

混凝土及鐵筋混凝土鋪裝 (承前十九)

中 末 郁 三

御誌、筆者曩きに本誌第十卷第八號乃至第十二卷第五號に涉りまして混凝土及鐵筋混凝土鋪裝と題しまして聊か研究論文を發表致しましたが、中途公私多忙のために完結するに到らずして中絶しました罪を謝します。

爾來、牧、阿部、宮本各博士、中村九大講師、セメント界雜報、等より該博適切なる工法の御覽表がありました、次いで土木學界、内務省、及道路研究会等より標準示談書すら完成されて居ます、加之内務省直轄國道工事及各地方廳に於きまして先輩諸賢が更に夫々の各地方に應じ研鑽され、既に實施されました工事も相當多穴なる面鏡に及んで居ます様子でありますから、最早淺學非才の筆者が再び筆する必要はありませんが、拙稿の未完結である自責の念に堪えず、且將來混凝土及鐵筋混凝土若しくは瀝青鋪裝工事は益々利用されるべき傾向を有します、自動車運搬經營に關しまして如何に經濟的着眼すべきかに對し、ハリソソ氏の説を少しく御照會致しまして拙稿を了ることに致し更にボンブア其他の機械人設備(高等土木學第 卷參照)及 E-27 型混合機致を用ひて科學的に施工する場合が何故に經濟的なるかを述べと致したのであります。現今本邦經濟界の不況等より徹底行はれ難きを知りましたので之を省略致しました。長らく貴重なる本誌の御割愛を辱ふしたること同時に愛讀者諸君に深甚なる感謝の意を表します。

適當なる貨物自動車供給 (The Proper Truck supply)

材料置場より現場までの距離が 5—6 哩以内である場合に最も經濟に最も能率よく最も満足に混合材を混合機に供給す

る方法は貨物自動車にて直接混合機に練分錠供給するのが良い。(混合機容量1練セメント 5—6 袋採用)

此方法によると材料を積卸しする度敷を最小限にするなど及材料を輸送する自動車の時間を節約し得る利益がある、然し運搬距離が遠くになると所要自動車敷を増し且距離近き場合に設備せる自動車を遊ばすことになる故に不経済となる、貸自動車を採用する場合には更に一層の困難を伴ふものであるから最大運搬距離は 5—6 哩を限度とすべきである。

所要運搬時間の公式 (Formulae for Trip time.)

混合機 (E₂ 27) 型を用ゆる場合には貨物自動車一臺一練分積載するものが普通採用される、此場合に自動車が一往復するための所要時間は

$$T = 4 + 8d \dots\dots\dots(1)$$

式中

T は自動車が材料置場と混合機間を一往復するに要する時間 (分)

d は材料置場より混合機迄の距離 (哩)

(1) 式に於ては自動車の速度を 15 哩毎時と見做し、骨材及セメントの積込み等材料置場にて費す時間と混合機側停車臺上の材料供給及回轉時間を平均 4 分と見做したものである。

2 練分積運道路用自動車の場合は $T = 6 + 10d \dots\dots\dots(2)$

3 練分積運道路用自動車の場合は $T = 8 + 10d \dots\dots\dots(3)$

4 練分積運道路用自動車の場合は $T = 10 + 10d \dots\dots\dots(4)$

2 練分積高速度自動車の場合は $T = 6 + 6d$ (5)

是等の公式は材料置場設備が理想的であつて、セメントは1練分宛容易に自動車に供給し得る場合である、若しもセメントを別に混合機に供給する場合には更に1~3分間位節約し得るであらう。

材料堆積場の受渡しに及ぼす影響 (Effect of Stock-Piling of delivery)

材料堆積場にて載荷機 (Loaders) を用ひて積込む場合は材料貯藏槽より積込む場合に比し多くの時間を費すものである、夫故に貨物自動車1臺1練分積の公式(1)は後者の場合であつて前者の場合には

$$T = 6 + 8d \text{(6)}$$

即ち二分間丈より多く見積らねばならぬ、練分の場合に於ても同様である。

道路状態の材料輸送に及ぼす影響 (Effect of Road condition on Delivery)

