	下関	門司	千歳-根崎	1010	2828	30	90	42	67	117	42	42	75	
大分日豊	下都-高城	2660	244	40	1.0	0	10	13	0	7	平均		平均	1521	720	519	2.8	14.3	32.6	52.6	64	15.1	26.0	
平均		2122	577	24.8	2.4	13.0	30.2	48.9	4.1	11.7	平均		平均	1521	720	519	2.8	14.3	32.6	52.6	64	15.1	26.0	
軌條 30 尺 篩分範圍 C										軌條 37 尺 篩分範圍 C														
調査事務所	調査箇所	篩分作業時間	篩分機	篩分機	篩分機	道床土初篩量					道床土初篩量													
						5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%	5%	15%	30%							
米子伯備線	黒坂-根羽	1239	600	4.9	3.4	11	22	7	11	17	宇部西	東北	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
高松讃岐線	鳥無-瑞園	2400	217	1	0	0	0	0	0	0	水戸常盤	磐	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
他府陸羽	伊勢-若出	1596	699	40	5.0	0	3	8	0	2	下関	門司	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
新踏根室	札内-北若	2980	1142	20	6.0	64	100	113	15	27	飯沼	東北	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
名寄常呂	新洲-工別	2920	420	25	7.0	0	31	87	0	23	下関	門司	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
札幌室蘭	根室-志文	3340	1292	10	7.0	48	82	120	26	40	廣島	山陽	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
下関美濃	伊勢-伊佐	3655	985	37	2.1	0	0	0	0	0	下関	門司	千歳-根崎	2430	40	6.3	2.0	0	0	0	0	0	0	
大分日豊	下都-高城	2615	266	45	1.0	4	4	8	4	20	平均		平均	2510	866	410	2.8	17.8	36.0	49.7	5.8	16.9	23.4	
平均		2593	691	28.2	3.9	15.9	29.6	44.7	6.5	15.4	平均		平均	2510	866	410	2.8	17.8	36.0	49.7	5.8	16.9	23.4	

表-14. (3)

軌條 37 尺 節分範圍 C															軌條 30 尺 節分範圍 B															
調査事務所		調査箇所		節分範囲		施打積3箇月間		於此に於て		道床工羽		崩壊量		調査事務所		調査箇所		節分範囲		施打積3箇月間		於此に於て		道床工羽		崩壊量				
線名	線別	区間	作業時間	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	線名	線別	区間	作業時間	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量	積土量		
宇野宮	東北	横濱一石橋	2,430	410	63	20	0	0	0	0	0	0	0	宇野宮	東北	横濱一石橋	1,593	505	90	50	5	12	15	5	9	10				
水戸	常陸	高浜-石岡	1,950	735	58	0.3	60	100	145	0	0	0	0	福知山	福知山	柏原-石生	2,154	198	40	0.9	4	5	21	2	4	17				
淡路	関西	北條-船場	1,808	196	15	1.6	20	30	48	14	48	48		福知山	福知山	福知山-豊後	2,260	149	9	0	0	0	0	0	0	0				
仙石	東北	鹿角-北郷	2,180	948	90	6.0	20	57	75	17	50	62		福知山	福知山	福知山-若山	1,463	687	40	4.0	1	4	11	0	4	4				
		横濱-豊島	2,567	3,339	35	3.0	33	42	59	42	58	67		福知山	福知山	福知山-高浜	2,160	220	20	0.4	0	33	20	0	0	10				
金沢	九陸	富山-越前	2,755	232	12	3.2	45	90	117	4	23	30		福知山	福知山	福知山-高松	2,245	588	20	1.0	4.3	80	137	25	43	45				
室蘭	室蘭	北谷-室蘭	1,870	678	5	0	0	0	5	0	0	0		福知山	福知山	福知山-根室	2,940	712	20	1.0	26	155	195	25	69	85				
鹿島	山陽	師範-若田	3,250	280	40	2.7	0	30	60	0	20	25		福知山	福知山	福知山-高松	2,290	784	35	3.0	0	3	18	0	0	27				
		富海-油丸	3,970	735	80	5.0	0	5	10	0	7	12		福知山	福知山	福知山-高松	1,593	436	15	4.0	31	68	106	5	23	52				
下関		小野-基川	2,520	1,482	54	9.3	0	0	0	0	0	0		福知山	福知山	福知山-伊佐	2,283	810	40	1.2	11	6	0	0	0	13				
鳥栖	鹿兒島	下下-龍門	3,400	150	25	3.0	0	0	15	0	5	10		福知山	福知山	福知山-地蔵	3,620	738	21	1.1	6	12	14	6	9	11				
熊本		川原-宇土	2,225	2,145	41	6.9	62.9	115	156	1	7	7		福知山	福知山	福知山-高松	2,945	294	10	4.0	0	5	6	0	0	8				
大分	日豊	宇島-中津	1,100	609	25	4.5	12	26	33	8	20	31		平均																
平均			2,780	920	418	3.7	194	376	555	66	182	228		平均				2,032	447	254	2.1	156	320	442	56	135	236			
軌條 30 尺 節分範圍 C															軌條 30 尺 節分範圍 C															
調査事務所		調査箇所		節分範囲		施打積3箇月間		於此に於て		道床工羽		崩壊量		調査事務所		調査箇所		節分範囲		施打積3箇月間		於此に於て		道床工羽		崩壊量				
福知山	福知山	柏原-石生	3,116	100	0.5	9	15	19	10	16	20		福知山	福知山	柏原-石生	3,202	55	20	0.8	5	13	23	3	10	11					
宇野宮	東北	黒坂-根南	573	22	9	27	30	12	26	29		福知山	福知山	黒坂-根南	1,671	42	37	8	25	32	10	15	21							
高松	讃岐	福知山-豊後	249	0	0	0	0	0	0	0		福知山	福知山	福知山-高松	2,504	202	2	0	0	3	0	0	0							
福知山	福知山	福知山-若山	225	20	1	2	8	0	3	11		福知山	福知山	福知山-高松	1,787	777	40	4.0	0	2	2	2	2	3	7					
致賀	小浜	本郷-基浜	265	0.8	0	7	23	0	0	0		福知山	福知山	福知山-高松	2,094	120	15	0.2	0	7	37	0	0	20						
札幌	札幌	札幌-根室	678	10	38	97	193	15	40	62		福知山	福知山	福知山-高松	2,990	1,022	30	6.0	22	124	160	0	9	37						
福知山	福知山	福知山-若山	414	10	132	186	227	24	56	90		福知山	福知山	福知山-高松	2,473	1,148	24	0	2	2	34	0	3	28						
野付	青森	上郷-高松	752	20	0	3	20	2	4	25		福知山	福知山	福知山-高松	2,027	915	20	20	0	0	6	0	0	23	42					
名寄	富山	工部-高松	265	30	26	82	130	3	27	20		福知山	福知山	福知山-高松	4,004	785	40	0.9	0	6	0	0	12	0						
下関	美濃	伊豆-伊佐	850	0.5	0	11	0	0	0	0		福知山	福知山	福知山-高松	2,520	329	15	5.0	2	6	20	0	0	7						
門司	田川	福知山-地蔵	590	0	0	3	6	9	2	5	8		平均				2,572	584	234	2.8	134	269	440	25	104	212				
		伊豆-中京	352	13	3	5	10	4	7	11		平均																		
大分	日豊	下野-高松	240	20	1	6	9	1	2	5		平均																		
平均			437	100	1.3	120	334	521	56	143	256		平均																	
軌條 30 尺 節分範圍 A															軌條 37 尺 節分範圍 無															
調査事務所		調査箇所		節分範囲		施打積3箇月間		於此に於て		道床工羽		崩壊量		調査事務所		調査箇所		節分範囲		施打積3箇月間		於此に於て		道床工羽		崩壊量				
福知山	福知山	福知山-石生	1,669	281	45	0.9	9	20	38	4	6	18		宇野宮	宇野宮	宇野宮-根南	537	100	1.0	15	60	100	0	0	13					
宇野宮	東北	黒坂-根南	1,038	528	50	2.6	6	22	31	3	13	22		淡路	淡路	淡路-根南	153	20	26	81	76	18	43	60						
高松	讃岐	福知山-豊後	1,675	148	20	0	0	0	3	0	0	0		福知山	福知山	下野-高松	160	0.4	4	17	30	0	13	16						
福知山	福知山	福知山-若山	908	451	60	3.0	6	19	0	4	8		福知山	福知山	小野-石生	670	110	130	242	250	97	150	208							
宇野宮	東北	黒坂-根南	1,038	528	50	2.6	6	22	31	3	13	22		室蘭	室蘭	北谷-室蘭	182	0	0	0	0	7	0	0	0					
高松	讃岐	福知山-豊後	1,675	148	20	0	0	0	3	0	0	0		福知山	福知山	常田-若山	373	35	0	0	10	0	0	0						
福知山	福知山	福知山-若山	908	451	60	3.0	6	19	0	4	8		福知山	福知山	若山-田代	318	25	0	0	10	0	0	0							
致賀	小浜	本郷-基浜	1,455	400	65	0	20	37	47	0	17	17		福知山	福知山	若山-田代	392	31	0	5	13	0	10	20						
札幌	札幌	札幌-根室	1,044	670	20	1.0	37	84	123	13	34	35		福知山	福知山	若山-田代	378	16	30	71	91	13	22	32						
福知山	福知山	福知山-若山	1,310	424	20	1.0	85	124	175	29	53	82		鹿島	鹿島	柳井-師範	225	39	0	10	28	0	10	10						
野付	青森	上郷-高松	1,280	204	39	0	0	0	12	3	3	16		福知山	福知山	若山-田代	245	36	0	10	20	0	7	15						
名寄	富山	工部-高松	1,175	380	20	1.0	21	95	118	14	46	66		下関	下関	日進-小野	1,836	1.8	0	37	69	0	0	16						
下関	美濃	伊豆-伊佐	2,875	945	60	1.1	0	5	16	0	6	16		福知山	福知山	大室-高松	2,231	14	0	5	13	0	3	8						
大分	日豊	下野-高松	1,308	287	10	3.0	3	5	15	0	0	9		福知山	福知山	中野-小野	395	0	10	14	14	8	12	12						
平均			1,431	475	322	1.2	171	357	534	5.8	165	244		平均				428	100	2.5	150	408	557	98	204	322				

表-14. (4)

軌條 37 冠											軌條 30 冠																
節分範圍 A											節分範圍 B																
I 砂混入率 35%											I 砂混入率 35%																
調査事務所名	調査箇所	調査員	調査時間	作業時間	作業量	作業率	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度						
調査箇所	調査員	調査時間	作業時間	作業量	作業率	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度				
調査箇所	調査員	調査時間	作業時間	作業量	作業率	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度				
水戸	菅野	根	石岡-羽後	550	832	0	1.3	28	72	99	5	14	59	米子	伯備	單	江尾-津	—	993	100	16	7	27	30	12	26	26
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1401	115	50	1.3	33	72	98	26	38	43	高松	讃	丸尾-津	—	985	—	0.25	0	18	40	0	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2035	149	40	0.5	1	16	33	0	10	11	高松	讃	丸尾-津	—	179	—	0.02	0	27	48	0	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	926	260	90	70	52	208	258	38	117	183	高松	讃	丸尾-津	—	298	—	10	102	184	123	27	53	82	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2520	426	40	0	0	5	0	0	0	0	高松	讃	丸尾-津	—	982	—	0	4	19	34	3	10	28	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	425	285	80	2.3	0	30	60	0	20	40	高松	讃	丸尾-津	—	362	—	10	69	89	111	27	35	41	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1500	325	30	2.0	0	5	15	0	5	15	高松	讃	丸尾-津	—	500	—	3.6	0	0	3	0	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1400	1888	98	5.1	0	13	29	0	0	3	高松	讃	丸尾-津	—	910	—	0	3	5	9	2	5	7	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1315	210	60	2.1	3	8	20	0	5	10	高松	讃	丸尾-津	—	82	—	0	0	4	10	0	0	8	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1445	374	30	3.2	0	10	15	0	0	0	高松	讃	丸尾-津	—	239	—	30	0	5	11	2	3	7	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2075	455	30	1.8	22	60	89	8	13	28	高松	讃	丸尾-津	—	967	—	10.0	20	30	50	10	10	20	
平均				1529	529	45.2	2.4	126	449	458	70	102	355	平均				484	100	18	17.1	36.1	49.1	6.9	13.8	31.6	
軌條 37 冠											軌條 30 冠																
節分範圍 B											節分範圍 A																
I 砂混入率 35%											I 砂混入率 35%																
調査事務所名	調査箇所	調査員	調査時間	作業時間	作業量	作業率	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度			
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1030	753	0	1.7	25	40	77	0	14	36	米子	伯備	單	江尾-津	908	544	60	12	21	34	49	13	25	32
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1579	131	23	4.3	23	81	151	9	38	100	高松	讃	丸尾-津	—	1578	740	20	32	7	19	14	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2706	365	5	0.8	2	6	16	2	6	7	高松	讃	丸尾-津	—	275	120	45	0.8	30	47	77	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1440	1430	80	30	60	142	225	47	167	208	高松	讃	丸尾-津	—	1260	362	30	10	—	—	—	10	88	115
水戸	菅野	根	石岡-羽後	3630	185	40	4.9	0	47	70	0	11	15	高松	讃	丸尾-津	—	1475	976	54	0	0	3	8	3	3	13
水戸	菅野	根	石岡-羽後	500	360	20	3.0	0	4	20	0	4	12	高松	讃	丸尾-津	—	1190	260	80	20	36	54	64	30	51	71
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2550	1326	39	5.8	0	13	30	0	0	13	高松	讃	丸尾-津	—	2375	550	1	30	0	0	2	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1050	480	30	0.9	14	22	25	10	14	16	高松	讃	丸尾-津	—	2330	243	25	0	0	0	3	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2995	418	25	2.0	0	5	7	0	0	0	高松	讃	丸尾-津	—	1456	326	30	50	0	10	19	5	9	12
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2880	553	35	3.7	38	48	68	22	28	38	平均				1539	455	38.3	1.9	10.6	22.4	26.2	5.7	18.5	28.6
平均				2808	601	27.2	2.7	147	371	431	82	257	40.5	平均				1539	455	38.3	1.9	10.6	22.4	26.2	5.7	18.5	28.6
軌條 37 冠											軌條 30 冠																
節分範圍 C											節分範圍 B																
I 砂混入率 35%											I 砂混入率 35%																
調査事務所名	調査箇所	調査員	調査時間	作業時間	作業量	作業率	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度	歩行距離	歩行時間	歩行速度			
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1350	249	0	7.6	17	40	60	0	16	37	米子	伯備	單	江尾-津	1159	610	25	2.0	16	28	35	18	31	40
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2073	159	38	4.2	16	60	71	6	25	41	高松	讃	丸尾-津	—	2084	680	10	1.9	6	21	34	0	0	0
水戸	菅野	根	石岡-羽後	3010	563	5	0.1	0	6	7	3	3	4	高松	讃	丸尾-津	—	1265	50	20	12	10	13	40	0	7	
水戸	菅野	根	石岡-羽後	1980	1590	80	5.0	132	217	255	97	225	258	高松	讃	丸尾-津	—	2392	708	30	20	105	158	165	3	20	52
水戸	菅野	根	石岡-羽後	4850	284	1	0	0	0	4	0	0	0	高松	讃	丸尾-津	—	2290	926	50	0	0	15	37	0	6	15
水戸	菅野	根	石岡-羽後	3750	270	40	64	0	30	60	0	15	30	高松	讃	丸尾-津	—	2820	380	80	2.0	9.8	83	94	10	17	43
水戸	菅野	根	石岡-羽後	5700	925	20	3.0	0	5	20	0	7	15	高松	讃	丸尾-津	—	2785	500	7	1.7	0	0	1	0	0	2
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2775	1584	31	6.6	0	9	40	0	0	16	高松	讃	丸尾-津	—	3320	698	15	0	5	9	11	4	7	10
水戸	菅野	根	石岡-羽後	3225	966	25	5.3	0	50	150	0	0	0	高松	讃	丸尾-津	—	3075	285	18	80	0	0	6	0	0	3
水戸	菅野	根	石岡-羽後	2900	630	20	1.6	45	82	97	22	28	38	高松	讃	丸尾-津	—	2600	329	20	60	0	9	10	3	10	13
平均				3190	722	26.0	4.0	210	429	764	12.8	31.6	43.9	平均				2379	512	27.5	2.5	19.0	33.6	43.3	3.8	9.1	18.5



表-1.4. (5)

軌條 30 尺										軌條 30 尺															
篩分範圍 C					工砂混入率 35%					篩分範圍 無					工砂混入率 45%										
調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量	調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量					
線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層	線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層					
米子	伯備線	江原	伯備	1400	794	65	3.4	28	43	52	14	29	38	高松	讚岐線	丸龜	丸龜	丸龜	丸龜	丸龜	丸龜	丸龜			
高松	讚岐線	丸龜	丸龜	2050	770	9	2.1	21	29	32	0	0	0	教育	小浜線	本野	高松	丸内	丸内	丸内	丸内	丸内			
教育	小浜線	丸内	丸内	2512	442	10	8.5	22	60	83	13	33	37	鋼軌	根室	丸内	丸内	丸内	丸内	丸内	丸内	丸内	丸内		
鋼軌	根室	丸内	丸内	2790	1040	30	6.0	82	124	160	0	9	37	野村	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	
野村	津別	津別	津別	2799	1120	32	0	0	3	21	3	7	23	門司	田川	油	油	油	油	油	油	油	油	油	
門司	田川	油	油	3396	265	80	20	47	66	76	0	10	28	大分	日置	龍門	龍門	龍門	龍門	龍門	龍門	龍門	龍門	龍門	
大分	日置	龍門	龍門	3405	655	25	21	0	0	2	0	0	0	千栗	房總	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
千栗	房總	丸	丸	3375	377	12	10	0	0	8	0	3	10	平均											
平均				3070	343	10	6.0	0	11	15	0	7	10												
				2772	645	298	35	22	32	505	33	109	215												
軌條 37 尺										軌條 30 尺															
篩分範圍 無					工砂混入率 45%					篩分範圍 A					工砂混入率 45%										
調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量	調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量					
線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層	線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層					
丸内	丸内	丸内	丸内	913	100	10	0	16	33	0	3	20	千栗	房總	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
高松	讚岐線	丸	丸	450	0	1.0	0	16	33	0	3	20	高松	讚岐線	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
教育	小浜線	丸	丸	822	0	25	0	0	89	0	0	0	鋼軌	根室	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
鋼軌	根室	丸	丸	562	100	15	0	107	517	0	20	133	野村	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別	津別
野村	津別	津別	津別	1381	627	338	16	240	401	560	105	20	33	平均											
平均																									
軌條 37 尺										軌條 30 尺															
篩分範圍 B					工砂混入率 45%					篩分範圍 B					工砂混入率 45%										
調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量	調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量					
線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層	線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層					
丸内	丸内	丸内	丸内	1619	486	20	2.0	25	28	102	16	71	90	千栗	房總	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
高松	讚岐線	丸	丸	1290	510	15	10	0	0	3	0	3	13	高松	讚岐線	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
教育	小浜線	丸	丸	1475	960	33	2.2	0	0	29	0	0	0	教育	小浜線	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
鋼軌	根室	丸	丸	1461	652	227	1.7	93	260	450	5	247	383	鋼軌	根室	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
野村	津別	津別	津別											平均											
平均																									
軌條 37 尺										軌條 30 尺															
篩分範圍 C					工砂混入率 45%					篩分範圍 C					工砂混入率 45%										
調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量	調査事務所	調査箇所	線別	区間	篩分作業時間	篩分機	篩分率	篩分機	篩分機	道床工羽崩壊量					
線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層	線別	線別	線別	線別	時間	時間	時間	時間	時間	5層 15層 30層					
丸内	丸内	丸内	丸内	3480	863	20	2.0	33	59	75	26	55	71	千栗	房總	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
高松	讚岐線	丸	丸	3660	884	20	2.0	0	0	3	0	3	23	高松	讚岐線	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
教育	小浜線	丸	丸	2780	576	20	1.0	0	13	30	0	3	5	教育	小浜線	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
鋼軌	根室	丸	丸	2780	576	12	4.1	0	0	7	0	0	7	鋼軌	根室	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	丸	
野村	津別	津別	津別											平均											
平均																									

業時分), 其の間に於ける雑草生成状態, 枕木移動量及び道床土羽破壊量等に付き調査す。試験軌道の延長は 1 種別 50m とし各種別の中間には約 10m 宛の中立区間を設置す。調査期間は各保線事務所共昭和 7 年 5 月頃より 7 月頃に至る 3 箇月間とす。表-14 中篩分を施行せざる場合に就て土砂混入率別に搗固め所要時分を比較することにより, 土砂混入量と並直し作業時分との関係を知らるゝものにして, 今線路等級, 列車繁閑別又は切取築堤の別に關係なく搗固作業時分平均値を計算すれば表-15 の如くにして, 搗固作業時分は土砂混入率の増加と共に著しく増大する傾向を示したり。