材料運搬の道路は鋪装されざる施工基面上とか或は土攘道路若しくは砂利道等一般に悪道路である場合が多い、夫故に T の公式に於て運搬速度を15哩毎時と見積つたのは聊か無理の場合もあり得るのであるから實地に照合して適當なる修正を施さねばならぬ。

之れに反し道路状態が甚だ良好なる場合は速度を24哩~30哩毎時に見積つて可なる場合もある。斯様な場合には $8d$ を $5d$ ~ $4d$ 短縮して式を改訂して良いのであるが一般に高速度は車體の磨滅を甚しく速進し損傷を來す場合も多くなるから標準速度15哩を採るのが良いと思ふ。

長短運搬距離に於て夫々適當なる自動車數 (Number of Trucks required for various hauls)

第 52 表は材料置場設備が完全で運搬道路は 15 哩毎時を疾走し得る場合に混合機は 1 時間に 40 練即ち 1 練平均 1 分 30 秒の場合に必要な貨物自動車臺数である。

第 52 表 1 時間 40 練 E, 27 型混合機に對し種々の運搬距離に夫々
必要的貨物自動車數

輸 送 距 離	2 練分積載自動車	1 壹練分積載自動車	高速度自動車
1 哩	6 臺	8 臺	4 臺
2 "	9 "	13 "	6 "
3 "	12 "	19 "	8 "
4 "	15 "	24 "	10 "
5 "	19 "	29 "	12 "
6 "	22 "	35 "	14 "
7 "	26 "	40 "	16 "
8 "	29 "	45 "	18 "

本表は混合機の能率に基き適宜修正すべきものである。

道路工事の進捗するに連れて毎日運搬距離の變化がある故に豫め豫定表を調製して必要なる自動車數を決定すべきである。日々の工事中に多少突發的故障を生ずるものであるから豫備自動車を用意することもある。

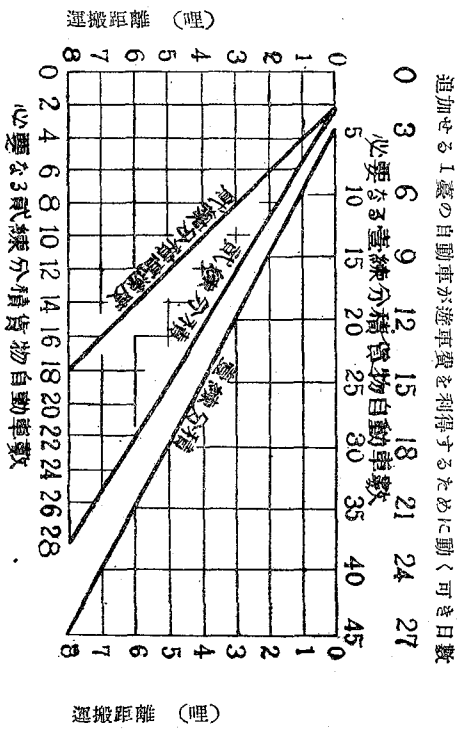
荷重高速度自動車ならば購入費 4,000 ~ 5,000 圓と見做すときは一ケ年に利息のみで大約 300 圓は必要である。

一年の $\frac{1}{3}$ は遊ぶと見て死蔵の損害 100 圓、工場より工場へと移動供給費一年約 100 圓とすると壹ケ年 500 圓の費用は運転せずに必要である。夫故に有利なる投資としては以上 500 位の外に車體の損傷、價値の低減、修繕費、運転費及利得収入が豫想し得る場合に限るのである。

豫備自動車當然に節約すべき經濟的時間 (Time savings required to justify standby Trucks)

自動車運轉費を考察する場合今 1,000 時間の 2 線分自動車時間があつて之を 10 日間に 10 臺宛毎日 10 時間就業したときと 100 日間 1 臺の自動車が毎日 10 時間宛運轉した場合とは其 1 臺 1 時間の運轉費は常に同額であるに見做す、車の價値の低減、修繕費、運轉費、時間の利得、等が各々の場合に於て異なるのであるが相平衡するものと見做す、混凝土道路舗装工事の場合は全自動車を全能率を發揮せしめ得る場合は短期間であつて一部分が休業する場合は甚だ多

い。
 扱今假りに混凝土混合機を 1 分間より多く運轉すると工場經濟上 1 圓 40 錢の價値があると見做し動



追加せる 2 臺の貨物自動車に遊車費を利得するために動く可き日数

第 74 圖

車1臺豫備としておく場合に此自動車1臺一ヶ年間全然遊ばず場合は、1,000圓の損失と成るときは此豫備自動車を備えた爲めに少く共 $1,000 \div 140 = 7.14$ 分 混合機が714分丈一ヶ年間中により多く能率よく働くこと必要となる譯である。而して714分間混合機が全能率を發揮して運轉すると1練1.5分と見て571練である。即ち工事中に571練本豫備自動車によりより多く仕事し得る場合に限るのである。

色々の運搬距離に於ける時間の節約 (Savings in time which can be made at Various haul distances)

實際上豫備自動車を利用されるのは運搬距離の最も長き場合のみであるから其期間は短いものである。此短期間の長距離輸送中に既述の571練分丈より多く混合機を働かせ得ると豫備自動車備付けの採算が立つ譯である。例へば4哩の運搬距離で2練分積載自動車の場合だと公式 $T = 6 + 10d$ より1回往復するに46分間を費すが故に1日10時間労働とするに13回即ち26練分輸送する事が出来る、夫故に571練を運ぶには22日間を要する事に成る、同様に3哩の運搬距離だと571練運ぶに17日間、5哩の運搬距離だと29日間を要する譯である。夫故に舗装工期中3哩の運搬距離に於て17日間以上4哩にて22日間以上、5哩にて29日間以上工事施行の必要ある場合は豫備自動車1臺を備えて採算が立つ譯である。

混合機1練分積載の自動車なら豫備車備付費は

購入價格の利息1ヶ年	100 圓
死蔵損失	100 圓
各工場廻送費	100 圓
合計	300 圓

位である故に混合機を285分間より能率よく働かせると良い事になる、之は230線に相當する。此種自動車は運搬距離3哩の場合は11日間以上、4哩の場合は14日間、5哩の際は17日間以上工事施工するときは豫備車1臺備付けて採算が立つものである。

高速度2線分積自動車は大約2線分積悪道路用自動車と價格は相似たものであるが高速度なるが故に3哩の道程にて11日間、4哩道程にて15日間、5哩道程にて18日間以上利用することの可能である場合は豫備車1臺の必要あるものである。

所得と豫備自動車との關係 (The relation of Earnings to Landby cost.)

以上は豫備自動車費を償却するには何日工場に於て就業すれば良いかを示したのであるが、元來混凝土鋪装工事に於て投下資本に對する必要な所得、各工場への移轉費、冬期死滅費(大約1ヶ年間に6~8ヶ月間就業するものと見做して良い)運轉費、及價値の低減、等を利得することを根本の採算に入れるのが普通である。

夫故に若しも1ヶ年に3ヶ月のみ就業する場合は少くとも豫備自動車費の半ヶ年分は當然の所得以外に見込まねばならぬ。

然しながら混合機が明かに能率低減する場合の極限迄の自動車は是非共必要であるから斯かる場合には既述の如き採算は採るに及ばぬ譯である。

自動車を1臺追加購入して混合機を如何程能率よく働かせ其所得と自動車費は請負人の立場より採算に手加減す可きは當然である。

一般輸送距離 (Prevailing haul distances)