今  $y = a + bx^2$   
 但し  $y$ : 搗固作業時分(軌道延長 50m 當り 3 箇月間に於ける延作業時分)  
 $x$ : B 範囲の土砂混入率(%)

とし表-15 より最小自乗法によりて  $a$  及び  $b$  を計算して上式に代入すれば

30 kg 軌條の場合  $y = 390 + 0.0723x^2$   
 37 kg 軌條の場合  $y = 374 + 0.0826x^2$

之より土砂混入率別搗固作業時分増加率を求めたるもの表-16 にして, 之を图示すれば図-13 の如し。

表-15. 土砂混入率別搗固作業時分

土砂混入率(%)	軌條重量	
	30 kg	37 kg
15	401	397
25	437	445
35	484	428
45	532	562

図-13. 土砂混入率別搗固作業時分増加率

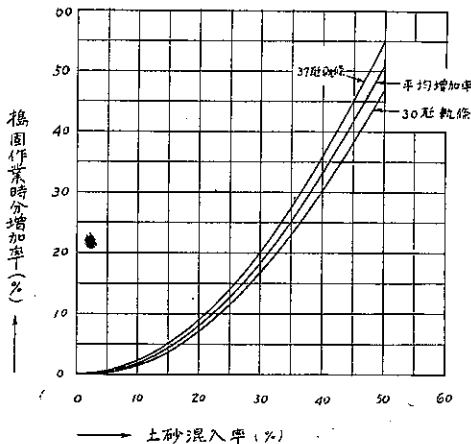


表-16. 土砂混入率別搗固作業時分増加率

軌條 土砂混入率(x)	30 kg		37 kg		兩軌條平均増加率(%)
	yの値	同増加率(%)	yの値	同増加率(%)	
0	390	100	374	100	100
10	397	102	382	102	102
15	406	104	393	105	105
20	419	107	407	109	108
25	435	112	426	114	113
30	455	117	448	120	119
35	479	123	475	127	125
40	506	130	506	136	133
45	536	138	541	145	142
50	571	147	580	155	151

第 2 節 雑草生成に及ぼす影響

道床に土砂混入する時は雑草の生育に必要な湿度と營養とを供給するを以て従て其の繁茂を促し除草作業の勞力を増加す。表-17 は大阪鉄道局管内の實際軌道に於て土砂混入量別に 3 箇月間の雑草生成本数を比較したるものにして篩分施行 3 箇月後の状態を見れば土砂混入率 15% の場合を 1.00 とすれば土砂混入率 25% の場合は 1.62, 土砂混入率 35% の場合は 4.49 に達し時日を經過するに伴ひ其の懸隔は一層増大する傾向あり, 又篩分施行箇所の雑草生成状態を見るに篩分施行後 2 箇月間は當初の土砂混入率に殆ど無關係の如くなるも, 3 箇月以後に在りては篩分施行當時土砂混入率 35% なりし箇所の生成量は特に大なるを認む。

道床内に生育する雑草中主要なるはスギナ, チガヤ, ニシキサウ, スベリヒユ及びメヒシバ等にして上記の植物中スギナ及びチガヤは多年生にして繁殖力最も強く, 且又路盤内に根を有するため道床を篩分くも數日にして

再び發生す。故に道床篩分によつて之を根絶することは困難なれ共、土砂混入量少なければ従て其の繁茂も緩漫なり。ニシキサウ、スベリヒユ及びメヒシバは1年生にして根の深さ道床表面より80mm内外に過ぎざれば、篩分によつて或る程度迄根絶することを得。然し乍ら普通の軌道に於て繁茂するはスギナを主とするが故に篩分により除草作業の絶滅を期することは困難なるも、土砂混入量の減少により雑草生成率並びに除草作業時間を減少せしむることを得。

表-17. 雑草生成状態調査表

(m<sup>2</sup> 當り 雑草生成本數)

土砂混入率(%)	篩分範圍	篩分不施行箇所			篩分施行箇所		
		1月後	2月後	3月後	1月後	2月後	3月後
15	B	12.5	19.1	15.6	2.8	5.8	3.0
	C	9.0	6.9	8.8	2.0	2.3	2.4
25	B	14.8	20.4	20.2	1.4	2.2	2.1
	C	10.2	15.8	19.3	1.7	2.3	2.6
35	B	34.8	52.6	57.6	2.9	5.2	7.6
	C	30.0	46.9	51.7	2.0	3.6	5.4
15	B, C 平均	10.8	13.0	12.2	2.4	4.1	2.7
25	〃	12.5	18.1	19.8	1.6	2.2	2.4
35	〃	32.4	49.8	54.7	2.5	4.4	6.5

備考：雑草中主要なるはスギナにして其他メヒシバ、ドクダミ、チガヤ、ノボシ、マダサ、ササ及びスマレ等を含む。

表-14 中の篩分後3箇月経過後に於ける雑草生成量を土砂混入率別及び篩分範圍別に比較したるものは表-18にして、又篩分施行箇所を基準とし土砂混入率別に之を比較すれば表-19の如し。

表-18. 篩別範圍別雑草生成状態

土砂混入率(%)	篩分範圍		
	A	B	C
15	42.6	33.2	32.4
25	44.3	33.2	32.6
35	41.8	27.4	27.9
45	28.3	25.1	21.3

備考：篩分を施行せず單に除草を施行せる箇所の雑草生成状態を100とす。施行後3箇月後に於ける成績とす。

表-19. 篩分を施行せざる場合の土砂混入率別雑草生成状態

土砂混入率(%)	基準とせる篩分範圍		
	Aを基準とす	Bを基準とす	Cを基準とす
15	235	301	309
25	226	301	307
35	239	365	358
45	354	398	470

備考：篩分施行箇所の雑草生成状態を100とす。

今雑草生成率を

$$y = a + bx^2 \quad \text{但し } y: \text{ 雑草生成率, } x: (\text{B 範圍の}) \text{土砂混入率}(\%)$$

とし表-19より最小自乗法によつてa及びbの値を求むれば下記の如く、又土砂混入せざる理想的の場合即ちx=0の場合を標準として雑草生成量増加率を計算すれば表-20及び図-14の如し。

- (イ) 篩分範圍 A の場合  $y = 195 + 0.0670x^2$
- (ロ) 篩分範圍 B の場合  $y = 280 + 0.0595x^2$
- (ハ) 篩分範圍 C の場合  $y = 266 + 0.0932x^2$

表-20. 土砂混入率別雑草生成量増加率

種別 土砂混入率(%)	A		B		C		平均増加率
	雑生成草率	増加率	雑生成草率	増加率	雑生成草率	増加率	
0	195	100	280	100	266	100	100
10	202	104	286	102	275	103	103
20	222	114	304	109	303	114	112
30	255	131	334	119	350	132	127
40	302	155	375	134	415	156	148
50	363	186	429	153	499	188	176

第3節 枕木移動に及ぼす影響

表-14 中篩分を施行せざる箇所の3箇月間の枕木移動量を土砂混入率別に比較すれば表-21の如し。枕木の軌道方向に於ける移動量は道床砂利の緊締度又は道床砂利と枕木との摩擦力の大小により差異を生ずべく、従て土砂混入率に多少関係すべく考へらるるも實地調査の結果は表に見らるゝが如く、何れの場合に於ても移動量は極めて輕微にして土砂混入率には殆ど無關係と見做して可なり。

表-21. 土砂混入率別枕木移動量 (mm)

軌條種別 土砂混入率(%)	30 kg			37 kg			平均		
	30 kg	37 kg	平均	30 kg	37 kg	平均	30 kg	37 kg	平均
15	1.3	2.1	1.7	1.3	1.7	1.5	1.3	1.5	1.4
25	1.3	1.7	1.5	1.3	1.7	1.5	1.3	1.5	1.4
35	1.8	2.5	2.2	1.8	2.5	2.2	1.8	2.5	2.2
45	1.0	1.5	1.3	1.0	1.5	1.3	1.0	1.5	1.3

備考； 枕木移動量は軌條底軌間内側の位置に於て測りしものなり。

第4節 道床土羽破壊量に及ぼす影響

道床土羽に混入せる土砂は時日の経過するに従ひ下層に沈積し土羽の道床は上下2層に分る。然して下層の砂利は土砂混入量多き爲固結し弾性を失ひ列車の通過による路盤の震動を直接上層の砂利に傳達す。上層の砂利は之がため下層砂利との境界面に沿ひ滑落し道床土羽の形状は崩壊し枕木端面を露出するに至る。土砂混入量多きときは僅か數日にして土羽は全く破壊し屢々搔上整理する必要あり。表-14 には軌條接目部と軌條中央部とに分ち土羽壞れ寸法を整理後5日、10日及び30日目毎に掲げたれども、今篩分を施行せざる箇所のみにて土砂混入率別に之を比較すれば表-22の如し。

道床土羽破壊寸法を

$$y = a + bx^2 \quad \text{但し } y: \text{道床土羽破壊寸法 (mm)}, \quad x: \text{(B範圍の)土砂混入率(\%)}$$

とし表-22よりa及びbの値を計算するに次の如し。

図-14. 土砂混入率別雑草生成量増加率

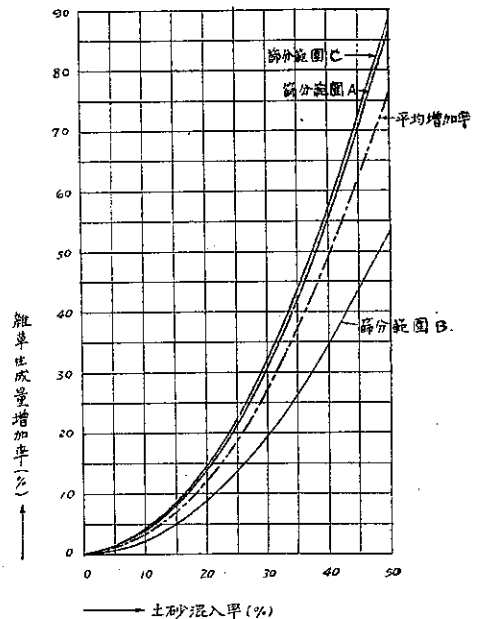


表-22. 土砂混入率別道床土羽破壊量 (mm)

土砂混入率 (%)	軌條種別	軌條接目部			軌條中央部		
		5日後	15日後	30日後	5日後	15日後	30日後
15	30	11.8	27.6	49.2	4.4	13.2	22.1
	37	8.1	22.5	37.5	2.8	9.2	18.4
	平均	10.0	25.1	43.4	3.6	11.2	20.3
25	30	17.0	33.6	52.1	5.6	14.3	25.6
	37	11.4	30.0	47.1	6.1	17.2	25.8
	平均	14.2	31.8	49.6	5.9	15.8	25.7
35	30	17.1	36.1	48.1	6.9	13.8	21.6
	37	15.0	40.8	55.7	9.8	20.9	32.2
	平均	16.1	38.5	51.9	8.4	17.4	26.9

軌條接目部	5日後	$y = 9.4 + 0.00587x^2$
	15日後	$y = 22.7 + 0.0132x^2$
	30日後	$y = 42.7 + 0.00813x^2$
軌條中央部	5日後	$y = 2.7 + 0.00475x^2$
	15日後	$y = 10.7 + 0.00592x^2$
	30日後	$y = 20.0 + 0.00624x^2$

$x=0$  なる理想的の場合を標準とし土砂混入率による土羽破壊量の増加率を求めたるもの表-23 にして図-15 は之を图示せるものなり。道床土羽破壊量増加率は整理後時日経過するに伴い漸減する傾向あれ共今 15 日及び 30 日後に於ける増加率の平均値を以て一般の増加率と見做したり。

図-15. 土砂混入率別道床土羽破壊量増加率

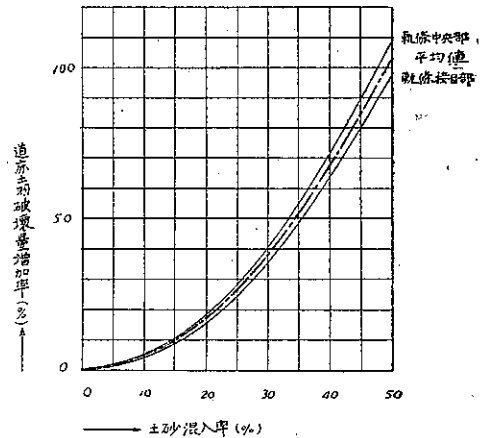


表-23. 土砂混入率別道床土羽破壊量増加率

土砂混入率 (%)	軌條接目部					軌條中央部					増加率平均値
	15日後		30日後		平均増加率	15日後		30日後		平均増加率	
	土羽破壊量	増加率	土羽破壊量	増加率		土羽破壊量	増加率	土羽破壊量	増加率		
0	22.7	100	42.7	100	100	10.7	100	20.0	100	100	100
10	24.0	106	43.5	102	104	11.3	106	20.6	103	105	104
20	28.0	123	45.9	107	115	13.1	122	22.5	113	118	117
30	34.6	152	50.0	117	135	16.0	150	25.6	128	139	137
40	43.8	193	55.7	131	162	20.2	189	30.0	150	170	116
50	55.7	246	63.0	148	197	25.5	238	35.6	178	208	208

### 第5節 枕木耐久力に及ぼす影響

道床砂利に土砂混入する時は其の排水能力阻害せらるゝため、濕潤なる道床状態となるは前章に於て説明せる所にして土砂混入量増加に伴ひ道床砂利滲透度及び排水率共に急激に低下するは図-4 並に図-5 により明なるも、

尙土砂混入率と道床砂利保水率の關係並に道床砂利保水率と枕木含水率との關係を調査せるものは図-16及び図-

図-16. 土砂混入率別道床砂利保水率

(注水後 120 時間経過後に於ける含水量)

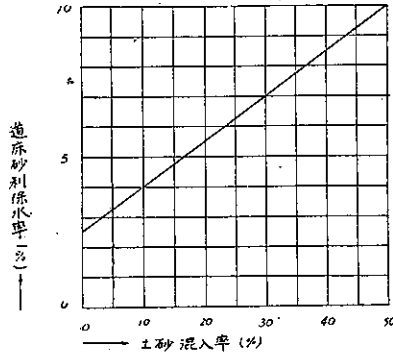
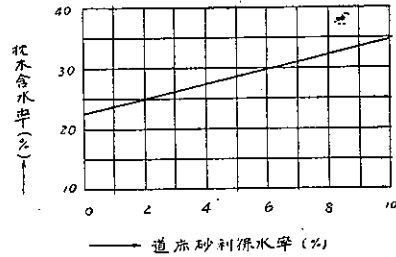


図-17. 枕木含水率



17 なり。之によれば枕木含水率は道床砂利保水率即ち土砂混入率に正比例することを知る。道床の湿度高く枕木の含水量大るとき之に適當なる温度を伴ふ場合は枕木腐朽菌の活動を促し枕木組織蝕害せられて所謂腐朽現象を生ず。道床湿度が枕木の腐朽に及ぼす影響の一例として、門司鐵道局が大正 2 年より昭和 3 年迄 15 年間肥薩線人吉矢岳間に於て施行したる乾濕地別枕木耐久試験の結果を見るに濕地の枕木耐久年限は乾地の 80%~85% に相當す。

表-24. 乾濕地別腐朽枕木平均耐久年限

材種	乾濕地別		B/A %
	乾地 (A)	濕地 (B)	
樺	8.0 年	6.5 年	81 %
栗	9.5	8.0	84

表-25. 柵材抗圧強度調査表(纖維に平行なる場合)

種類	含水率 (%)	抗圧強 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考	種類	含水率 (%)	抗圧強 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考			
A	1	168	291.1	辺材	D	1	239	269.5	心材	
	2	197	336.4			2	218	260.2		
	3	178	235.2			3	236	268.3		
	4	217	289.4			4	233	289.6		
	5	209	234.3			5	255	215.4		
	6	199	208.9			6	291	244.4		
	7	188	208.6			7	273	259.4		
平均	192.4	220.0	平均	236.4	231.7					
B	1	18.6	213.1	心材	E	1	177	325.7	辺材	
	2	18.3	234.2			2	175	378.6		
	3	19.6	200.5			平均	176.6	354.7		
	4	19.8	244.2			F	1	18.9	255.9	—
	5	20.2	224.4				2	18.6	290.3	
	6	19.0	258.2				平均	18.8	272.1	
	7	20.4	241.1				G	1	16.9	343.4
平均	19.5	236.8	2	19.7	315.5					
			3	17.3	316.7					
			4	18.3	331.2					
			平均	18.0	326.8					
C	1	20.6	264.8	辺材	H	1	18.3	316.4	心材	
	2	19.7	265.3			2	17.6	324.2		
	3	17.9	275.9		平均	18.0	320.3			
	4	18.1	264.2		K	1	17.7	315.3	辺材	
	5	17.5	266.3			2	12.9	509.8		
	6	17.0	230.0			3	13.5	509.2		
	7	18.0	273.3			4	12.9	518.3		
	8	21.6	243.1			5	13.5	573.6		
	9	19.6	259.8			6	14.1	543.6		
	10	20.5	230.4			7	14.1	560.0		
平均	19.0	267.7	平均	13.5		529.3				
			L	1	14.7	515.5	心材			
				2	14.8	537.7				
			平均	14.6	524.1					

表-26. 柵材抗圧強度調査表(纖維に直角なる場合)

種類	含水率 (%)	抗圧強 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考	種類	含水率 (%)	抗圧強 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考			
A	1	17.1	442	辺材	E	1	17.5	142.1	辺材	
	2	17.6	470			平均	20.0	118.4		
	3	17.4	393			G	1	18.2	121.7	辺材
	4	18.3	378				2	17.2	134.3	
	5	17.0	449				3	18.3	118.1	
	6	17.7	51.0				4	22.9	123.5	
	7	21.0	399				5	23.3	87.7	
	8	24.3	66.5				6	20.7	73.6	
	9	27.2	241.0				7	17.5	70.1	
	平均	19.2	243.8				平均	19.8	99.8	
B	1	17.0	76.0	心材	H	1	19.2	696	心材	
	2	17.3	82.7			2	18.8	98.7		
	3	17.5	90.2			K	1	13.3	137.3	辺材
	4	17.3	82.4				2	14.0	139.1	
	5	17.8	55.5				3	13.9	141.8	
	6	17.4	57.3				4	13.9	143.8	
	7	17.4	58.7				5	13.8	135.3	
	8	20.0	51.8				6	13.7	137.6	
	9	17.7	48.1				7	13.8	92.1	
	平均	17.7	68.1				平均	14.4	102.2	
C	1	17.2	96.0	辺材	L	1	14.3	138.5	辺材	
	2	18.1	97.2			2	13.7	140.0		
	3	18.4	97.6			平均	14.0	128.2		
	4	19.0	91.0			O	1	22.4	87.1	心材
	5	17.7	53.5				2	23.4	96.1	
	6	18.5	62.5				3	28.7	89.8	
	7	19.8	55.0				4	23.8	92.4	
	8	19.7	71.8				5	20.3	64.4	
	9	21.4	45.2				6	22.5	82.3	
	10	21.4	89.7				7	23.1	49.3	
平均	19.3	64.3	平均	21.9	68.5					
D	1	22.4	87.1	辺材	P	1	17.7	134.7	心材	
	2	23.4	96.1			2	19.1	138.4		
	3	28.7	89.8			3	17.7	135.9		
	4	23.8	92.4			4	22.3	134.1		
	5	20.3	64.4			5	23.7	136.7		
	6	22.5	82.3			6	23.2	127.7		
	7	23.1	49.3			7	22.3	97.3		
	平均	21.9	68.5			平均	22.3	104.1		

次に枕木の含水量が其の物理的強度に及ぼす影響を見るに、其の程度更に著しきものありて官房研究所の調査によれば、桧枕木の含水率と其の抗压強度との間には表-25 及び表-26 の如き関係あり。表-25 は木材繊維に平行の方向に於ける抗压強度にして表-26 は之に直角の方向に於ける抗压強度を示すものとす。

- 今  $y_1$ : 枕木繊維に平行の方向に於ける抗压強度 (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $y_2$ : 枕木繊維に直角の方向に於ける抗压強度 (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $x$ : 枕木含水率(%)

とすれば兩者の関係に付ては次の如き實驗式が得らる。

$$y_1 = \frac{3000}{x-8.5}, \quad y_2 = \frac{1}{4}y_1$$

図-18 は之を図示せるものにして、桧枕木は完全なる氣乾状態に於ても約 14% の水分を含むも、此の場合抗压強度最大にして繊維の方向に於て 550 kg/cm<sup>2</sup> 繊維に直角の方向に於て 135 kg/cm<sup>2</sup> の強度を有す。然して含水量増加するに従ひ強度は急速に減じ含水量 25% の場合は夫々 180 kg/cm<sup>2</sup> 及び 45 kg/cm<sup>2</sup> となり、氣乾の場合に比し約 1/3 に低下す。図-16 及び図-17 の土砂混入率、道床保水率並に枕木含水率間の相互關係及図-18 の枕木含水率別枕木強度を基礎として、土砂混入率と枕木強度との關係を見出せば表-27 の如し。

枕木更換の原因を大別すれば腐朽、軌條喰込、犬釘打換不能、割裂並に折損の 5 種に分類せられ素材枕木の原因別更換率は昭和 4 年度國有鐵道平均値に依れば腐朽 53.5%、軌條喰込 12.9%、犬

図-18. 枕木抗压強度

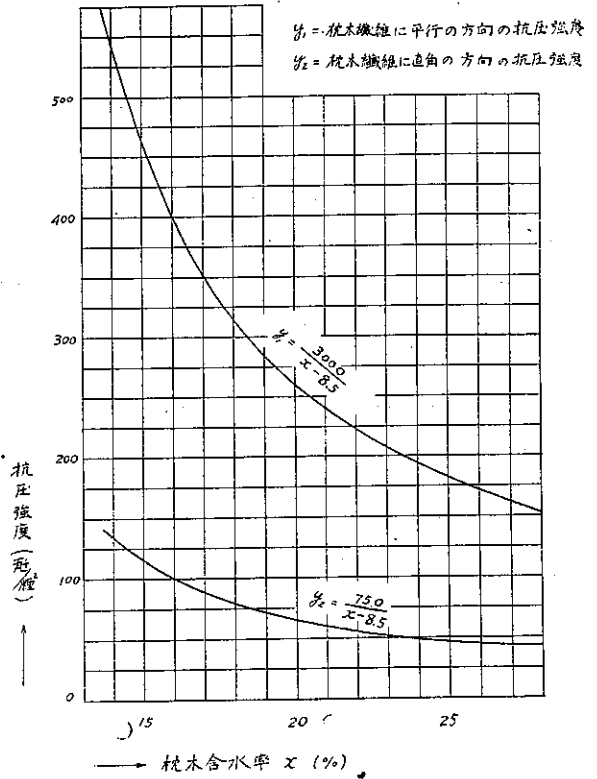


表-27. 土砂混入率別枕木抗压強度

土砂混入率(%)	0	10	20	30	40	50
抗压強度						
$y_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	182	163	146	133	122	113
$y_2$ ( " )	46	41	37	33	31	28
百分率 (%)	100	89	80	73	67	62

釘打換不能 14.8%、折損 0.6% にして其他は割裂によるものとす。

今腐朽による枕木更換数は其の含水率に比例するものとし軌條喰込、犬釘打換不能及び折損による更換数は枕木強度に反比例し、割裂は道床乾濕に關係なきものと假定して前記諸表の数値より土砂混入率と素材枕

表-28. 枕木更換原因調

腐 朽	軌條喰込	犬釘打換不能	割 裂	折 損
53.5	12.9	14.8	18.2	0.6

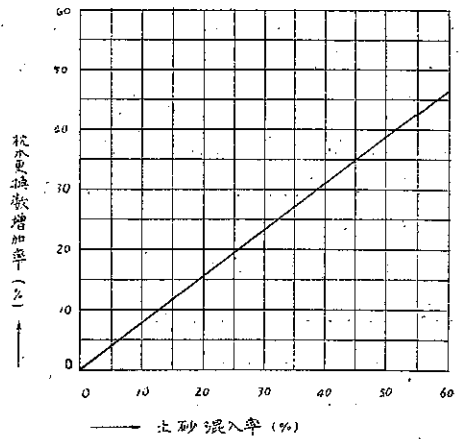
木更換數との關係を求めば表-29 の如し。而して之を图示したるものは圖-19 なり。

表-29. 土砂混入率別素材枕木更換數增加率 (%)

土砂混入率(%)		更換原因別					
		0	10	20	30	40	50
腐	朽	53.5	57.8	62.0	66.4	70.6	74.9
喰	込	12.9	14.5	16.2	17.7	19.2	20.8
犬釘	打換不能	14.8	16.6	18.5	20.3	22.1	23.8
割	裂	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
折	損	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0
合	計	100	107.8	115.7	123.4	131.0	138.7

クレオソートを注入せる施薬枕木に在りては防水性のクレオソート油が枕木表面に浸潤せるため、素材枕木に比し吸濕性渺なく、且又假令水分を吸収するも菌類は表面に於ては發育を阻害せられ表面より所謂腐朽の現象を起すことなし、注入枕木に於ても含水すれば物理的強度減少するも反對に乾燥に過ぐるときは注入せるクレオソートは急激に發散して比較的速に其の効果を失ひ、且つ又組織の不平均な收縮に基く皸割れを生じ腐朽菌は割裂を通じて内部の薬液充分に滲透せざる部分に達し、之がため枕木内部より腐朽進行し更換の必要を生ずるに至る。此の如く注入枕木に對しては湿度は必ずしも有害ならずして土砂の混入が其の耐久力に及ぼす影響は利害相半ばするを以て以下注入枕木の耐久力は道床の土砂混入率とは無關係なりと見做したり。

圖-19. 土砂混入率別素材枕木更換數增加率



第 6 節 土砂混入率と軌道保守作業量增加率との關係

前各節に於ては軌道保守作業中道床砂利に混入せる土砂に直接影響せらるゝ諸作業、即ち班直し、道床整理、除草及び枕木更換作業等に就て土砂混入率と之等の作業量の增加率との關係を求めたるも、全保守作業量に及ぼす土砂混入率の影響の程度は専ら上記各作業の全作業量に對する比率に關聯す。作業種類別保守作業量は軌道の構造、路盤状態及び列車運轉状況等により比率を異にするものにして、我工務局軌道成績調査區の代表的丁場に於ける作業量百分率は表-30 の如し。前記 7 丁場の作業量百分率の平均値を以て作業量標準百分率とし、各作業種類毎の増加率を標準百分率に乗じて集計したるものを以て全保守作業量の増加率となすときは其の値表-31 の如く圖-20は之を图示せるものなり。

表-30. 工務局軌道成績調査區に於ける代表的 7 丁場の作業量 (%)

調査箇所	丁場名	調査年度	作業種類別作業量百分率 (%)					
			枕木更換	鋼軌敷	班直し	砂利整理	除草	其他
常磐線	袖	3	31	47	21.3	0.8	2.7	62.8
		4	16	14	18.8	2.2	3.3	72.1
常磐線	神山	3	46	72	39.5	0.8	0.6	47.3
		4	42	77	27.8	0.6	0.3	54.4
常磐線	岩波	3	37	59	28.1	1.7	1.5	59.1
		4	51	77	22.2	0.7	1.4	62.9
常磐線	下總川	3	31	34	27.3	1.7	10.4	54.1
		4	27	29	36.7	1.9	4.2	51.6
常磐線	立井	3	104	45	216	9.6	7.6	46.3
		4	34	4.8	32.7	1.1	4.7	47.3
常磐線	御崎	3	40	23	29.4	0.2	8.3	50.8
		4	67	4.3	24.2	1.0	6.0	57.3
常磐線	橋本	3	53	20	14.6	0.6	8.0	64.5
		4	70	27	22.8	1.1	4.5	62.2
平均			5.35	440	26.32	2.00	4.54	56.89

備考：除草作業時間中土砂混入率に關係し軌道内の除草作業量は上表数値の 1/2 也



図-20. 土砂混入率別作業量増加率

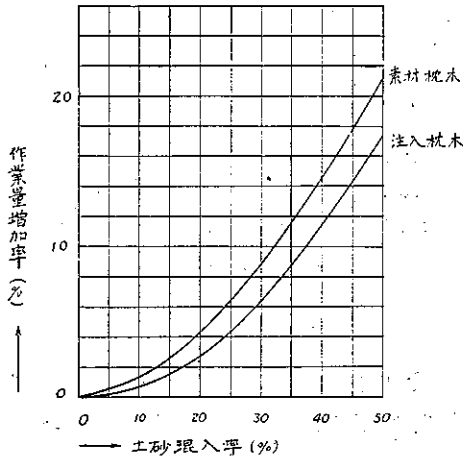


表-31. 土砂混入率別作業量増加率

土砂混入率 (%)	作業種別 枕木地盤 土砂混入率 (%)	軌道延長 1km 当り篩分作業時間 (分)						計
		枕木地盤	枕木地盤 土砂混入率 (%)	注進し	別整理	除草	其他	
0		5.25	4.40	26.82	2.00	2.27	59.16	100.00
10	素材	5.76	4.78	27.34	2.08	2.34	59.16	101.81
20	素材	6.19	5.09	28.94	2.34	2.54	59.16	104.26
30	素材	6.60	5.43	31.89	2.70	2.88	59.16	108.70
40	素材	7.01	5.76	35.64	3.32	3.36	59.16	114.25
50	素材	7.41	6.10	40.07	4.06	4.00	59.16	121.20
10	注入	5.35	4.40	27.34	2.08	2.34	59.16	100.47
20	注入	5.35	4.40	28.94	2.34	2.54	59.16	102.79
30	注入	5.35	4.40	31.89	2.70	2.88	59.16	106.42
40	注入	5.35	4.40	35.64	3.32	3.36	59.16	111.23
50	注入	5.35	4.40	40.47	4.06	4.00	59.16	117.45

第4章 道床篩分費額

第1節 篩分作業所要時間

道床篩分に要する作業時間は道床状態、使用器具、作業人員組合せ及び列車運転状態によりて多少の差異あるを免れざるも、表-14 調査箇所にてける篩分作業時分の平均値を求めれば表-32 の如し。本表に掲げたる作業時分は國有鉄道各保線事務所毎に設けられたる試験軌道にてける実績なれば、表-32 の數値は上記各種の條件を総合したる平均値と見做すことを得。

表-32. 軌道延長 50m 當り篩分作業時分 (單位分)

單複線別	篩分範圍別		
	A	B	C
單線	1570	2392	2580
複線	1362	2690	3020
平均	—	2541	2800

本調査箇所にて於て使用せる篩器の網目有效寸法は 12mm にして、今網目有效寸法を之より

小とするときは篩滓の落下困難となり、従つて篩分作業時間を多く要す。今 8mm、10mm 及び 12mm の3種の網目により同一状態の道床を篩分け其の所要時分を調査せるに表-33 の如くにして網目 12mm の場合に比較し 10mm の場合 3%、8mm の場合 10% 多く要す。

表-33. 篩器網目有效寸法別能率

篩分範圍	軌道延長 10m 當り篩分作業時間(分)			同 百分率 (%)		
	12mm	10mm	8mm	12mm	10mm	8mm
A	199.4	206.8	229.2	100	104	115
B	351.2	358.4	373.0	100	102	106
C	216.0	220.0	234.0	100	102	108
平均				100	103	110

備考：使用篩器は何れも角目手篩とす

線路工手 1 日の實働時分を 360 分とし表-32 及び 表-33 より軌道延長 1km に對する篩分所要人員數並に其の費額を計算したるもの 表-34 なり。

表-34. 軌道延長 1 km 當篩分所要人員並に費額

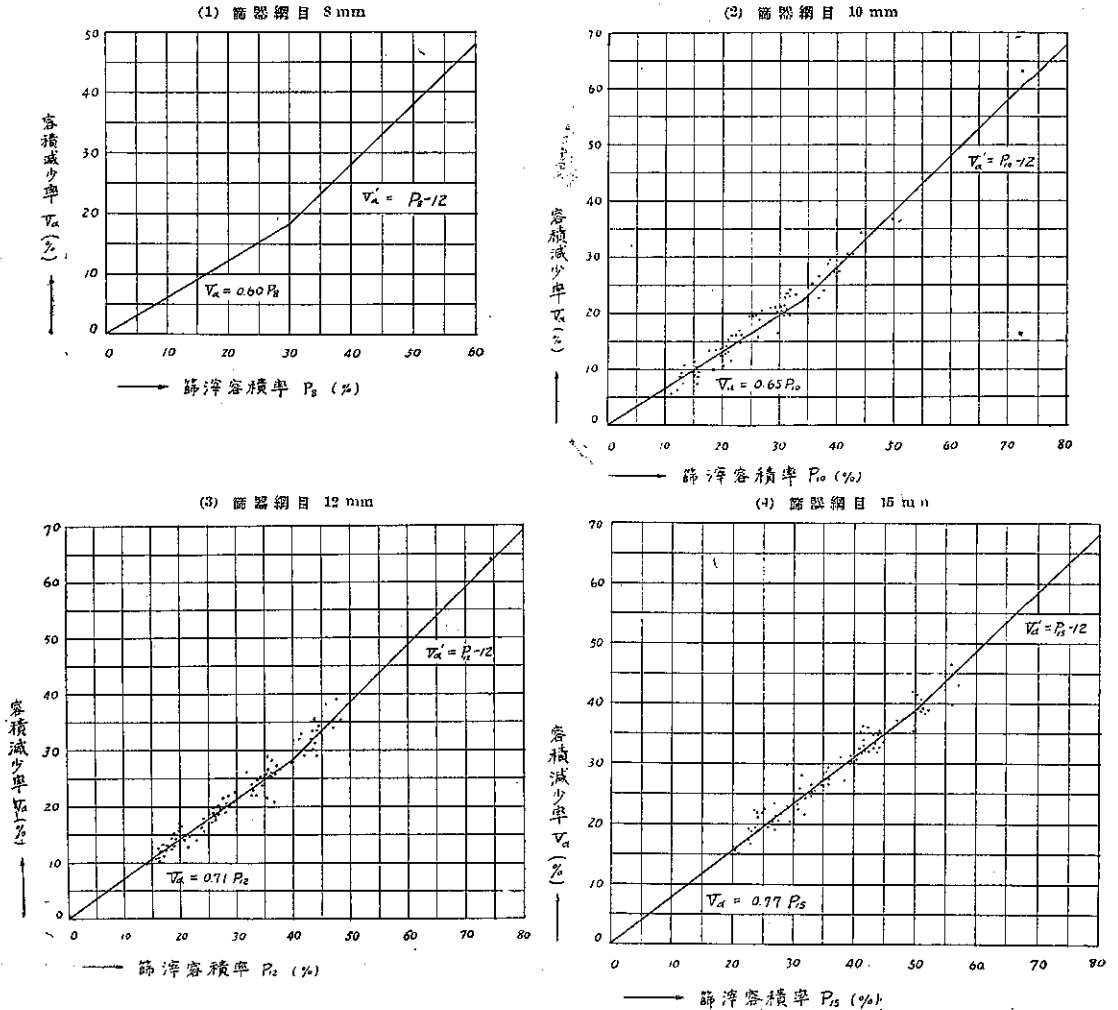
篩分範圍	種別	所要人員 (人)			所要費額 (円)		
		12	10	8	12	10	8
	網目有效寸法 (mm)						
A	單線	87.2	90.1	95.9	188.0	193.6	206.8
	複線	75.6	77.9	83.2	163.5	168.4	179.9
B	—	141.0	145.2	155.1	304.6	313.7	345.1
C	—	155.5	160.2	171.1	336.0	346.1	369.6

備考：線路工手 1 人當り給與を 2.16 円とす

第 2 節 砂利補足費

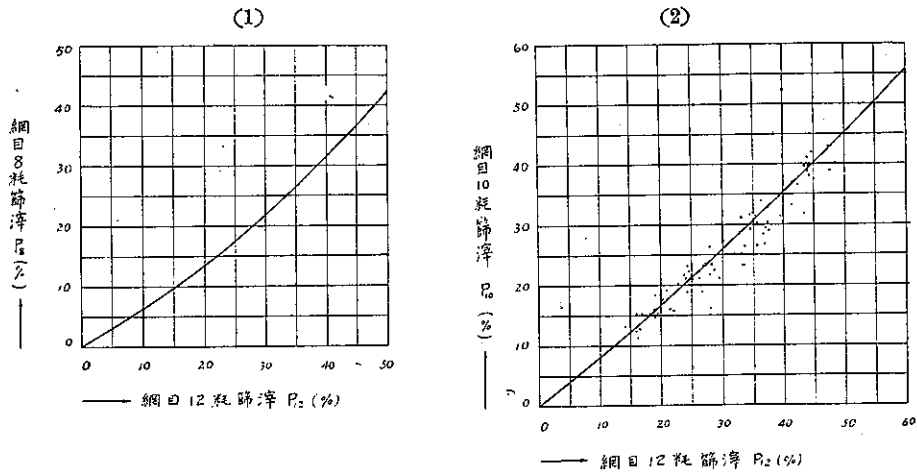
道床を篩分け混入土砂を除去すれば砂利容積の減少するは當然なれ共、其の容積減少率は土砂混入率の多寡並に

図-21. 篩分砂利容積減少率



篩器の網目寸法に關係す。表-14 の各調査箇所にて於て道床砂利を網目有效寸法 10, 12 及び 15 mm の篩器によりて篩分けたる場合發生せる篩滓量と篩分後の砂利容積減少率とは表-35 の如くにして、図-21 は各網目寸法別に篩滓容積率と砂利容積減少率との關係を示し、図-22 は同一砂利を各種の網目にて篩分くるとき發生する篩滓容積を比較したるものなり。網目 8mm の場合に對する砂利容積減少率及び篩滓發生率の値は名古屋鉄道局管内に於て調査せる結果により、之を圖-21 及び圖-22 に示したり。

図- 22. 篩分容積率



篩砂利中に土砂混入するときは砂利容積は土砂混入量に比例して増加するも、篩砂利の各粒間には相當大なる空隙ありて土砂の一部は容積増加に全く無關係に空隙中に包含せらるゝ結果容積増加量は混入量より少なるを普通とす。此くして大なる空隙が全部土砂によつて填充せられたる後は加へられたる土砂の量が直ちに容積増加量として現はるゝものなり。

砂利を篩分け土砂を排除する場合の篩滓發生量と砂利容積減少率との間にも上記と全く同様なる關係ありて、篩滓發生量の或る限度迄は砂利容積減少率は篩滓發生率に比例すれ共、容積減少量は篩滓發生量よりも少なく、本限界を超越するとき始めて篩滓發生量と容積減少量とが一致するに

到る。両者が一致する場合の最少篩滓發生率、即ち臨界土砂混入率は篩器網目寸法によつて異なり、網目 8mm の場合 30.0%、網目 10mm の場合 34.2%、同 12mm の場合 40.8%、同 15mm の場合 52.0% なり。

臨界土砂混入率に達する迄は砂利容積減少率 ( $V_a$ ) と篩滓發生量、即ち土砂混入率 ( $P$ ) の間には次の關係あり。

網目 8mm の場合	$V_a = 0.60 P_8$
網目 10mm の場合	$V_a = 0.65 P_{10}$
網目 12mm の場合	$V_a = 0.71 P_{12}$
網目 15mm の場合	$V_a = 0.77 P_{15}$