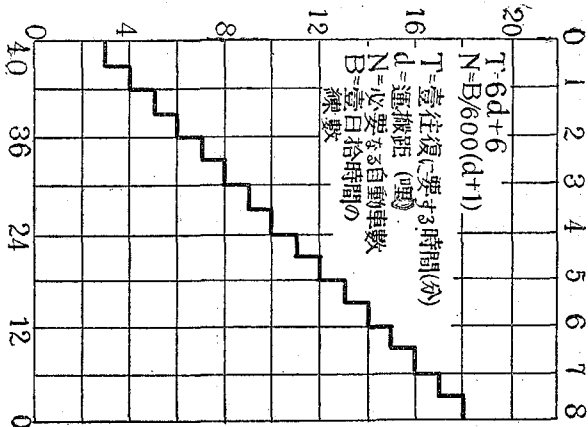
運搬距離 (哩) d

本問題に於て自ら疑問として浮ぶものは混泥土鋪装に於て普通採用さる可き最大輸送距離を幾哩に採る可きや亦其距離に於て貨物自動車運轉經營及經濟問題は如何なる影響を來すべきやである。

不幸にして現今未だ確然たる決論に到達して居ないのであるがハリソンの研究に仍れば適當なる最大輸送距離は 5 哩であつて是以上の長距離が適する場合は甚だ稀有であつた趣きである。之は混泥土混合仕様書に混合時間を 1 分間と指定せる場合は 1 時間 40 練が適當で此程度の能率を擧げるために工場設備の機械の凡てが同時に調子揃へて活動することを根本原則としたものである。

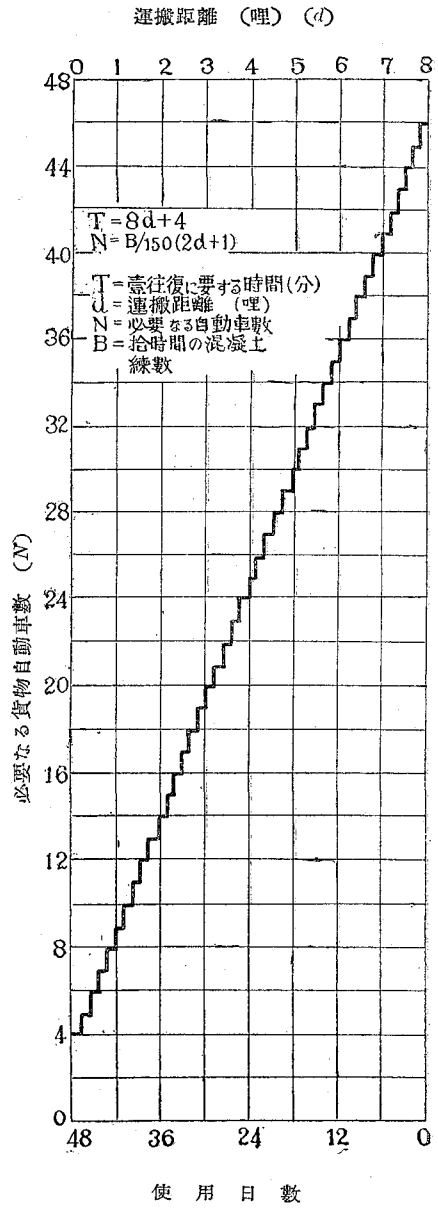
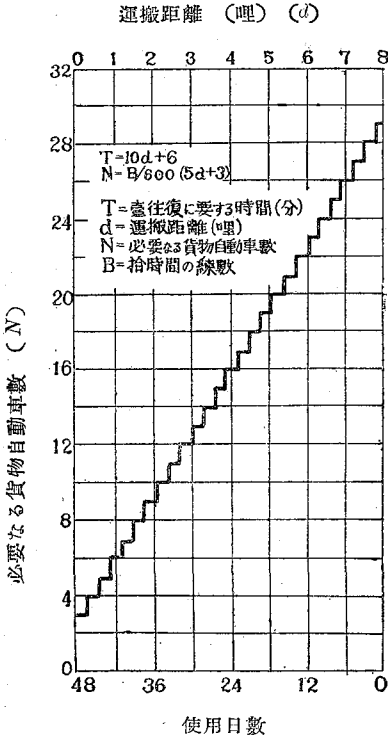
第二の問題に答ふるためには先づ混合機 1 練の調合と容量及鋪装道路の横斷面積を知らねばならぬ。