表-35. 篩分後砂利容積減少率

調査 局名	篩分 範囲	網目10粒			網目12粒			網目15粒			
		篩分前	篩分後	減少率	篩分前	篩分後	減少率	篩分前	篩分後	減少率	
東鐵	A	110	94.5	5.5	16.1	877	10.3	20.9	32.6	15.2	
		187	90.5	9.5	24.3	845	15.5	27.7	7.4	20.1	
		268	82.0	19.2	36.9	785	25.5	43.7	6.3	32.7	
	B	290	82.0	17.7	37.7	733	26.7	45.3	6.3	33.7	
		124	93.9	6.1	16.1	876	10.4	23.4	8.4	16.6	
		202	87.6	10.4	25.1	826	19.8	31.0	7.6	22.5	
	C	292	85.2	14.8	37.2	795	20.5	40.9	6.3	32.7	
		319	80.6	19.4	43.4	68.8	31.6	51.2	6.9	38.1	
		159	91.7	8.3	21.7	856	18.4	28.3	7.8	21.6	
	名鐵	A	210	88.5	11.6	27.6	80.5	19.5	33.4	24.1	25.6
			267	84.6	15.0	35.5	78.6	21.4	42.2	6.7	30.3
			384	71.8	28.6	47.7	61.0	37.0	56.3	5.7	46.3
大鐵	A	156	92.8	7.2	22.1	873	12.7	32.3	7.8	21.6	
		212	85.0	15.0	27.8	773	20.7	39.5	6.7	30.1	
		234	84.2	15.8	33.3	762	23.8	41.9	6.4	32.7	
	B	285	77.3	22.7	36.7	71.7	28.3	47.4	6.7	37.1	
		201	86.0	14.2	26.5	82.2	17.8	36.2	7.3	26.7	
		252	80.7	19.3	32.0	74.1	25.9	42.1	6.1	33.9	
	C	310	77.8	22.3	37.5	73.1	26.9	45.8	6.4	34.6	
		266	81.1	18.9	33.7	75.3	24.3	49.7	6.0	33.0	
		33.1	75.1	24.9	41.9	68.3	31.7	51.4	5.2	40.8	
	札鐵	A	377	72.7	27.3	40.7	65.0	35.1	52.4	5.1	42.9
			434	69.8	30.2	43.8	65.0	35.0	56.5	6.0	46.0
			15.1	91.0	8.6	19.0	871	12.9	23.4	71.5	12.5
B		22.3	85.4	14.6	28.7	78.1	21.9	35.2	71.9	28.1	
		29.2	81.0	19.0	34.5	76.8	23.6	40.6	68.9	31.1	
		38.0	76.3	23.7	40.2	66.8	32.2	50.7	58.5	41.5	
C		14.8	71.7	28.3	46.5	63.6	36.4	59.4	61.1	48.9	
		23.2	85.2	14.8	28.8	81.4	18.6	35.0	73.4	26.4	
		20.8	81.4	18.2	33.1	77.0	23.0	39.0	70.0	30.0	
門鐵		A	40.1	73.6	26.4	45.0	69.0	31.0	50.4	63.7	36.3
			15.4	90.1	9.9	19.8	86.0	14.0	25.7	77.7	22.3
			29.4	86.5	13.5	28.2	77.5	20.5	34.7	73.3	26.7
札鐵	B	31.7	76.7	23.3	53.0	74.9	25.1	40.7	69.2	30.8	
		42.0	70.3	29.7	47.3	66.2	33.8	52.6	61.0	37.0	
		14.7	91.1	8.9	17.2	85.6	14.4	26.8	79.7	20.3	
門鐵	A	20.9	86.3	13.7	25.3	81.3	18.7	32.5	76.0	26.0	
		27.9	79.9	20.1	36.0	78.3	25.7	44.1	68.3	31.7	
		36.6	72.6	27.4	42.1	71.3	28.7	50.3	64.0	35.2	
	B	15.0	90.8	9.2	18.7	87.7	12.3	26.0	80.8	19.2	
		22.1	84.4	15.6	26.2	80.2	19.8	33.8	74.8	25.2	
		27.5	77.4	22.6	34.7	75.1	24.7	41.5	68.2	31.8	
	C	37.6	72.7	27.3	44.1	62.9	31.1	51.7	61.1	38.9	
		13.4	84.3	15.7	20.3	84.8	15.2	27.4	78.7	21.3	
		23.0	84.1	15.9	27.2	77.7	20.1	35.9	72.6	27.4	
	札鐵	A	29.7	77.7	22.3	35.4	74.3	25.7	42.5	68.0	32.0
			37.7	73.0	27.0	43.7	70.2	29.8	51.7	61.5	38.5
			19.7	79.1	6.9	17.3	89.1	10.9	22.9	82.8	17.2
門鐵	B	20.8	87.5	12.6	26.2	81.5	18.5	33.2	73.6	26.4	
		30.4	80.3	19.7	35.8	73.8	26.3	42.6	64.8	35.6	
		33.9	78.3	21.7	36.5	74.7	25.3	47.0	66.0	34.0	
札鐵	C	12.7	72.7	7.3	16.3	89.8	10.2	24.6	81.4	18.7	
		21.0	87.3	12.7	25.8	82.8	17.2	33.1	75.5	24.5	
		31.0	80.8	19.2	35.1	74.7	25.3	43.6	65.3	36.8	
門鐵	A	41.1	71.6	28.4	44.0	66.7	33.3	52.3	60.9	37.2	
		15.9	90.8	9.2	18.9	87.1	12.9	27.3	77.0	23.0	
		24.3	84.6	15.4	28.1	78.4	20.4	35.9	71.3	28.7	
札鐵	B	31.6	78.3	20.7	39.7	78.5	27.5	45.0	64.2	35.8	
		36.7	74.0	26.0	41.5	67.2	32.8	48.7	62.5	37.5	
		15.0	87.1	11.0	17.0	87.0	13.0	24.0	81.0	19.0	
門鐵	A	13.0	87.0	13.0	20.0	86.0	14.0	27.0	77.0	23.0	
		30.0	84.0	16.0	30.0	80.0	20.0	37.0	73.0	27.0	
		13.0	91.0	9.0	14.0	90.0	10.0	20.0	84.0	16.0	
札鐵	B	16.0	82.0	18.0	25.0	15.0	24.0	78.0	22.0		
		19.0	87.0	13.0	21.0	86.0	14.0	27.0	81.0	19.0	
		20.0	88.0	12.0	23.0	84.0	16.0	28.0	80.0	20.0	
門鐵	C	15.0	87.0	11.0	16.0	88.0	12.0	23.0	81.0	19.0	
		22.0	85.0	15.0	24.0	84.0	16.0	31.0	77.0	23.0	
		24.0	83.0	17.0	28.0	81.0	19.0	34.0	75.0	25.0	
札鐵	A	27.0	80.0	20.0	30.0	77.0	23.0	38.0	69.0	31.0	
		31.0	77.0	23.0	35.0	73.0	27.0	44.0	67.0	31.0	
		33.0	77.0	23.0	36.0	74.0	26.0	40.0	67.0	31.0	
門鐵	D	26.0	81.0	19.0	28.0	77.0	21.0	36.0	71.0	29.0	
		51.0	64.0	36.0	46.0	62.0	38.0	54.0	53.0	42.0	
		31.0	77.0	23.0	37.0	73.0	27.0	42.0	68.0	32.0	
札鐵	E	39.0	72.0	28.0	44.0	71.0	29.0	45.0	66.0	34.0	
		73.0	37.0	63.0	75.0	34.0	64.0	76.0	34.0	66.0	
		14.7	91.1	8.9	17.2	85.6	14.4	26.8	79.7	20.3	

臨界土砂混入率を越ゆるときは網目のサイズの如何に拘らず

$$V_a = P - 12$$

同一状態の砂利を各種の網目の篩器にて篩分くる場合の砂利容積減少率を図-21 並に 図-22 の関係より求め、之を表示すれば表-36 の如し。

篩分施行範囲内に在る砂利容積は標準軌道断面にして道床厚枕木下面以下 200 mm とすれば

篩分範囲	A の場合	單線 464 m <sup>3</sup> /km 複線 232 "
篩分範囲	B の場合	
篩分範囲	C の場合	643 "

篩砂利 1 m<sup>3</sup> 當り採集撤布及び運搬費を平均 2 円として表-36より篩分延長 1 km に對する砂利補足費を計算するに表-37 の如し。

表-36. 砂利容積減少率

網目有寸法 (mm)	篩滓発生率 及び砂利容積 減少率	網目 12 mm の場合の篩滓発生量(%)				
		10	20	30	40	50
8	$P_8$	6.2	13.4	21.5	31.2	42.0
	$V_a$	3.7	8.0	12.9	19.2	30.0
10	$P_{10}$	8.0	16.6	25.5	35.2	45.2
	$V_a$	5.2	10.8	16.6	23.2	33.2
12	$P_{12}$	10	20	30	40	50
	$V_a$	7.1	14.2	21.3	28.4	38.0
15	$P_{15}$	15.0	26.7	37.0	46.0	55.0
	$V_a$	11.5	20.6	28.5	35.4	43.0

表-37. 篩分延長杆當り道床砂利補足費(円)

篩分範囲	網目有 寸法(mm)	土砂混入率(%)				
		10	20	30	40	50
A	8	34.5	74.2	119.8	178.0	278.2
	10	48.2	100.1	154.0	215.5	308.0
	12	65.9	131.8	197.6	263.7	352.2
	15	106.8	191.2	264.3	328.3	399.2
B	8	42.8	92.1	148.3	221.0	345.1
	10	59.9	124.2	191.0	266.8	382.0
	12	81.6	163.3	247.0	326.8	437.0
	15	132.3	237.0	328.0	407.5	495.0
C	8	47.9	102.9	165.9	247.0	385.8
	10	66.9	138.9	213.5	298.2	426.5
	12	91.3	182.6	274.0	365.3	489.0
	15	147.9	265.0	366.2	455.0	553.0

- 備考：1. 土砂混入率は網目 12 mm の篩器にて篩分する場合の篩滓発生量とす。  
2. 複線にして篩分範囲 A の場合の砂利補足費は上表の値の 1/2 とす。

### 第3節 枕木位置整正作業

篩分を施行するとき道床は一時弛緩する爲、枕木は所定の位置より移動するものを生ず。枕木移動の程度は篩分施行範囲に比例するは勿論なるも、此の原因に基く移動量は何れの場合にありても僅少にして特に整正を要する程度に達せず、搦固めの際容易に整正し得るを以て篩分作業に附随する勞力として特に考慮する要なきものなり。

表-14 の調査軌道に於ける篩分直後 3 箇月間の枕木平均移動量を表示すれば表-38 の如く各種軌條の平均値に於て篩分せざる箇所の枕木平均移動量に比較し

表-38. 篩分後 3 箇月間の枕木平均移動量 (mm)

篩分範囲	軌條種別	土砂混入率(%)				平均
		15	25	35	45	
無	30	1.3	1.3	1.8	1.0	1.4
	37	2.1	1.7	2.5	1.5	2.0
	平均	1.7	1.5	2.2	1.3	1.7
A	30	2.0	1.2	1.9	1.6	1.7
	37	2.7	2.8	2.4	1.7	2.4
	平均	2.4	2.0	2.2	1.7	2.1
B	30	2.4	2.1	2.5	2.4	2.4
	37	3.6	2.8	2.7	2.7	3.0
	平均	3.0	2.5	2.6	2.6	2.7
C	30	3.9	2.8	3.5	3.1	3.3
	37	4.6	3.7	4.0	2.7	3.8
	平均	4.3	3.3	3.8	2.9	3.6

篩分範囲 A の場合 23%, 同じく B の場合 59%, 同じく C の場合 112% の増加なれども、軌道整備上甲線 40 mm, 乙線 50 mm, 丙線 60 mm の狂ひ迄許容せらるゝに比し其の量は微細にして、之がため保守勞力の増加を來すに至らざるなり。

尙 37 kg 軌條區間の枕木移動量の 30 kg 軌條區間より大なるは運転状態の異なるに基因す。

#### 第 4 節 搦固作業

道床篩分は既に固定せる枕木周囲の道床を掘起し搦固められたる枕木下部の道床を弛緩せしむるものにして、之を平常状態に復歸せしむるためには或る程度の搦固めを必要とす。篩分範囲 A の場合は搦固を要せざる場合多きも、篩分範囲 B 又は C の場合浮枕木の数は比較的多數に上り、浮き止め程度の搦固めを要するを常とす。表-14 調査表より、篩分施行後 3 箇月間に於ける搦固作業延時分を軌條重量別並に篩分範囲別に比較すれば表-39 の如し。

表-39. 篩分後 3 箇月間の搦固作業延時分 (軌道延長 50 m 當り)

篩分範囲	軌條種別	A		B		C	
		30	37	30	37	30	37
土砂混入率(%)	15	471	470	577	573	691	575
	25	475	720	447	866	584	920
	35	455	529	512	601	645	722
	45	627	652	676	668	755	798
	平均	507	595	553	677	669	754

然し乍ら篩分を施行せざる箇所に在りても此の間搦固を必要とするは當然にして、第 3 章第 1 節の公式より篩分を施行せざる場合の 3 箇月間の搦固作業所要時分を計算するに、30 kg 軌條の場合 393 分、37 kg 軌條の場合

合 377 分なり。但し此の場合の土砂混入量は篩分直後の残存土砂混入率を適用すべきものにして、表-14 の調査箇所における残存土砂混入量は表-40 に示すが如く、手篩の場合約 5%、堅篩の場合約 7% にして平均 6% なりとす。

表-40. 篩分直後残存土砂混入量 (%)

篩分範囲	局別		東鉄	名鉄	大鉄	門鉄	仙鉄	札鉄	平均
	篩器別								
A	手	篩	6.3	5.2	3.7	5.5	2.3	4.6	4.9
	堅	篩	9.8	6.6	5.6	8.7	4.0	6.4	6.9
B	手	篩	7.2	5.6	3.7	4.7	4.3	4.7	5.0
	堅	篩	9.5	7.7	6.5	8.2	4.0	5.9	6.9

篩分施行に基因する搗固作業増加時分は表-39 の作業時分と前記の公式より誘導せる篩分不施行箇所における作業時分との差にして其の値表-41 の如し。

表-41 の平均値より曩に篩分所要人員を求めたるとき、同一の方法により軌道 1 km 當り搗固所要人員並に所要費額を計算すれば表-42 の如し。

表-41. 搗固作業増加時分 (軌道延長 50 m 當り)

軌條種別	篩分範囲	A	B	C
	30		114	160
37		218	300	377
平均		166	230	327

表-42. 軌道 1 km 當り搗固所要人員並費額

篩分範囲	所要人員 (人)	所要費額 (円)
A	9.23	19.9
B	12.80	27.6
C	18.15	39.2

## 第 5 章 経済的篩分週期

### 第 1 節 線路等級別軌道保守費額

篩分に要する経費の大小は主として篩分範囲並びに篩分方法によつて左右せられ線路等級によつて大なる差なきに拘らず、篩分の結果節約し得らるゝ軌道保守費額は km 當り保守費の大なる線路即ち等級高き線路程大なるを以て、篩分に要する経費と其の結果得らるゝ利益との相等しきことを条件として、求めらるゝ経済的篩分週期の線路等級に応じて変化するのは當然なり。故に km 當り軌道保守費額と経済的篩分週期とは密接なる関係を有す。篩分により直接に影響せらるゝは保守に要する人件費と注入枕木を使用する場合の枕木費にして兩者の多寡が直接経済的篩分週期に影響す。現在我國有鉄道に於ける本線軌道 1 km 當り人件費並に枕木費は概して表-43 に示す數値に近きを以て之を以て線路等級別の保守費額とす。

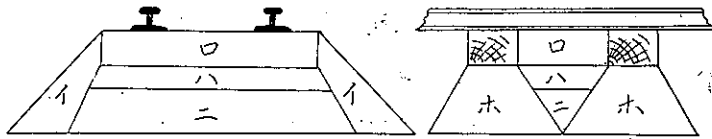
表-43. 本線軌道 1 km 當り保守費額

線路等級別	人件費 (円)	枕木費 (円)
甲 線	1 000	30
乙 線	850	
丙 線	700	

### 第 2 節 土砂増加率

普通の保線作業に於て施行せらるゝ篩分作業方法を其の篩分範囲より分類するときは下記の 3 種となる。

図-23.



- 即ち A=図-23 に於て (イ) の部分を篩ふもの  
 B= " (イ) 及び (ロ) の部分を篩ふもの  
 C= " (イ), (ロ) 及び (ハ) の部分を篩ふもの

而して (イ), (ロ) 及び (ハ) 各断面の道床内に含有せらるゝ土砂の混入率を普通線路に於て調査するに, (ハ) 部最も多く (イ) 及び (ロ) の順序に減少し其の割合は表-44 に示す如く

表-44. 道床各部土砂混入率

調査箇所	断面	土砂混入率			同百分率		
		(イ)	(ロ)	(ハ)	(イ)	(ロ)	(ハ)
I		23.6	27.7	30.0	85	100	127
II		40.7	31.2	47.9	130	100	157
III		20.0	17.0	30.0	118	100	177
IV		22.0	27.0	40.0	82	100	148
V		39.0	39.0	50.0	100	100	128
平均		—	—	—	103	100	143
又は					100	97	139

$$P_1 : P_2 : P_3 = 100 : 97 : 139 \dots\dots\dots(a)$$

但し  $P_1$ : (イ)部の土砂混入率  
 $P_2$ : (ロ)部の土砂混入率  
 $P_3$ : (ハ)部の土砂混入率

今 (イ), (ロ) 及び (ハ) 各部の砂利容積を夫々  $V_1, V_2$  及び  $V_3$  とし又篩分範囲 B 即ち (イ) 及び (ロ) 部の總体に於ける土砂混入率を  $P$  とすれば

$$P_1 V_1 + P_2 V_2 = P(V_1 + V_2) \dots\dots\dots(b)$$

然るに (イ), (ロ) 及び (ハ) 各部の砂利容積の比は

$$V_1 : V_2 : V_3 = 464 : 111 : 68 \dots\dots\dots(c)$$

(a) 式より  $P_2 = 0.97 P_1$

(c) 式より  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{464}{111}$

之等の値を (b) 式に代入すれば次の關係を得。

$$P_1 = 1.006 P, \quad P_2 = 0.976 P, \quad \text{従て } P_3 = 1.398 P \dots\dots\dots(1)$$

今  $\alpha_0$  を篩分不十分のため篩分直後に篩分砂利中に残存する土砂混入率とし B 部篩分直後に (イ), (ロ), (ハ) 中に含まるゝ土砂の全量を  $D$  とすれば

$$D = \alpha_0(V_1 + V_2) + 1.398 P V_3$$

而して砂利篩分後道床搗固め等の作業により道床は常に攪亂混交さるゝ結果, (ハ)部より混入移行する土砂のため



(イ) 及び (ロ) 部の土砂混入量は増加し (1) 式の關係を保つこととなる。此の場合の (イ) (ロ) 部の土砂混入率を  $a$  とし (イ), (ロ), (ハ) 部に混入する土砂の全量を  $D'$  とすれば

$$D' = a(V_1 + V_2) + 1.398aV_3$$

而して  $D = D'$  と見做すことを得るを以て

$$\alpha_0(V_1 + V_2) + 1.398PV_3 = a(V_1 + V_2) + 1.398aV_3 \quad \dots\dots\dots (A)$$

今 B 部の篩分施行後の経過年数  $y$  と該部の土砂混合率  $P$  との關係を見るに図-24 の如く  $P$  と  $y$  とは直線的關係あるを以て次式により現す事を得べし。

$$P = a + by \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中  $b$  は恒數にして  $a$  は前記篩分が不充分の爲に篩分砂利中にある殘存土砂  $\alpha_0$  に篩分直後の道床作業により (ハ) 部より移行混入せる土砂が含まれたるものなり。

今之を (A) 式に代入すれば

$$\begin{aligned} \alpha_0(V_1 + V_2) + 1.398(a + by)V_3 &= a(V_1 + V_2) + 1.398aV_3 \\ \alpha_0 &= a - 1.398by \frac{V_3}{V_1 + V_2} \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

(3) 式に調査箇所における砂利篩分の平均週期 4.48 年及び図-24 より求めたる  $a = 8.35$ ,  $b = 3.86$  を代入し  $V_1$ ,  $V_2$  及び  $V_3$  の値を (c) 式の如く取るときは

$$\alpha_0 = 5.49$$

$y_0$  の篩分週期を以て A 範圍のみの篩分を施行する場合の B 部の土砂混入率を

$$\text{單線の場合 } P_A = a_A + 3.86y, \quad \text{複線の場合 } P_A' = a_A' + 3.86y$$

とすれば

$$\alpha_0(V_1 + V_2) + 1.398\alpha_0V_3 = \alpha_0V_1 + 0.976(a_A + 3.86y_0)V_2 + 1.398(a_A + 3.86y_0)V_3$$

より

$$a_A = 5.46 + 1.68y_0$$

従て

$$P_A = (5.46 + 1.68y_0) + 3.86y \quad \dots\dots\dots (4)$$

次に

$$\begin{aligned} \alpha_0(V_1 + V_2) + 1.398\alpha_0'V_3 &= \alpha_0'V_1 + 1.006(a_A' + 3.86y_0)\frac{V_1}{2} + 0.976(a_A' + 3.86y_0)V_2 + 1.398(a_A' + 3.86y_0)V_3 \end{aligned}$$

より

$$a_A' = 5.47 + 7.24y_0$$

従て

$$P_A' = (5.47 + 7.24y_0) + 3.86y \quad \dots\dots\dots (5)$$

篩分範圍 C の場合の B 部の土砂混入率を

$$P_c = a_c + by$$

とすれば

$$\alpha_0(V_1 + V_2) + 1.398\alpha_0V_3 = \alpha_0(V_1 + V_2 + V_3)$$

より

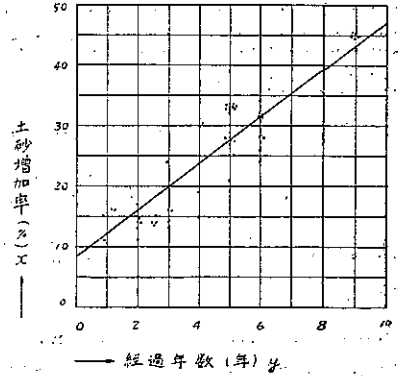
$$\alpha_0 = 5.27$$

従て

$$P_c = 5.27 + 3.86y \quad \dots\dots\dots (6)$$

(2), (4), (5) 及び (6) 式により計算したる経過年數別土砂混入率を图示すれば図-25 の如し。次に網目有效寸法の小なる篩器を使用する場合の土砂増加率に就て考ふるに図-22 に示すが如く、網目 10 mm の場合は網目 12 mm の場合に比較し篩滓發生量約 5% 少なく、網目 8 mm の場合は更に 3% 小なり。即ち篩分の效果は網目の小な

図-24. 土砂増加率  
 $P = 8.35 + 3.86y$



る程不良にして上記の篩滓發生量の差に相當する土砂は残存土砂として篩分後の砂利中に残留す。これ等の残存土砂の大部分は 10~8 mm の小粒砂利にして普通に所謂土砂に比較すれば軌道保守上に與ふる影響僅少なれば、之を粒徑に反比例して保守勞力を増加するものと假定し残存土砂量に換算するに

$$\text{網目 10 mm の場合 } 5\% \left(1 - \frac{10}{12}\right) = 0.83\%$$

$$\text{網目 8 mm の場合 } 5\% \left(1 - \frac{10}{12}\right) + 3\% \left(1 - \frac{8}{12}\right) = 1.83\%$$

尙 8, 10, 及び 12 mm 各種網目の篩器を用ひ普通工法に従つて篩分けたる砂利を同一網目の手篩にて再び完全に篩ひ發生せる土砂の容積を調査せるに網目 12 mm の場合 5.4%, 同 10mm の場合 5.9%, 同 8mm の場合 6.4% にして、網目 12 mm の場合に比し 10 mm の場合 0.5%, 8mm の場合 1% の増加なり。之等を合計すれば網目 12 mm の場合に比し網目 10 mm の場合 1.33%, 網目 8mm の場合 2.83% 増にして残存土砂混入率は網目 12 mm の場合 5.49% ならば網目 10 mm の場合 6.82%, 網目 8 mm の場合 8.32% なることを知る。

第 3 節 經濟的篩分週期及び篩分限度

道床篩分を施行するときは道床の強度を増し、雜草の生成を防止し素材枕木の耐久力を増す等保守上の利益大なるものもあるも、篩分作業は相當の勞力と砂利補足を要し、尙篩分直後に於ては一時的なりとは雖も、道床の弛緩を來して之が復舊の爲には搗固を要するを以て餘りに頻繁なる篩分は却て不利益なり。前章各部に於て道床に土砂混入せる場合の軌道保守費額増加率、篩分作業費、砂利補足費及び復舊搗固費等の各費目に就て其の値を求めたるも、是より一定の週期を以て篩分くる場合の其の期間内に於ける保守費及び篩分工費の總計を求め、從て週期年數を以て除したる平均保守費年額を計算することを得。此の平均保守費年額最少なる場合の篩分週期は即ち經濟的篩分週期にして其の週期の最終期に於ける土砂混入率を以て篩分を施行すべき土砂混入量の限度とす。

一例として注入枕木を使用する甲線に於て A 範圍を篩分くる場合、網目 12 mm の篩器を使用するものとして篩分週期と平均保守費年額との關係を示せば表-45 の如くにして、此の場合篩分週期 4.7 年のとき平均保守費年額最少なるを以て、經過年數 4.7 年に相當する土砂混入率 31.5% は土砂混入量の篩分限度なり。

今 s: 篩分工費 (復舊搗固費補足砂利費を含む)

- a<sub>1</sub>: 篩分後 1 年目の保守人件費
- a<sub>2</sub>: 篩分後 2 年目の保守人件費
- .....
- a<sub>n</sub>: 篩分後 n 年目の保守人件費
- b<sub>1</sub>: 篩分後 1 年目の枕木費
- b<sub>2</sub>: 篩分後 2 年目の枕木費
- .....
- b<sub>n</sub>: 篩分後 n 年目の枕木費

$$\alpha_m = \frac{s + (a_1 + a_2 + \dots + a_m) + (b_1 + b_2 + \dots + b_m)}{m} = \text{平均保守費年額}$$

図-25. 經過年數別土砂混入率

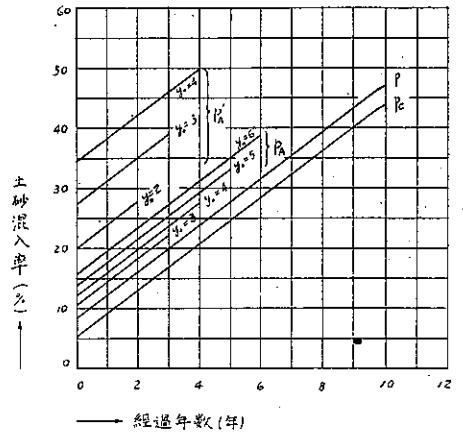


表-45. 經濟的篩分週期計算例

篩分週期	篩分工費		軌道保守費 (人件費)						總計	平均年額
	篩分費	搗固費	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目		
3	180.0	17.9	185.0	191.0	196.5	197.0			3066.0	1022.0
4	180.0	17.9	183.0	191.0	192.0	193.5	194.5		4369.0	1092.3
5	180.0	17.9	219.0	191.0	192.5	193.5	193.0	193.0	5429.0	1085.8
6	180.0	17.9	254.0	197.0	197.0	194.0	194.0	197.0	6279.0	1046.5

とすれば  $a_m$  の値を最小ならしむる  $n$  は即ち経済的篩分週期にして、注入枕木の場合は枕木費の諸項を省略するも同一の結果を得る。経済的篩分週期は線路等級、篩分範囲及び使用篩器網目によつて変化するは當然にして、夫々の場合に就て計算せる結果は表-46 の如し。但し表-46 に於ては経済的篩分週期は之に相當する土砂混入量の篩分限度を以て示したり。

表-46. 土砂篩分限度及び平均保守費年額

(1) 篩器網目 8mm の場合							(2) 篩器網目 10mm の場合										
枕木種別	篩分範囲	単複線別	甲線		乙線		丙線		枕木種別	篩分範囲	単複線別	甲線		乙線		丙線	
			篩分限度	平均保守費年額	篩分限度	平均保守費年額	篩分限度	平均保守費年額				篩分限度	平均保守費年額	篩分限度	平均保守費年額	篩分限度	平均保守費年額
注入	A	單線	300	11220	310	9660	320	8088	A	單線	300	11202	315	9647	330	8085	
		複線	330	11730	340	10140	350	8520			A	複線	310	11710	320	10140	330
	B	—	350	11261	360	9695	370	8125	B	—			357	11232	370	9669	382
		C	—	335	11223	350	9666	365		8106	C	—	345	11196	355	9621	365
	素材		A	單線	240	14880	250	13200	260	11720		A	單線	250	14870	255	13240
		複線		270	15606	300	13990	310	12370	A	複線			275	15520	300	13910
B		—	305	14973	315	13392	325	11809	B			—	295	14904	310	13325	325
		C	—	285	14851	295	13294	305		11724	C	—	285	14799	295	13277	305

表-46 より最も経済的なる篩分週期並に篩分範囲に付て下記の如く要約することを得。但し茲に云ふ土砂混入率は篩分範囲 B 部の砂利を 12mm 角目篩にて篩分くるとき發生する篩滓量を云ふものとす。

(1) 篩器網目有効寸法別に平均保守費年額を图示すれば図-26 の如くにして、篩器網目大なれば砂利の損失多く反對に網目小なるときは作業能率不良にして、篩分の效果亦完全ならざる缺點ありて實際の計算の結果によれば、篩器網目は 10~10.5mm の場合経費最少なり。主として素材枕木を使用する軌道にありては特に篩分の效果の完全なるを良とするを以て、注入枕木使用の場合より幾分大なる網目を使用するを理想とするも、兩者の間には著しき差異なくして何れの場合に對しても篩器の網目有効寸法は 10mm を以て最も経済的とす。

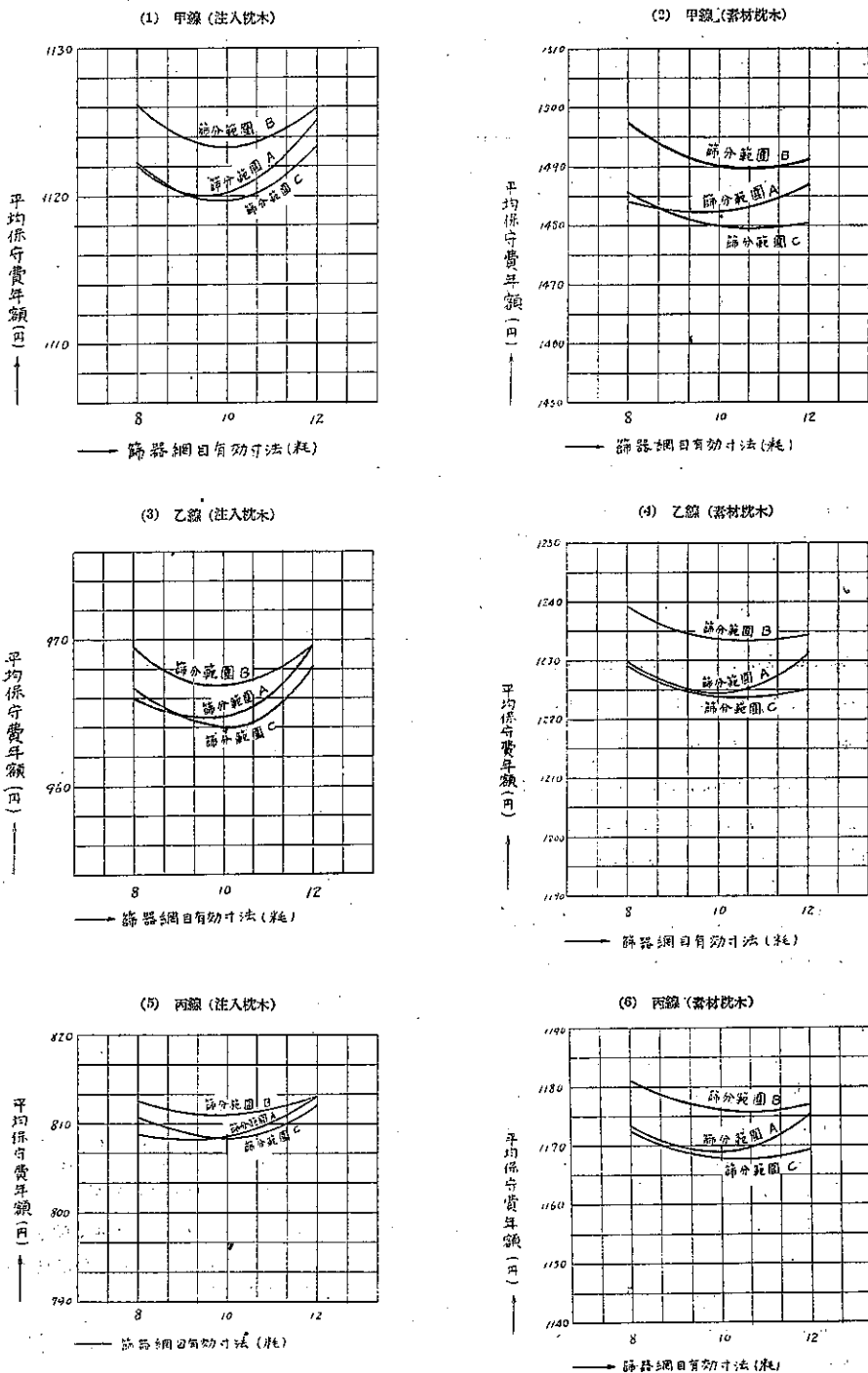
(2) 図-26 に於て篩分範囲別に平均保守費年額を比較するに、線路等級及び使用枕木の種別に關せず、篩分範囲 C の場合所要経費最少にして、篩分範囲は C を最も適當とす。軌間内の土砂混入量は軌間外に比し僅少なれば、A 範囲即ち軌間外のみ篩分く場合と雖も、篩分工費に比較し效果相當著しくして其の経済的價値は C 範囲の篩分けに匹敵するものもあるも、一般には C を以て有利とす。殊に複線に於ては A 範囲の篩分けは全然不充分なり。勿論特殊の事情により土砂が (イ) 部又は (ロ) 部に集中し (ハ) 部に渺なきが如き場合は篩分けは土砂の混入せる箇所のみ止むべきものにして、結局篩分範囲は C を原則とし特別の場合 A 又は B によるべきものとす。

(3) 篩器網目 12mm の場合

枕木種別	篩分範囲	単複線別	甲線		乙線		丙線		
			篩分限度	平均保守費年額	篩分限度	平均保守費年額	篩分限度	平均保守費年額	
注入	A	單線	315	11252	330	9696	345	8133	
		複線	310	11700	335	10110	360	8540	
	B	—	370	11259	380	9697	390	8133	
		C	—	350	11233	367	9681	385	8121
	素材		A	單線	280	14868	255	13311	270
		複線		280	15606	295	13870	310	12270
B		—	310	14910	320	13343	330	11770	
		C	—	285	14804	295	13250	305	11691

備考 素材枕木の場合平均保守費年額中の枕木費は枕木費の篩分限度は篩分範囲 B 部の砂利を 5mm 角目 12mm 角目の篩で篩分し、篩分後発生する土砂を積むこと。

図-26. 平均保守費年額



(3) 道床砂利の土砂混入量表-47 及び 48 の割合に達したときは篩分を施行すべきものとす。

表-47. 道床砂利篩分限度 (角目 12mm 手篩使用の場合)

枕木種別 線路等級	注 入			素 材		
	甲 線	乙 線	丙 線	甲 線	乙 線	丙 線
土砂混入率(%)	34.5	35.5	36.5	28.5	29.5	30.5
経済的篩分週期(年)	7.6	7.8	8.1	6.0	6.3	6.6

表-47 の篩分限度は篩分範圍 B 部の砂利を角目 12mm の手篩を以て、篩分けたる場合の状態にして角目 10mm の手篩を使用する場合は篩分限度は表-48 の如く変ず。

表-48. 道床砂利篩分限度 (角目 10mm 手篩使用の場合)

枕木種別 線路等級	注 入			素 材		
	甲 線	乙 線	丙 線	甲 線	乙 線	丙 線
土砂混入率(%)	29.5	30.5	31.5	24.0	25.0	26.0

(4) 道床篩分による効果は新當り保守費年額の大なる線路程顯著なるも、之れに要する経費は線路等級によつて大なる差異なきため、甲線は乙線に比し又乙線は丙線に比し篩分週期を短縮するを可とするも、其の間の差は僅少にして土砂混入量に於ける篩分限度の差は 1% に過ぎず。一般に角目 10mm の手篩によりて篩分け土砂發存量素材枕木の場合 25%、注入枕木の場合 30% に達する時期を標準として篩分を施行すべきものとす。

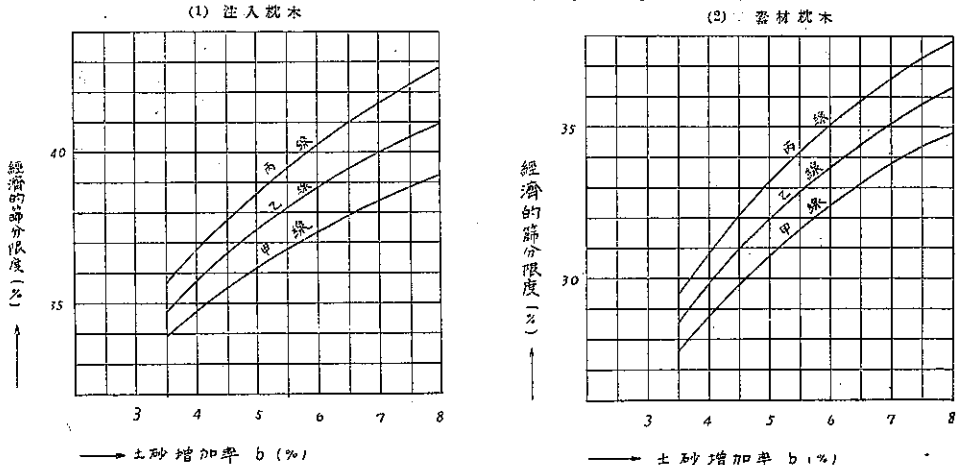
(5) 素材枕木は混入土砂によりて其の耐久年限に影響を受くること多きため、主として注入枕木を使用する箇所に比し、経済的篩分限度少にして其の差約 5% なり。

表-49. 土砂増加率と経済的篩分限度との關係

枕木種別	土砂増加率 b (%)	甲 線			乙 線			丙 線		
		篩分限度 (%)	経済的篩分週期 (年)	土砂發存量 (%)	篩分限度 (%)	経済的篩分週期 (年)	土砂發存量 (%)	篩分限度 (%)	経済的篩分週期 (年)	土砂發存量 (%)
注 入	b = 34.6	34.5	7.6	1176	35.5	7.8	961	36.5	8.1	803
	" 1.26	36.0	6.7	1161	37.0	6.9	992	38.0	7.1	827
	" 4.63	37.5	5.2	1165	39.0	5.5	1020	40.5	5.7	857
	" 16.6	39.0	4.8	1202	40.7	4.6	1030	42.5	4.8	885
	" 77.2	39.0	4.8	1202	40.7	4.6	1030	42.5	4.8	885
素 材	b = 34.6	28.5	6.0	1479	29.5	6.3	1327	30.5	6.6	1167
	" 1.26	30.0	5.8	1491	31.2	5.6	1327	32.5	5.9	1185
	" 4.63	32.7	4.8	1531	34.0	4.7	1370	35.3	4.9	1215
	" 16.6	34.5	3.8	1562	36.0	4.0	1402	37.5	4.2	1257
	" 77.2	34.5	3.8	1562	36.0	4.0	1402	37.5	4.2	1257

備考 篩分範圍はC篩分範圍より1.5法に10程に

図-27. 経済的篩分限度



(6) B 部の土砂増加率は各地方の軌道の平均状態を取り

$$P = \alpha + by = 8.35 + 3.86y$$

と假定せるも図-24 に見るが如く相當散點の状態を異にするものあり。且又實際に於て特殊の箇所にして土砂の混入甚しく、普通軌道に比し短き週期を以て篩分くる場合多し。此くの如き特殊の箇所にて於ける土砂篩分限度を求むるため、毎年の土砂増加率 1.2b, 1.6b 及び 2.0b なる場合に對して、前記と同様なる方法により計算せる結果は表-49 の如く、尙之を图示すれば図-27 の如し。即ち毎年の土砂増加率の増加に伴ひ土砂篩分限度は増大し篩分週期は反比例して短縮す。

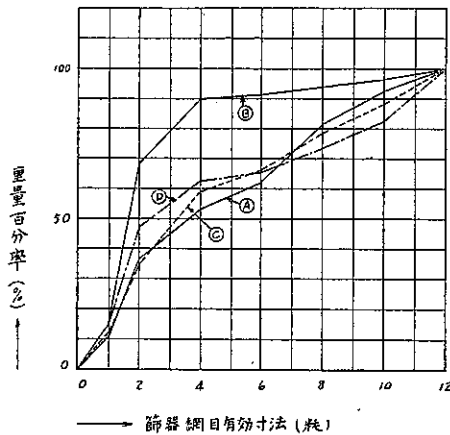
### 第 6 章 撒砂、煤燼及び石炭焚殻混入の場合に於ける篩分限度

#### 第 1 節 道床の物理的性質に對する影響

急勾配線に於ては機關車は空転防止の爲、軌條面上に撒砂する外煤燼を噴出し或は石炭焚殻を落下す。之等の物質は大部分軌道上に落下し、自然土砂と混合して道床砂利の間隙を填充す。其の量多量に達するときは道床の強度を弱め排水を阻害し雜草の生成を助長する等種々の弊害あるを以て適當の時期に於て篩分け之を除去するを要す。今之等の物質の混入せる道床砂利を 12 mm 角目の篩器にて篩分け發生せる篩滓を更に 1, 2, 4, 6, 8 及び 10 mm 角目の篩器に掛け通過する細粒の原重量に對する百分率を图示すれば圖-28 の如くにして、煤燼及び石炭焚殻の場合は各種の粒度のもの殆ど同程度に混合し、其の状態自然土砂の場合に酷似するも、獨り撒砂の場合は 2 mm 未満の微粉大部分を占め稍趣を異にす。これ撒砂は車輪踏面と軌條面との間にあつて粉碎せらるゝがためにして、90% は 4 mm 未満、70% は 2 mm 未満の粒度のものより成る。

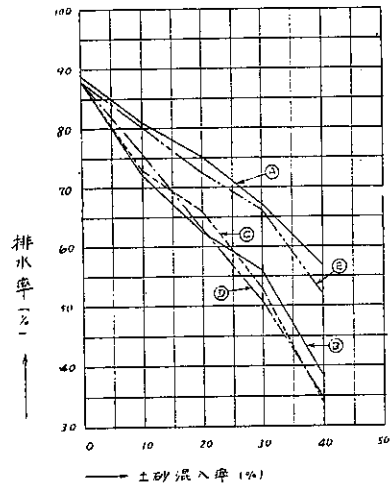
混入土砂種類と道床砂利排水率との關係を自然土砂の場合と全く同様なる方法により調査せる結果は圖-29 の如くにして、之を圖-4 の自然土砂の場合に比較すれば撒砂及び石炭焚殻の排水率は自然土砂の排水率比較的下

圖-28. 篩滓粒度



- ④ 自然土砂
- ③ 撒砂
- ② 石炭焚殻
- ① 煤燼

圖-29. 混入土砂種類別道床砂利排水率



- ④ 自然土砂 (混入砂) の場合
- ③ 自然土砂 (混入石炭焚殻) の場合
- ② 石炭焚殻
- ① 煤燼
- ⑤ 微粉

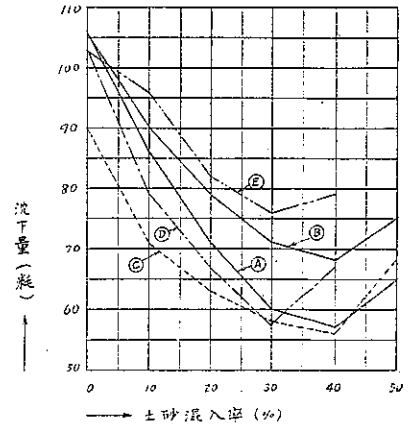
位のものに匹敵し、煤燼は前 2 者に比し稍良好にして、自然土砂の排水率良きものと其の値殆ど相等し。又自然土砂の場合と同一装置により落錘試験を施行するに、其の沈下量  
 図-30 の如く煤燼の場合は沈下量比較的大にして、乾燥せる自然土砂混入の場合に等しく、石炭焚殻は之より稍少にして、普通状態の自然土砂の場合に相當し撒砂は何れの場合よりも小なり。