今假りにセメント 5 袋 1 練の混合機を用ひて $2\frac{1}{4}$ 呎の道程を鋪装し得るとすると 1 日 10 時間運轉すれば 900 呎の道路を鋪装する事になる、斯様の工程を持続すれば 5 日間 8 分で 1 哩を施工するのである。即ち大約 6 日間にて 1 哩の鋪装を了る事になる。大約 6 日間にて 1 哩の鋪装を了る事になる。



必要なる貨物自動車台数

使用せる日数
必要なる 2 練分種貨物自動車台数
(混合機 1 時間 40 練)

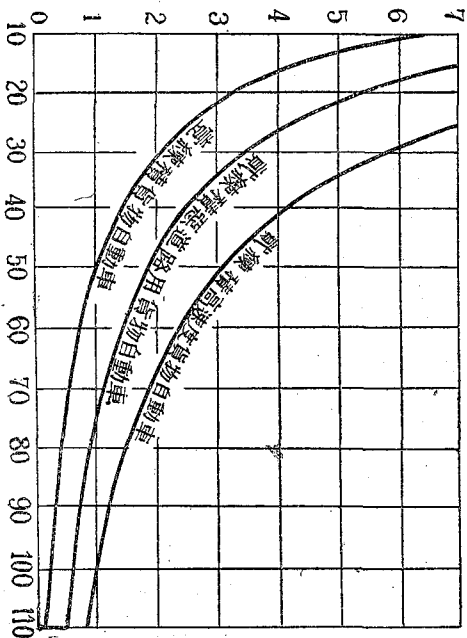


本工程々度の工事に必要なる貨物自動車は第52表に示した通りである、第74圖は1線に $1\frac{1}{4}$ 分を混合機に於て費す場合に豫備の自動車を購入して採算の立つ使用日数を圖化したものである。第75圖は貨物自動車の輸送距離と必要なる臺数を圖化したものである。

第76圖は貨物自動車の輸送線数を圖表にしたものである。

第77圖 ~ 第78圖は最近ハリソン氏が實施せる混泥土鋪裝工事に使用した1線分積貨物自動車數を圖表化したものである。

是等の圖表の垂直縮尺は1線分積自動車一臺毎に階梯が附してある、水平縮尺は1哩毎に亦3日間毎(工程半哩)に付してある、即ち1哩6日間の工程である、以て如何に工場設備の諸機械が調子揃えて豫定通り活動したか、明かである。勿論工程が異り自動車の異なる型を用ゆる場合は適宜訂正さる可きである。大凡の常識觀念を得るのに参考になり自動車設備の豫備智識として良いと思ふ。



貨物自動車1日1線に運搬する混合機線數

第76圖

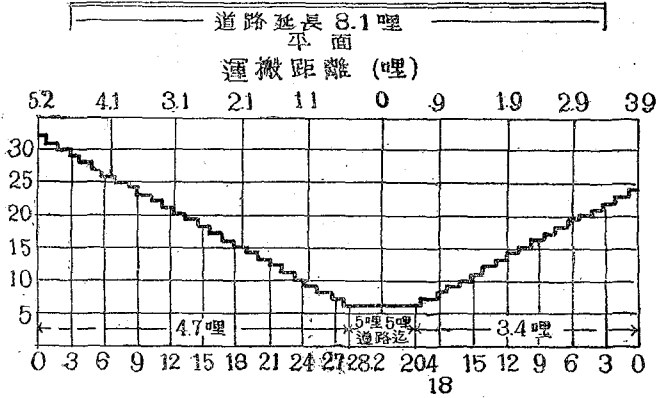
貨物自動車供給の計算式 (Formulae for Calculating truck supply)