第 2 節 軌道保守作業に及ぼす影響

上記の如く撒砂、石炭焚殻及び煤燼の混入せる道床砂利の物理的性質は自然土砂混入の場合と全く同様にして、従つて軌道の保守勞力、枕木耐久力等に及ぼす影響に付ても大なる差異を認めず。今各種の土砂の混入せる箇所にて自然土砂混入箇所にて調査せる表-14 の場合と同一要領により、土砂混入率別に 50 m 宛の試験軌道を選定し、混入土砂の軌道保守勞力量に及ぼす影響を調査せるに其の結果は表-50 の如し。

篩分を施行せざりし 37 kg 軌條區間の 3 箇月間に於ける斑直し作業時分の平均値を図示すれば図-31 の如くにして、撒砂、石炭焚殻及び煤燼混入箇所は急勾配線なるため列車速度緩にして、斑直し作業時分は一般に自然土砂混入箇所と比較して僅少なれども、土砂

図-30. 混入土砂種類別道床砂利沈下量



- Ⓐ 自然土砂 (普通状態)
- Ⓑ 自然土砂 (乾燥状態)
- Ⓒ 撒砂
- Ⓓ 石炭焚殻
- Ⓔ 煤、燼

表-50. (1) 混入土砂 撒砂

調査箇所	調査箇所	篩分	混入土砂37kg軌條區間の平均値									
			篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分
15 甲野	中央	37	100	27	18	28	36	4	8	12		
	北陸	120		10	0	39	50	0	26	33		
	旭川	1103		120	20	25	36	10	10	10		
25 水戸	常磐		68		61	27	130	103	10	12	30	
	常磐	1032		05	0	31	37	0	21	37		
	北陸					11	23	00	2	7	19	
	岡山	100		23	3	13	37	0	13	23		
	広島	165		0	0	10	15	0	5	10		
	徳島	370		00	0	0	0	0	0	5		
35 甲野	中央	300		30	20	24	29	18	26	31		
	中央	1103		100	25	30	50	10	17	20		
	中央	1103		66	18	21	27	25	27	31		

(2) 混入土砂 石炭焚殻

調査箇所	調査箇所	篩分	混入土砂37kg軌條區間の平均値									
			篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分
15 甲野	中央	37	1000	09	35	55	100	0	20	22		
	山陽	120		47	0	20	30	0	10	20		
	山陽	225		18	0	0	25	0	0	0		
25 甲野	中央		630		04	45	60	35	5	20	35	
	山陽	100		01	0	8	10	0	0	0		
	山陽	100		19	0	0	25	0	0	5		
	山陽	60		08	0	4	11	0	3	16		
35 甲野	中央	770		23	62	103	125	5	5	15		
	山陽	99		12	0	20	30	0	10	20		
	山陽	115		11	0	0	2	0	0	5		

(3) 混入土砂 煤燼

調査箇所	調査箇所	篩分	混入土砂37kg軌條區間の平均値									
			篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分	篩分
15 水戸	山陽	211	100	15	13	24	34	2	10	12		
	山陽	600		10								
25 水戸	山陽	221		10	2	15	45	2	3	5		
	山陽	126		27	0	10	39	0	12	19		
	山陽	130		0	10	40	40					
35 水戸	山陽	182		10								
	山陽	182		16	19	42	56	1	9	20		

混入による増加の傾向は類似せるものあり。

篩分施行箇所に対する篩分未施行箇所の雑草生成率を比較するに表-51 の如く又之を図示すれば図-32 の如くにして、篩分範囲の如何に関せず自然土砂混入の場合と其の率殆ど同一なり。図-33 は土砂混入率と道床土羽破壊量との関係を示せるものにして軌條接目部に於ける成績は散點の傾向不明瞭なれども軌條中央部に於ける増加率は自然土砂の場合に甚だ良く類似す。

図-31. 土砂混入率別班直作業時分  
37 kg 軌條延長 50m  
2 箇月間作業時分

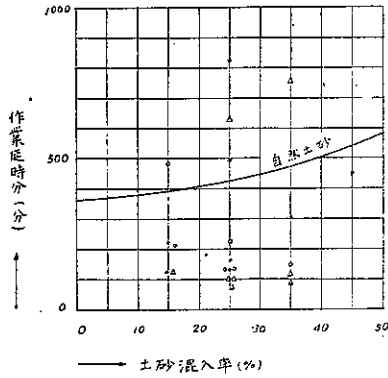
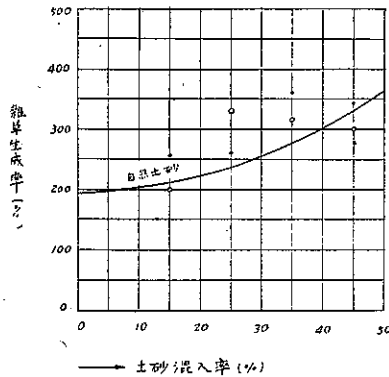


図-32. 土砂混入率別雑草生成率

(1) 篩分範囲 A の箇所を 100 とせる場合



(3) 篩分範囲 C の箇所を 100 とせる場合

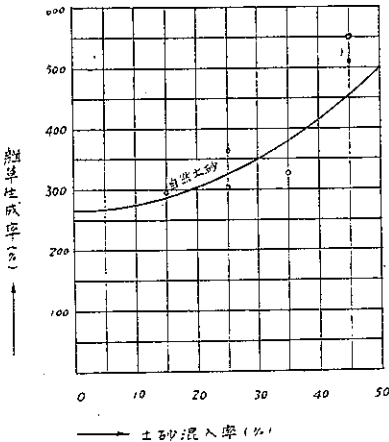


表-51. 雑草生成率

1. 撒砂

箇所	A				B				C			
	15	25	35	45	15	25	35	45	15	25	35	45
東鉄	41	—	—	—	37	—	—	—	37	—	—	—
石鉄	35	23	32	40	34	18	24	34	24	16	16	32
大門鉄	—	45	21	13	—	23	16	—	—	40	11	—
仙鉄	35	50	30	35	10	33	25	10	5	—	15	7
札鉄	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平均	45	35	—	—	36	27	—	—	35	28	—	—

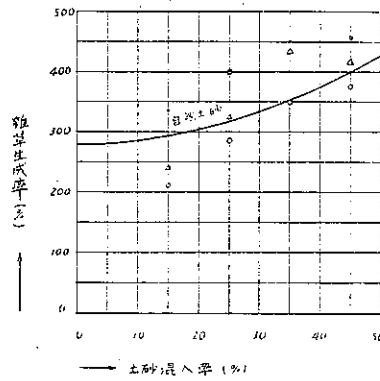
2 石炭焚殻

東鉄	—	—	—	—	36	3	12	3	—	—	—	—
石鉄	—	—	—	—	50	—	18	53	—	—	—	—
大門鉄	—	—	—	—	30	67	33	—	—	—	—	—
仙鉄	—	—	—	—	26	22	30	10	—	—	—	—
札鉄	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平均	—	—	—	—	41	31	23	24	—	—	—	—

3 煤燼

東鉄	65	84	28	16	65	62	20	17	31	48	50	4
石鉄	46	15	36	43	28	23	37	36	38	33	10	32
大門鉄	37	22	32	40	51	20	—	—	32	18	2	—
仙鉄	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
札鉄	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
平均	50	30	32	33	42	35	27	27	34	23	31	18

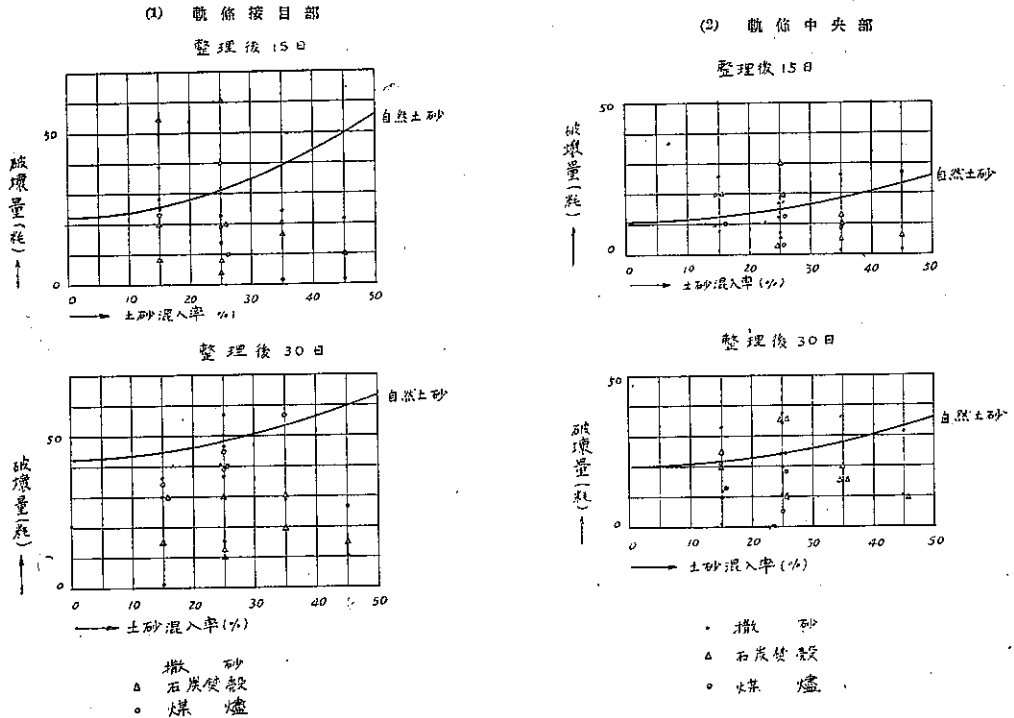
(2) 篩分範囲 B の箇所を 100 とせる場合



之を要するに撒砂、石炭焚殻及び煤燼は軌道保守上自然土砂と殆ど同様な影響を與ふるものなれば適當の時期に於て篩分け除去するを要し其の經濟的篩分週期若しくは篩分すべき混入量の限度も自然土砂の場合に準ずべきものとす。然れ共撒砂、石炭焚殻及び煤燼



図-33. 混入土砂種類別道床土羽破壊量



の混入は全然人爲的原因に基くものにして、同時に多少の自然土砂も亦混入するを以て年々の混入量増加率は自然土砂混入箇所と比較して大なるを普通とし、特に勾配率並に其の延長大なる區間列車運轉回数頻繁なる區間に在りては、數年を出でずして混入率 30% 内外に達する場合あり。此の如く増加率大なる箇所には於ては經濟的土砂篩分限度も亦増大すべきものにして其の値は前掲図-27 より見出すことを得。

第 7 章 篩分作業方法

第 1 節 篩分方式

篩分方式中最も一般に採用せられつゝあるは手篩にして、堅篩之に次ぎ、吊篩は前記 2 方式と比較すれば、稍局部的なるもこれ亦屢々行はるゝ方法なり。其の他特殊の臺篩又は廻轉篩等の考案せられたるものあれども、未だ一般に普及せらるゝ程度に達せず。手篩、吊篩及び堅篩の各方式に付き篩分所要時分及び篩分後の殘存土砂混入率を調査したる結果は表-52 の如し。本表は自然土砂混入率約 25% の箇所にて於て線路工手 5 人が篩器 2 箇を使用して篩分けたる場合に付て調査したるものにして、表中殘存土砂混入量とは篩分けたる砂利約 0.2 m<sup>3</sup> を更に有効 12 mm 角目の手篩を以て篩分け發生したる篩滓の原容積に對する百分率にして、之によつて篩分けの効果の程度を比較し得るものなり。

(イ) 能率 表-53 總括表に見るが如く手篩及び吊篩は能率殆ど相等しく堅篩は前 2 者に比し約 14% 大なり。

表-52. 篩方式別作業所要時分調査表

篩分 範圍	篩形式	調査 箇所	篩分所要時分 (分)				合計	平均 時分 (分)
			原砂 篩分	堅 篩	吊 篩	手 篩		
A	吊篩	鐵網	107	157	770	109	2043	6.5
		石炭燼殻	172	179	322	168	2394	6.2
		煤燼	110	142	210	172	1834	5.7
		自然土砂	203	249	377	—	452	3.5
	堅篩	鐵網	203	162	790	12	2167	6.5
		石炭燼殻	222	207	362	—	2591	6.2
		煤燼	173	153	467	—	2193	5.6
		自然土砂	271	252	362	—	2085	5.2
	手篩	鐵網	173	152	467	—	2192	5.6
		石炭燼殻	173	152	467	—	2192	5.6
		煤燼	173	152	467	—	2192	5.6
		自然土砂	271	252	362	—	2085	5.2
B	吊篩	鐵網	107	157	770	109	2043	6.5
		石炭燼殻	172	179	322	168	2394	6.2
		煤燼	110	142	210	172	1834	5.7
		自然土砂	203	249	377	—	452	3.5
	堅篩	鐵網	203	162	790	12	2167	6.5
		石炭燼殻	222	207	362	—	2591	6.2
		煤燼	173	153	467	—	2193	5.6
		自然土砂	271	252	362	—	2085	5.2
	手篩	鐵網	173	152	467	—	2192	5.6
		石炭燼殻	173	152	467	—	2192	5.6
		煤燼	173	152	467	—	2192	5.6
		自然土砂	271	252	362	—	2085	5.2

(ロ) 効果 残存土砂混入率も亦手篩及び吊篩は殆んど同一にして、平均 4.8~5.1% なるに比し堅篩は平均 6.6~6.7% にして後者は 1.6~1.8% 大なり。

尙本調査は道床状態普通なる箇所のみにて施行したるも、道床濕潤なる場合堅篩を使用すれば残存土砂混入率は極めて多くして、篩分の効果頗る薄弱なり。蓋し手篩及び吊篩の場合は道床状態に応じ、任意に強き振動を篩器に與へ土砂を完全に排除し得るに反し、堅篩は網面の勾配を多少変更し得るのみにて何等振動を與へ得ざる關係上當然の結果なりとす。

(ハ) 作業員の疲労 手篩に於ける篩方は腰を屈したる窮屈なる姿勢にて作業するを以て、疲労の程度最も大にして、吊篩及び堅篩の場合の作業員の疲労は遙に尠なく特に吊篩に於ける篩方は疲労最も少なし。

(ニ) 作業の危険度 吊篩及び堅篩は重量大にして移動不便なるのみならず容積大なるを以て營業線の建築限界を支障する虞れ多く、殊に視線中間に於て使用するが如き場合或は停車場構内の如き狹隘なる箇所にては作業員に對し危険を伴ひ易し。故に此の如き箇所に在りては凡て手篩によらざるべからず。

(ホ) 適當なる篩分方式 堅篩は作業能率良好なれども篩分の効果不完全にして手篩は篩分の効果は充分なれども能率劣る缺點を有し、吊篩は得失兩者の中間に位す。今 C 範圍を篩分くる場合に於て手篩及び吊篩に比較し堅篩は作業時間に於て 15% 少なく、篩分後の残存土砂混入率に於て 1.6% 大なりと假定し、經濟的篩分週期に到る迄の平均軌道保守費年額を計算するに、表-54 の如くにして經濟的に比較すれば堅篩は手篩及び吊篩より保守費少にして有利なり。然し堅篩は作業員の疲労亦尠なきを以て一般には之に依るを可とす。

表-53 篩分方式別作業所要時分總括表

篩分範圍	篩分方式	軌道延長100m当り作業所要時分		篩分後の残存土砂混入率	
		手篩時分	吊篩時分	混入率(%)	混入率(%)
A	手篩	2437	100	4.8	100
	吊篩	2514	101	5.0	100
	堅篩	2201	87	6.6	130
B	手篩	3053	100	5.1	100
	吊篩	3064	100	5.1	100
	堅篩	2344	87	6.7	131

表-54. 篩分方式別平均保守費年額 (篩分範圍 C)

枕木種別	篩分方式別	甲 線		乙 線		丙 線	
		篩分限度 (%)	保守費年額 (円)	篩分限度 (%)	保守費年額 (円)	篩分限度 (%)	保守費年額 (円)
素 材	手 吊 篩	29.5	1 476.8	30.0	1 321.4	30.5	1 165.4
	堅 篩	30.0	1 464.5	31.0	1 310.2	32.0	1 156.4
注 入 材	手 吊 篩	34.0	1 120.4	35.0	965.5	36.0	810.4
	堅 篩	33.5	1 118.8	34.5	963.9	35.5	808.5

備 考： 素材枕木の場合は枕木費を含む。

然し乍ら道床濕潤なる箇所にては堅篩は残存土砂多くして充分に篩分の目的を達し得ざるのみならず、狹隘なる箇所にては保安上危険なるを以て之亦堅篩の使用は禁止せらるべきものにして、要するに各篩方式には夫々特徴ありて箇々の場合に於て最も適當とする篩方式を選擇すべきものなれども、概括的に各方式の適応箇所を列擧すれば下記の如し。

手篩を適當とする場合

- (イ) 列車の運転頻繁なる箇所
- (ロ) 狹隘なる箇所
- (ハ) 道床濕潤なる箇所
- (ニ) 小規模の篩分箇所

堅篩を適當とする場合

- (イ) 列車運転頻繁ならざる箇所
- (ロ) 作業場廣き箇所
- (ハ) 道床乾燥せる箇所
- (ニ) 大規模の篩分箇所

吊篩を適當とする場合

堅篩の場合に準ず。但し道床濕潤なる箇所に適す。

第2節 篩器の構造

(1) 手 篩

篩器の形状寸法は作業能率に甚だ大なる影響を與ふるものにして、特に作業員の疲労大にして作業能率劣る手篩に對しては作業員の疲労成る可く少にして、且つ仕事量の最も大なるが如き構造を選ばざるべからず。從來使用せられたる手篩器には丸形及び角形の2種ありて、何れも一般に利用せられ其の割合殆んど同一なり。角形手篩の枠は厚さ12mm 内外の杉材等を使用するに反し、丸形手篩の枠は厚さ9mm 内外の檜又は樺材等を彎曲して製作するを以て、一般に丸形は重量軽きを特徴とするも破損し易く、且つ破損せる場合修理困難なる缺點あり。篩器の寸法は地方的の習慣によつて大小種々ありて從來各局に於て實驗上可とせるものを表示すれば表-55の如し。

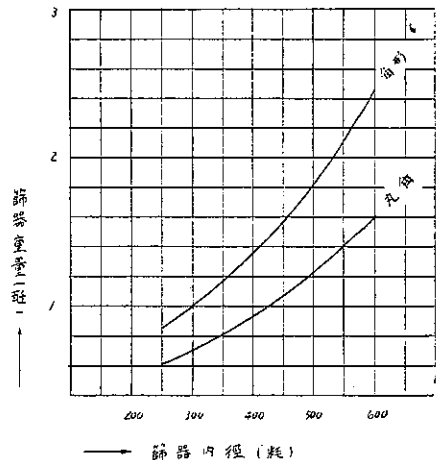
表-55. 手 篩 器 寸 法

局 名	丸 形			角 形		
	内 径 (mm)	深 (mm)	高 (mm)	内 径 (mm)	深 (mm)	高 (mm)
東 鉄	400	70	80	400×400	70	80
名 鉄	360	70	80	360×360	70	90
大 鉄	430	75	85	400×400	75	85
門 鉄	470	75	90	440×390	52	65
仙 鉄	460	65	75	410	65	75
札 鉄	400及び450	70	85	333×333	83	104 (取手付)

今正方形の角形手篩と丸形手篩との重量を比較すれば図-34の如く角形は同一内径の丸形に比し約50%重し、丸形及び角形手篩器に於ける篩滓落下状態を見るに何れの場合にありても篩器の中央附近より落下するもの最多数にして、周辺附近に至るに従ひ、其の少なきは同様なれども、

角形にありては隅角附近の一部に全く利用せられざる部分ありて網面の効率丸形に比して不良なり。図-35は篩器の略中央の最大落下箇所の通過量を1となしたる場合の各部分の通過量の割合を求め、其の等量線を図示したるものなり。一般に篩器の寸法大なるときは、其の周辺附近の効率不良なるは當然なるも、角形に於て特に其の傾向大にして其の隅角部は殆ど零に近し。今網面各部の實際面積に上記の篩滓通過率を乗じたるものを以て有効篩面積とし、之を全面積に付て集計すれば図-36の如くにして、丸形は同一篩面積の角形よりも有効篩面積大なり。故に丸形は角形に比較し振動回数少なくて同一の効果を擧げ得ることとなり、従つて作業時間を短縮することを得。図-37は網目12mmの篩器を使用し篩回数と残留土砂重量との關係を圖示せるものにして、最初砂利を篩内に投入する時既に全土砂量の30~40%は落下し、次に第1回の振動を行ふときは篩器の寸法大なるものは80%位は通過し終るも小なる篩器は50%以上残留す。第2回目の篩分にて大部分の土砂は落下し其の後は振動を反覆するも篩滓の發生は極めて少なし。図-37に於て各篩毎に残留土砂重量が7.4%に達する迄の篩回数を求め、有効篩面積との關係を圖示すれば図-38の如くにして、之より有効篩面積を大とすれば篩

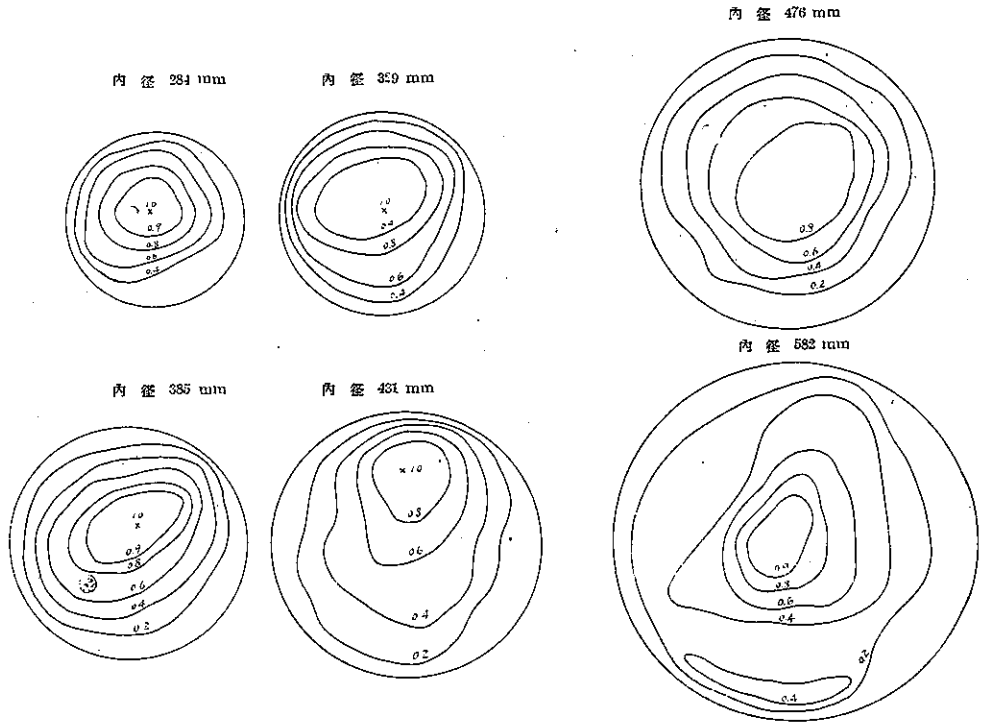
図-34. 手 篩 器 重 量



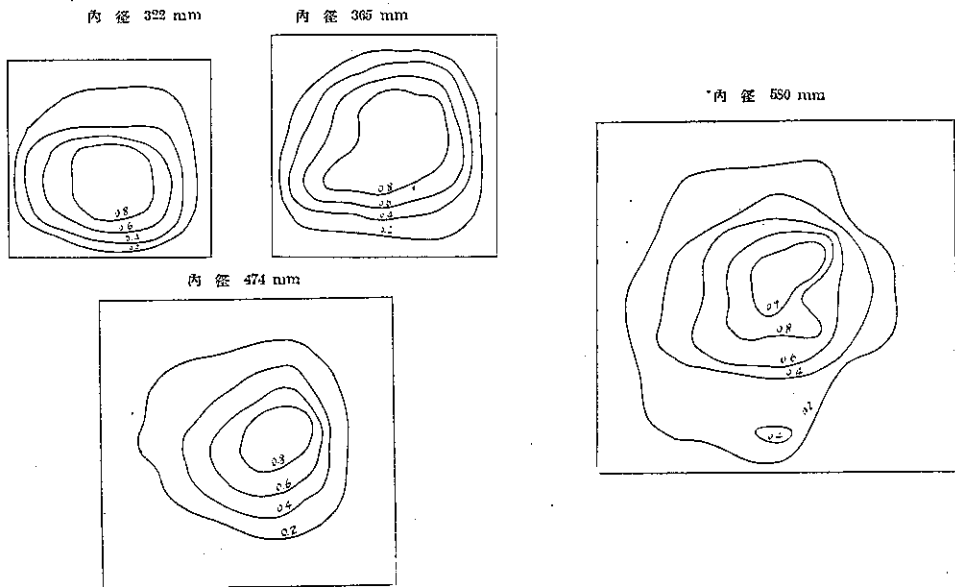
て、最初砂利を篩内に投入する時既に全土砂量の30~40%は落下し、次に第1回の振動を行ふときは篩器の寸法大なるものは80%位は通過し終るも小なる篩器は50%以上残留す。第2回目の篩分にて大部分の土砂は落下し其の後は振動を反覆するも篩滓の發生は極めて少なし。図-37に於て各篩毎に残留土砂重量が7.4%に達する迄の篩回数を求め、有効篩面積との關係を圖示すれば図-38の如くにして、之より有効篩面積を大とすれば篩

図-35. 手篩器篩率通過状態

(1) 丸形



(2) 角形



回数は著しく減じ得ることを知らるるなり。次に砂利を篩分くる場合の作業員の疲労と篩器の寸法との関係を調査するに、其の結果図-39の如くにして、疲労は1kgの荷重を両手を以て掲げて立つ場合の労働量を単位として表はしたり。丸形角形共外径小なるものゝ疲労少なるは篩器を支持する両手のなす角度の小なるに因るものにして、丸形が角形より疲労少なきは丸形は篩器を身体に近く引き寄せらるるため、之を支持する腕と身体との角度小なるが爲なり。

手篩に砂利を投入する際の1シヨベルの適當なる砂利重量を定むるため1シヨベルの砂利の重量を変化しつ

図-36. 手篩器有効篩面積

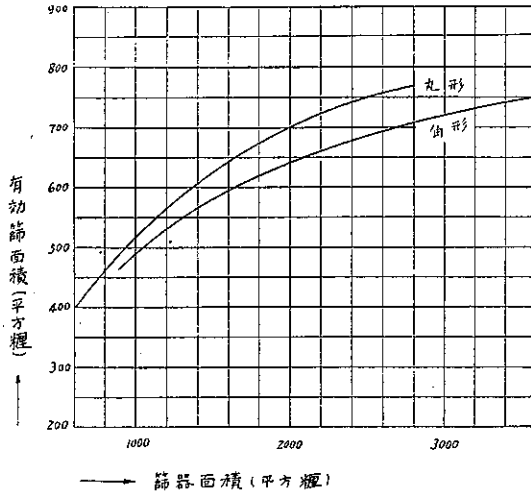
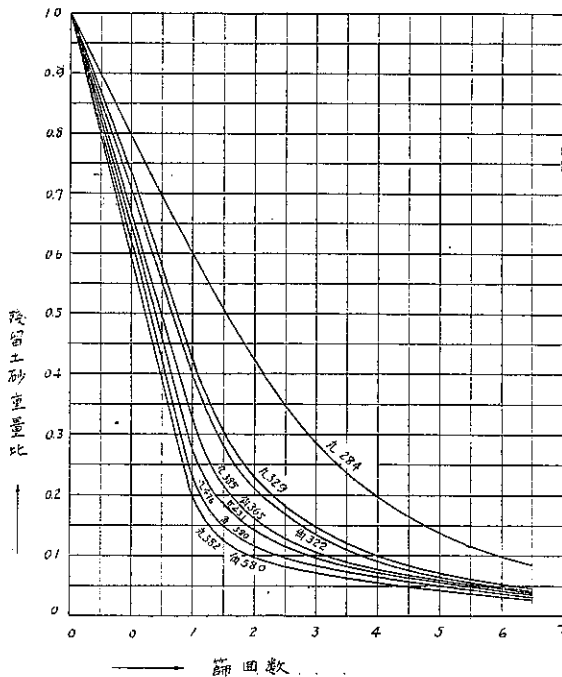


図-37. 篩回数別殘留土砂重量



つ砂利1kgを1m投ずるに要する作業時分を調査せる結果は図-40の如くにして、1シヨベルの砂利の重量大なる程1kg當り労働時間は減ずるも一定の限度を超ゆるときは作業員の疲労多く息抜時間増加して作業時間は却て増大す。1シヨベル

図-38. 有効篩面積別篩回数 (殘留土砂重量比 7.4%)

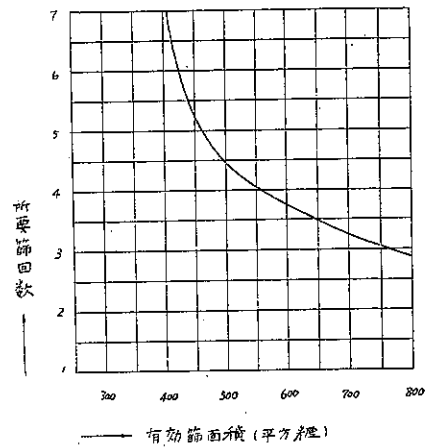
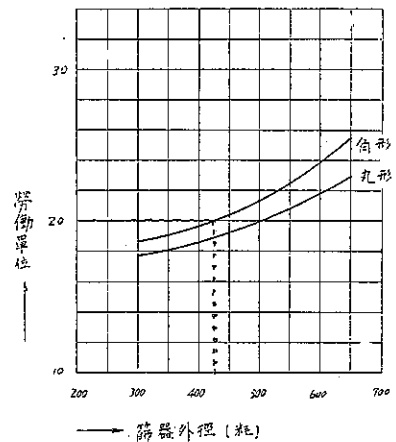


図-39. 手篩器寸法別疲労 (篩器及び砂利重量合計 3.75 kg)



の砂利の重量は 4.5 kg 内外なるとき作業時間は最少なる結果を示したり。但しショベルの自重は土の附着したる状態にて 1.94 kg のものを使用す。今 1 ショベルの砂利の重量を 4.5 kg と定め、之を篩分くるに要する作業時間及び仕事量を篩器寸法別に調査したるものは図-41 及び図-42 にして前者は丸形の場合後者は角形の場合を示すものとする。仕事量は(労働量)×(作業時分)にして、其の數値は作業員の疲労の程度を示すものなり。作業時間の最小なるは、即ち作業能率の最大なる場合にして、丸形に在りては内径 440 mm 角形に在りては同じく 420 mm の大きさの場合之れに相當す。仕事量の最小なるは丸形 400 mm, 角形 380 mm の場合にして、之は作業者の疲労最も少なき場合なり。

作業能率及び作業員の疲労の兩者より觀て丸形は内径 420 mm, 角形は 400 mm を以て實用上最も適當なるものとなすことを得。

図-4 1. 丸形手篩作業時間及び仕事量

(1 ショベルの砂利重量 4.5 kg)

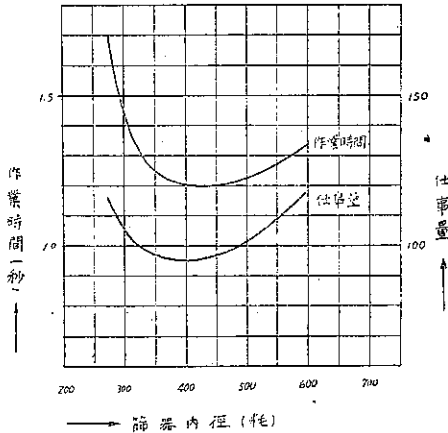


図-4 2. 角形手篩作業時間及び仕事量

(1 ショベルの砂利重量 4.5 kg)

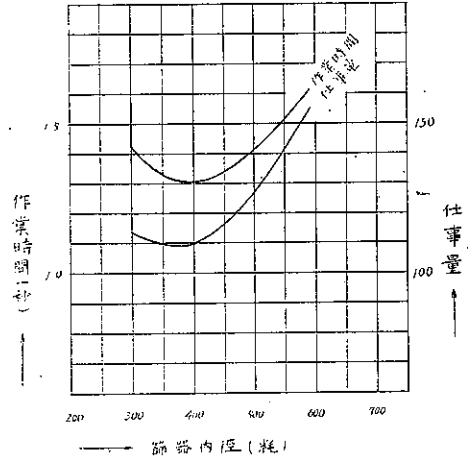
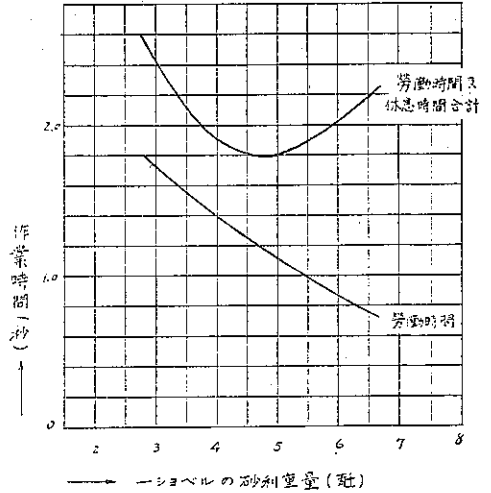


図-4 0. 砂利投上作業時間



篩器の深さは普通 65~75 mm にして、径の大なるもの程深さ小なるものにて足る。前記の標準の大きさ即ち丸形は内径 420 mm, 角形は内径 400 mm の寸法の篩器にて實際に道床を篩分け砂利の篩器側壁に當る高さを調査するに、図-43 及び図-44 の如くにして丸形の場合 65 mm, 角形の場合 70 mm を超ゆるもの全量の 1% 未滿なるを以て、65 mm 及び 70 mm を各々の場合の標準寸法と定めて可なり。尙篩器の枠の高さは普通人に對して指懸りを完全ならしむるために 80 mm 以下たることを要し、且つ枠底面と網との間には 10 mm 以上の間隔あれば手懸りは充分なり。要するに手篩は丸形の場合内径 420 mm, 深さ 65 mm, 高さ 80 mm とし、角形の場合内径 400 mm, 深さ 70 mm, 高さ 80 mm となすを適當とす。手篩の丸形と角形とは図-41 及び 図-42 に於て明なるが如く、兩者の最も適當とする寸法のものにて比較するも角形は作業時間作業員の疲労何れも丸形より大

図-4.3. 手篩器側壁に當る砂利割合  
(丸形内径 420 mm の場合)

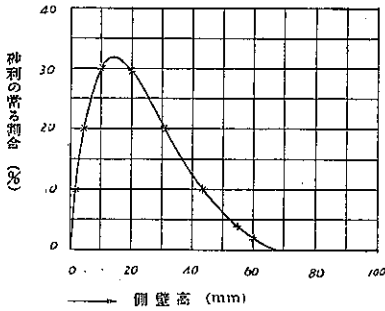
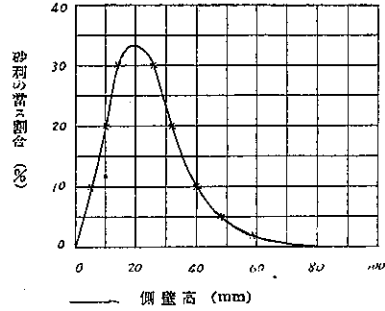


図-4.4. 手篩器側壁に當る砂利割合  
(角形内径 400 mm の場合)



にして丸形を勝れりとなす。各保線事務所にて調査せられたる篩器別能率は表-56 の如くにして、丸形の成績良好なることを示す。

表-56. 手篩形状別能率調査表

調 査 局 名	軌道延長 10m 當り篩分所要作業延時間 (分)			
	篩分範囲 A		篩分範囲 B	
	角 形	丸 形	角 形	丸 形
東 鉄	148	130	206	179
名 鉄	177	157	242	240
大 鉄	157	152	271	279
仙 鉄	129	150	189	187
札 鉄	207	205	294	281
平 均	164	159	240	233

唯だ角形は耐久力丸形より多少大にして尙破損せる場合の修理比較的容易なる特徴を有するを以て相當廣く使用せらる。

(2) 堅 篩

各鉄道局に於て従來使用の結果最も適當とする堅篩の寸法は表-57 の如く大小區々なり。堅篩は篩器の傾斜せる網面上を砂利を転落せしめ其の間に於て混入する土砂を落下せしむるものなれば、其の所要寸法は網面の勾配に密接なる關係ありて、網面の勾配大に過ぐれば砂利の転落速度大にして残留土砂増加し、勾配小に過ぐれば篩器網面上に残留する土砂のため充分なる効果を擧げ難し。

表-57. 堅 篩 器 寸 法

局 名	幅 (mm)	網 長 (mm)	總 長 (mm)	深 (mm)	勾 配
東 鉄	600	1 200	1 600	65	40~45
名 鉄	600	900	1 300~1 500	90	45~50
大 鉄	700	1 100	1 650	75	45~50
門 鉄	400 900	1 000	1 300	100	34
			1 400		
仙 鉄	670	1 460	1 910	50	50
札 鉄	600	1 000	1 550	90	40

堅篩の勾配と篩滓發生量との關係を自然土砂混入砂利に付て調査せる結果は表-58の如く、又堅篩にて篩分けたる砂利を再び同一網目の手篩にて篩分けせる場合の土砂殘留率を図示するに図-45の如くにして、網面の傾斜は45°以下たることを要す。網面の勾配を45°以上となすときは殘存土砂は急激に増加して篩分の效果不良となり、之を45°以下となすも土砂殘留率には著しき変化なし。

又網面の傾斜を40°以下となすときは細粒の幾分が網面上に滯留して篩分の效果を減殺するを以て、一般には之れを40°以下となすを得ず。即ち堅篩の網面の傾斜は40°~45°を適當とす。

図-45. 堅篩器勾配別土砂殘留率

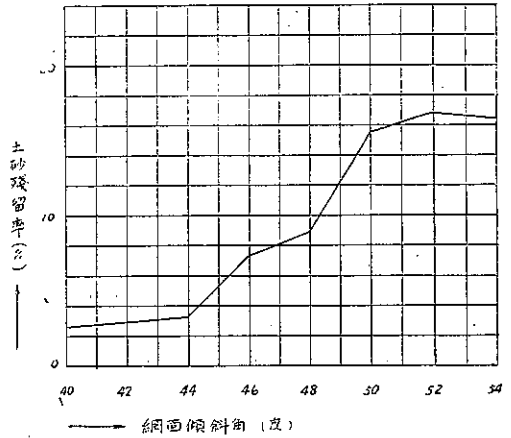


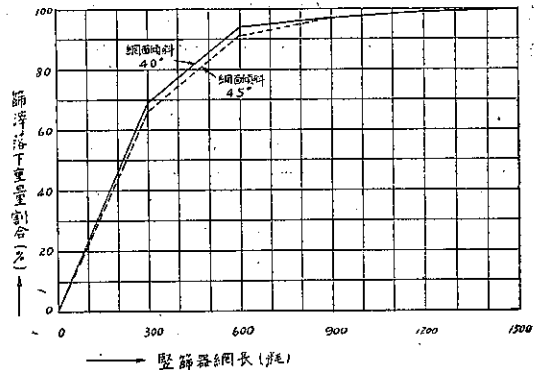
表-58. 堅篩器勾配別篩滓發生量

網面傾斜	篩滓發生量 (%)	同一網目の手篩分にて篩分くる場合の篩滓發生量 B (%)	土砂殘留率	$\frac{B-A}{A}$ (%)	砂利転落速度 (秒)
	A		(B)-A		
40	37.0	38.0	1.0	2.6	2.8
42	36.9	38.0	1.1	2.9	2.8
44	35.8	37.0	1.2	3.2	2.4
46	30.6	33.0	2.4	7.3	1.8
48	30.1	33.0	2.9	8.8	1.7
50	40.5	48.0	7.5	15.6	1.7
52	41.6	50.0	8.4	16.8	1.9
54	41.8	50.0	8.2	16.4	1.4

備考：有效網長 1500 mm, 網目の大きさは 13 mm 角目とす。

次に網目の大きさ 13 mm 角, 網長 1500 mm の堅篩に於て網面を長さ 300 mm 宛 5 箇所に区分し、各部分より落下する篩滓の重量百分率を調査したるに図-46の如く、網面の傾斜 40°~45° の範圍内に在りては篩滓の大部分即ち 90% 以上は網面の長 600 mm 以内に於て除去せられ、網長 900 mm 以内にては 97% は落下し、最下部 600 mm の範圍に於ては僅かに 3% を除き得るに過ぎず。堅篩は重量大にして取扱不便なるを缺點とするが故に網長の過大なるは不可にして、網の有効長は 900 mm を以て充分なりとす。然し乍ら砂利投付高は投付距離により約 300 mm の差ありて、網の有効長を常に 900 mm ならしむるためには網の實際長は 1200 mm とすを適當とす。

図-46. 堅篩器篩滓落下重量割合





網幅は普通の場合 2 人が同時に 1 ショベル宛投付くるに充分なる大きさを必要とす。2 ショベルの砂利重量と之を投上ぐるに要する作業時間との関係は図-47 に示すが如くにして、4.15 kg の場合作業時間最短なり。之を網面に投付けたる場合の擴がりは約 350 mm の円形にして、且つ其の周邊附近の密度は中心に比較して小なれば多少重合するも效果に支障なく、従て網の有効幅員は 600 mm を以て充分なりとす。

図-47. 砂利投付作業時間

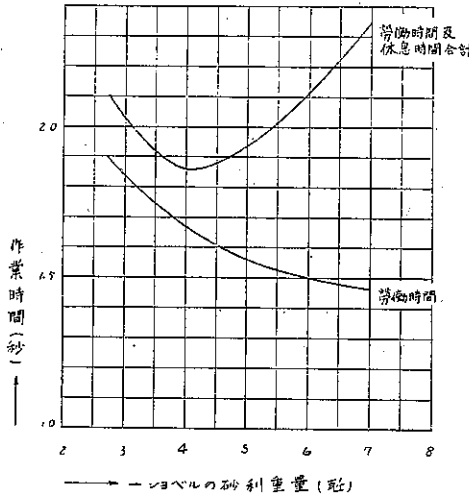
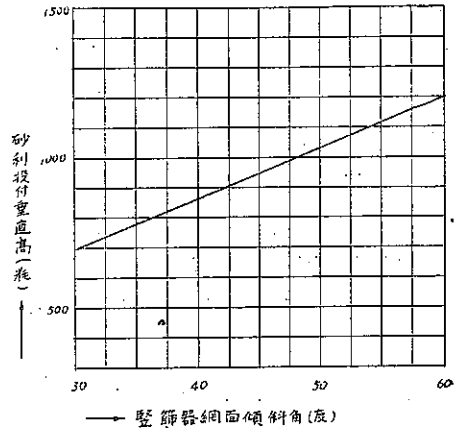


図-48. 砂利投付中心垂直高



堅篩の所要長を定むるため地上より砂利投付中心位置迄の垂直高を多くの作業員に付て調査するに、図-48 の如く網面の傾斜角 40° の場合 840 mm、傾斜角 45° の場合 950 mm にして之より堅篩の所要總長を計算すれば前者は 1310 mm、後者は 1350 mm にして、之に對して尙投付けられたる砂利の擴がり 175 mm 及び若干の餘裕を加へ堅篩の總長は約 1600 mm を適當とす。

網幅 600 mm の堅篩に於て 1 ショベルの砂利重量を 4.2 kg に定め投付くる場合篩の側壁に當る砂利高を調査せる結果は 図-49 にして、殆ど全部は 90 mm 以内であり。故に堅篩器の有効深さは 90 mm にて充分なり。

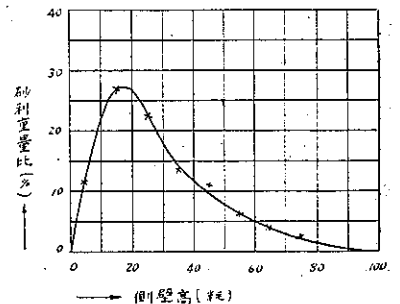
(3) 吊 篩

一般に使用せらるゝ吊篩の寸法は表-59 に表示するが如くにして

表-59. 吊篩器寸法

局名	幅 (mm)	網長 (mm)	深 (mm)
東 鉄	400	550	80
大 鉄	450	600	90
門 鉄	450	700	100
仙 鉄	450	600	兩側 60 前後 80
札 鉄	360	600	90

図-49. 堅篩器側壁に當る砂利割合 (篩器幅 600 mm)



幅は 450 mm 内外のもの能率よく、網長は前後動の大きさ約 150 mm を加へて 600 mm 内外とし、有効深さは堅篩の場合と同様 90 mm を以て適當とす。

### 第3節 網目の寸法

#### (1) 角目の場合

新規の道床砂利に於ても径 15 mm 未満の細粒は相當多量に含有せらるゝを普通とし、東鉄及び仙鉄管内産出の篩砂利に就て調査せる結果は新規道床砂利中 10 mm 未満 6.1%, 10~12 mm 5.6%, 12~15 mm 6.1% に達する状態なり。過大なる網目の篩器によつて之れを篩分け上記の細粒を悉く除去するときは、補足砂利を多量に要すると共に道床の弛緩を増大するが故に不利益にして 15 mm 以上の網目を使用することの經濟上不利なるは明なり。之れに反し網目の大き過ぎなれば篩分能率低下し、且つ残存土砂多くして篩分の効果尠なく、殊に道床濕潤なる場合は土砂網目を充填するため完全なる篩分を不可能とす。實驗上 8 mm 未満の網目は使用するを得ざるものなり。網目の大なる場合篩滓の發生量大にして、従つて砂利容積減少量の大なるは當然なれ共、假令篩滓發生量同一の場合と雖も網目の小なる場合は其の大なる場合より砂利容積の減少する程度は小なり。

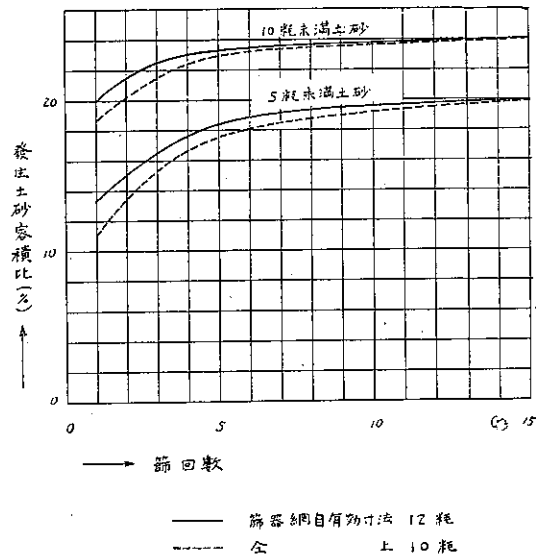
図-21 は各種網目の篩器に於ける篩滓發生量と砂利容積減少率との關係を示したるものにして、本図に於て明なるが如く篩滓發生量同一なる場合と雖も、網目小なるものは大なるものに比し容積減少率小なり。之れ網目小なる場合は砂利容積に關係薄き微粒のみを排除するが故に外ならず。然るに篩分能率に到つては網目大なるもの程良好にして今同一砂利を 10 mm 及び 12 mm 角目の篩器にて篩分け發生せる篩滓中 5 mm 未満及び 10 mm 未満の細粒の分量を篩回数毎に調査したる結果は

図-50 の如くにして、之等の細粒の通過量を同一ならしむるためには 10 mm の網目の場合は 12 mm の網目の場合に比較し 1 回宛篩回数を増加するの必要あり。従つて同一の効果を擧ぐらるためには網目小なるものは作業時間を多く要す。8, 10 及び 12 mm の 3 種の網目により同様な道床を篩分けたる場合其の所要時間比率は表-33 の如くにして、網目 10 mm の場合は 12 mm の場合に比し 3%, 同 8 mm の場合は 12 mm の場合に比し 10% 多く要す。次に篩分の効果も亦網目大なるもの良好にして、各種網目の篩器を以て土砂混入量同様な砂利を篩分けたる場合の残存土砂混入率は網目 12 mm 角目の場合平均 5.4% なるに對し、

網目 10 mm 角目の場合平均値は 5.9% にして 8 mm 角目の場合は 6.4% に達す。尙 図-22 に示すが如く網目 12 mm の場合に比し網目 10 mm の場合は篩滓發生量平均 5% 尠なく、網目 8 mm の場合は 3% 尠なし。即ち篩分けられたる砂利中に残存する 8~10 mm の細粒は 3%, 10~12 mm の細粒は 5% にして大なる網目を使用するときは全然之れを除去し得るものとす。之等の細粒は保守上全然有害なりとすべきものに非ざるも粒形に反比例して保守勞力を増加することは明かにして、之れ亦残存土砂増加と同様な結果を來すものなり。

手篩の網目有效寸法別に最少平均保守費年額を比較したるものは図-26 にして篩分範圍の如何に拘らず網目 10 mm の場合其の値最少にして、手篩角目の大きは 10 mm を以て適當とす。吊篩に在りては篩分方法手篩に準ずるを以て網目の寸法も亦手篩と同様 10 mm を可とす。堅篩は網面の勾配を増すに従ひ網目の有效縦長を減ずる

図-50. 篩回数別土砂發生割合



を以て、従来縦長の格子形網目を採用せるものもあるも、比較的扁平なる砂利粒の落下量多くして砂利の損失多きを以て正方形角目となす必要あり。

表-60. 堅篩器網目形状別発生砂利割合

土砂混入率(%)	篩器別	網目形状	篩滓(%)	残存砂利(%)	篩滓中 10mm 以上の砂利含有割合(%)	
34	手 堅 " "	篩 篩	12mm 角目	34	70	11
		同上	29	75	9	
		12×150	48	55	28	
		12×250	49	54	30	
28	手 堅 " "	篩 篩	12mm 角目	28	75	13
		同上	22	81	8	
		12×150	42	61	27	
		12×250	44	59	23	
27	手 堅 " "	篩 篩	12mm 角目	27	76	12
		同上	25	78	8	
		12×150	42	61	27	
		12×250	44	59	28	
25	手 堅 " "	篩 篩	12mm 角目	25	76	4
		同上	18	83	3	
		12×150	41	60	27	
		12×250	41	60	27	

表-61 は自然土砂混入量約 25% の箇所を手篩及び堅篩によつて篩分けたる後の残存土砂混入量にして、篩分けたる砂利を更に有効 13mm 角目手篩にて篩分け発生したる土砂量の篩滓原容積に對する割合を示すものなり。

堅篩網目 10mm の場合に於ける残存土砂は 12.8% に達し、混入土砂の略 1/2 に相當す。網目 13mm の場合は残存土砂混入率は 6.7% にして、手篩 10mm の場合の残存率 6.4% に殆

表-61. 篩器別残存土砂混入率(%)

網目大きさ		10mm 角目	12mm 角目	15mm 角目
手	篩	6.4	5.0	4.6
堅	篩	12.8	6.7	5.3

ど相等しく、更に之れを 15mm に増すも残存土砂には大なる変化なくして、唯だ 12~15mm の小粒砂利を失ひ補充砂利を多く要するが故に、堅篩の網目は角目の場合 13mm を以て適當とす。

## (2) 龜甲目の場合

角目の利點は構造簡單にして價格廉なるのみならず、修理容易なること及び網目に篩滓の附着すること少くして

表-62. 手篩網目形状別篩滓發生量

篩分範圍	篩器	篩滓發生割合	篩滓の粒度	
		(%)	5mm 以上	5mm 未満
A	龜甲目 12mm	6.250	4.514	3.125
	角目 12 "	9.375	7.083	3.333
B	龜甲目 12 "	6.458	4.059	3.579
	角目 12 "	8.672	6.089	3.690

備考：土砂混入率同様な箇所を篩分けたる結果とす。

篩分能率幾分勝る點に在り。即ち角目及び龜甲目に内接する円の半径を  $r$  とすれば、其の對角線方向に於ける最大寸法は前者は  $2.83r$  なるに比し、後者は  $2.31r$  に過ぎず。且つ又角目は龜甲目の如く鉄線を縦らざるため、土砂の通過容易なるに原因す。

表-6 3. 網目形狀別篩器單價

篩器別	網線径 (mm)	網目寸法	篩器製作單價 (網を除く) (円)	角 目		龜 甲 目		篩器單價割合 角目 龜甲目 (%)
				網單價 (円)	篩器單價 (円)	網單價 (円)	篩器單價 (円)	
手篩(角形)	1.6	10	0.36	2.70	0.91	4.35	1.24	73
手篩(丸形)	1.6	10	0.15	2.70	0.83	4.35	1.24	67
吊 篩	1.6	10	0.80	2.70	1.71	4.35	2.26	76
豎 篩	1.8	12	1.40	2.30	3.43	3.70	4.66	74

備 考：網單價は  $m^2$  當りとす。

従て同一狀態の砂利を角目及び龜甲目の篩器にて篩分くるとき篩滓發生量は角目の方大にして、其の篩滓の粒度を調査するに 5 mm 未満の微粉量に於て角目の場合稍多く篩分の效果大なるを知らる。尙網目の変形を防止するためには波形鉄線を使用するを可とす。

龜甲目の利點は網目の変形少きこと及び小砂利の損失少なき點にして波形鉄線による角目篩より耐久力良好なり。

前記の如く兩者各得失あれども大なる差なきを以て何れを採用するも可なれども、唯だ龜甲目は角目に比し土砂の通過稍困難なるを以て角目と同一の效果を得るためには網目の大きを増大せざるべからず。表-62 調査箇所にて角目 10 mm の篩器を以て篩分けたる成績を表示すれば表-64 の如くにして、角目 10 mm の場合と龜甲目 12 mm との場合は篩滓發生量略相等しく自然龜甲目の場合は径 12 mm を適當とす。

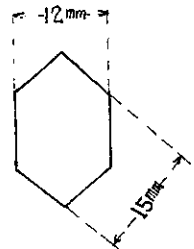
表-6 4. 網目形狀別篩滓發生量

篩分範圍	網 目	龜 甲 目 12 mm	角目 10mm	角目 12mm
A		6.250	5.556	9.375
B		6.458	5.720	8.672

豎篩の場合短径を 12 mm とし、尙網面の傾斜方向に於ける有効縦長を 12 mm たらしむるためには、長径は傾斜角  $40^\circ$  の場合 14.5 mm、同  $45^\circ$  の場合 15.2 mm を要す。即ち一般に豎篩の場合龜甲目の寸法は  $12 \times 15$  mm とすことは、他と同一の效果を擧ぐる上に於て必要なり。

第 4 節 網線の材質及び寸法

網線は廉價にして耐久力大なる亜鉛鍍鉄線を適當とす。網線の寸法は篩器の耐久力に最も大なる關係ありて手篩器にありても、径 1.2 mm 以下の鉄線は篩分延長 100 m 内外にて破損す。手篩に對しては少くとも 1.4 mm を必要とするも、多少の餘裕を見越し 1.6 mm を適當とす。吊篩及び豎篩は取扱の性質上手篩に比し太き鉄線を必要とし径 1.8 mm を可とす。径 1.8 mm は 12 mm 内外の龜甲形に編み得る最大限度にして、角目にして波形鉄線を使用する場合は屈曲部より断線する虞あるを以て、径 2.0 mm の鉄線を使用するを要す。



## 結 論

道床砂利は軌道構成上主要なる要素の一にして、軌道の強度を増し保守作業量を減ぜんがためには道床砂利は常に完全なる状態に在らしむるを要す。土砂の混入は道床の品質を低下せしむる最大の原因にして、混入量或る程度に達するときは道床を篩分け之れを排除する必要あり。然し乍ら篩分作業は相當の工費を要し、且つ一時的には道床の弛緩を伴ひて之れが復舊のため、搗固の施行を必要とするを以て必ずしも速に篩分くることを以て最善とせず最も適當なる時期を選び且つ最も能率よき方法により之れを施行するを要す。

從來國有鐵道の地方鐵道局に於ける現場の作業状態を見るに、篩分を施行すべしとなす道床状態の限度は區々にして、或は土砂混入率 20% (12 mm 角目手篩にて篩分けたる場合の篩滓發生割合) の場合篩分を必要とし、或は又 35% を以て篩分の限度となす等其の間の差異大なるもののみならず、更に又適當なる篩分範圍及び篩分作業方法に就ても據るべき基準となるものなし。

本研究は道床篩分作業の基準的方法の設定を目的とせるものにして、先づ最初に道床砂利の粒度、空隙率、吸水性、滲透性、摩擦抵抗力及び道床係數等の物理的諸性質と混入土砂が之れ等諸性質に及ぼす影響に關し爲したる基礎的調査の結果を掲げたり。土砂の混入による道床の排水能力の低下、落錘試験に於ける沈下量及び加圧試験に於ける永久沈下量の増加等、道床強度の減少状態は添附調査圖-3 乃至圖-12 に示せるが如し。

全國各保線事務所管内に設けたる試験軌道に於て調査したる成績は圖-13 乃至 圖-15 に示すが如くにして、斑直し作業時間、雜草生成率及び道床土羽壞量は何れも土砂混入率と共に極めて急進的に増加す。尙素材枕木を使用する場合は道床の排水不良のため、其の耐久力を短縮せられ更換數の増加することは比較試験の結果證明せらるゝ所に於て、尙枕木強度の低下其の他より推定せる枕木更換數増加率は圖-19 の如し。圖-20 は各作業種別毎に求めたる保守作業量と土砂混入率との關係を綜合せるものにして、之れより混入土砂量による全保守作業量の増加割合を求むることを得。道床砂利に對する土砂混入率は經過年數に比例して増加するが故に軌道保守費額も亦之れに伴ひて増大す。

今一定の週期を以て定期的に道床を篩分くるときは週期の第 1 年目に於ける保守費額は最少にして爾後經過年數に応じて増額す。1 篩分週期間に於ける保守費總額に對し道床篩分に要する諸工費を加算して、平均保守費年額を計算し其の最少なる場合を以て經濟的篩分週期となし、週期の最終に於ける土砂混入率を以て土砂の篩分限度となしたり。

自然土砂混入の軌道にして其の増加率普通の場合に於ける經濟的篩分週期は素材枕木使用の場合平均 6.3 年、注入枕木使用の場合平均 7.8 年にして、之れに相當する土砂の篩分限度は前者は平均 25% にして後者は平均 30.5% なり。但し km 當り保守費年額大なる線路種別にありては、前記平均値より稍早く篩分を施行すべく、之れに反し等級低き線路種別に於ては前記平均値より稍大なる混入率を標準となすべく、即ち甲線に在りては前記平均値より 1% 少なく、兩線に於ては 1% 大なる場合を以て篩分限度となすべきものとす。此の場合の土砂混入率は篩分範圍 B の土砂を 10 mm 角目の手篩にて篩分けたる場合發生する篩滓の容積比を意味するものとす。尙道床内の土砂混入率を測定するに當り 12 mm 角目手篩を使用するときは、前項の篩分限度は素材枕木の場合 4.5%、注入枕木の場合 5% 増加す。

年々の土砂増加率普通軌道の場合より渺なき線路に在りては土砂混入による保守費増加額比較的少なるため、經濟的篩分週期は普通の場合より多少延長するも之れに對する土砂の篩分限度は却て稍減少す。之れに反し土砂増加率特に大なる線路に於ては經濟的篩分週期は短縮するも、之れに相當する篩分限度は増加す。其の關係は圖-27

に於て示したり。

普通状態の軌道に於ては篩分施行範囲は C の場合最も経済的なり。即ち軌間外は道床土羽部分深さ路盤面に至るまでの砂利全部軌間内は枕木間合深さ枕木下面以下約 50 mm 迄の範囲内を篩分くるを可とす。但し一部のみ特に土砂混入率多きが如き場合当該部分のみ篩分すべきは當然なり。

撒砂煤塵及び石炭焚殻混入の箇所にて於ける道床砂利の物理的諸性質の変化並に之れが軌道保守作業量に對する影響の程度を調査せるに、自然土砂混入の場合と殆ど同様な關係あるを以て、経済的篩分限度其他の事項も自然土砂混入の場合と全く同一の法則に従ふべきものとす。

諸種の篩分作業方法中手篩、吊篩及び堅篩方式は何れも得失ありて作業能率は堅篩最も良く以下吊篩及び手篩の順位なれども、篩分効果は手篩最も可にして堅篩最も不良なり。故に各箇の場合に付き適當なる方式を選択すべきものなれども、概括的に夫々の適應箇所を列擧すれば下記の如し。

#### 手篩を適當とする場合

- (イ) 列車運轉頻繁なる箇所
- (ロ) 狹隘なる箇所
- (ハ) 道床濕潤なる箇所
- (ニ) 小規模の篩分箇所

#### 堅篩を適當とする場合

- (イ) 列車運轉頻繁ならざる箇所
- (ロ) 作業場廣き箇所
- (ハ) 道床乾燥せる箇所
- (ニ) 大規模の篩分箇所

吊篩を適當すとは場合は堅篩の場合に準ず。但し道床濕潤なる箇所に適す。

手篩の形状は丸形を以て可とす。丸形は角形に比し作業員の疲勞少なく、且つ作業能率良好なり。然れ共角形は耐久力多少大にして、破損せる場合修理比較的容易なる特徴を有す。手篩の寸法は作業能率及び作業員の疲勞の兩者より觀て、丸形は内径 420 mm、深さ 65 mm、高さ 80 mm、角形は内径 400 mm、深さ 70 mm、高さ 80 mm を最も適當とす。

堅篩は總長 1 600 mm、網長 1 200 mm、網幅 600 mm、枠の有効深さは 90 mm のものを適當とす。

吊篩は幅 450 mm、長 600 mm、枠の有効深さ 90 mm を適當とす。

網目の形状は角目は龜甲目に比し土砂の通過容易にして作業能率良好なるも、小粒砂利の損失多くして多量の補足砂利を必要とする缺點あり。然れ共其の間の得失の差は僅少にして何れによるも可なり。網目の有効大きさは過大なる時は砂利の損失多く過少なれば作業能率及び篩分效果不良にして手篩及び吊篩の場合角目は 10 mm、龜甲目は 12 mm を最も適當とし、堅篩の場合角目は 12 mm、龜甲目は 12×15 mm を適當とす。