4

材料置場は道路より 1/2 哩

技
術

必要なる自動車数



各追加貨物自動車の使用さる可き日数
實施されたる材料運搬自動車經營の圖表

第 77 圖

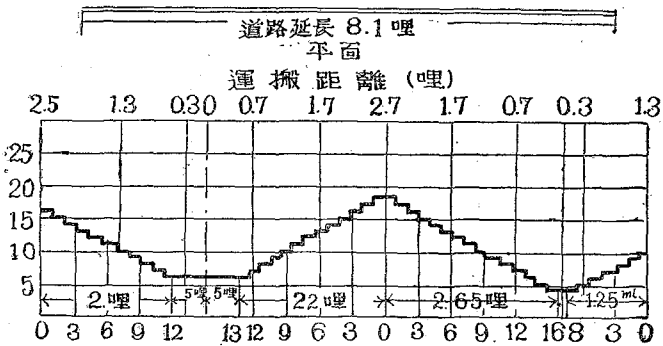
B

材料置場は道路より 1/2 哩

C

材料置場道路より 150 碼

必要なる貨物自動車数



追加貨物自動車の使用さる可き日数
材料置場 B 及 C を採用せる場合に必要なる自動車數圖表

第 78 圖

第75圖 (a) (b) (c) 圖表は次の如き計算に基くものである、高速度2線分積自動車に於ては1回運搬するに要する時間は公式(4)より

$$T = 6d + 6$$

である1日10時間労働とすると600分だから1日1臺の材料運搬回数 L は

$$L = \frac{600}{6d + 6} = \frac{100}{d + 1}$$

今 N を自動車数とすれば自動車が100%能率を發揮するものとすれば1日の材料運搬總回数は

$$NL = N \frac{100}{d + 1}$$

而して此自動車は2線分積するが故に混合機の總練數毎日を Y にて表はす時は

$$Y = 2N \frac{100}{d + 1}$$

此 Y 丈は混合機が規則正しく運轉する時は必要である。此公式を計算する場合に Y は混合機1日の總練數であつて既知數である、1分間練にて100%能率を擧げる混合機にては Y は480であるが實際は理論通りに行かぬ場合多く450内外が普通で安全に見積れば400練である。

第75圖 ~ 第78圖は混合機1臺1日400練するものと見做して圖表化したものである、夫故に練數が變れば自ら圖表にも變化を來すものである。

以上と同じ理由に基き2線分積悪道路用自動車に於ては

$$Y = 2N \left(\frac{300}{5d + 3} \right)$$

$$Y = 5N \left(\frac{300}{5d+7} \right)$$

$$Y = N \left(\frac{150}{2d+1} \right)$$

である。

工事現場に於て各自貨物自動車の働く時間 (Time each truck will Work given Job.)

今假りに第79圖の如き延長16哩の鋪裝工を施工するに際し材料供給設備された所がニヶ所あつて其最大運搬距離が夫々の方向に4哩であつたとする。斯様の場合には圖表を見ると明かであるが2練分積高速貨物自動車を採用すると最初運搬距離が極短い間は3臺あれば充分である、此3臺は4哩間の鋪裝が完了する迄遊ぶことなしに就業せねばならぬ而して4哩間の鋪裝は圖表の工程に従ふと24日間かゝるのである、夫故に3臺丈は4哩1區間に就き24日間宛4區間全道程16哩を鋪裝完了する迄に96日間就業することに成る。

同一理由にて4臺目の自動車は鋪裝 $\frac{1}{2}$ 哩程に達すると追加せねばならぬ故に84日間就業することになる、而して哩程1哩以上2哩間にて更に2臺を追加せねばならぬ故に5臺目のものは72日間6臺目のものは60日間就業することになる、斯様に第7臺目は48日間第8臺目は36日間夫々就業せねばならぬ。

以上は混合機が1時間40練で1哩の鋪裝に大約6日間を費すと見做し工事中支障なく本工程を持續するものとしての計算である。

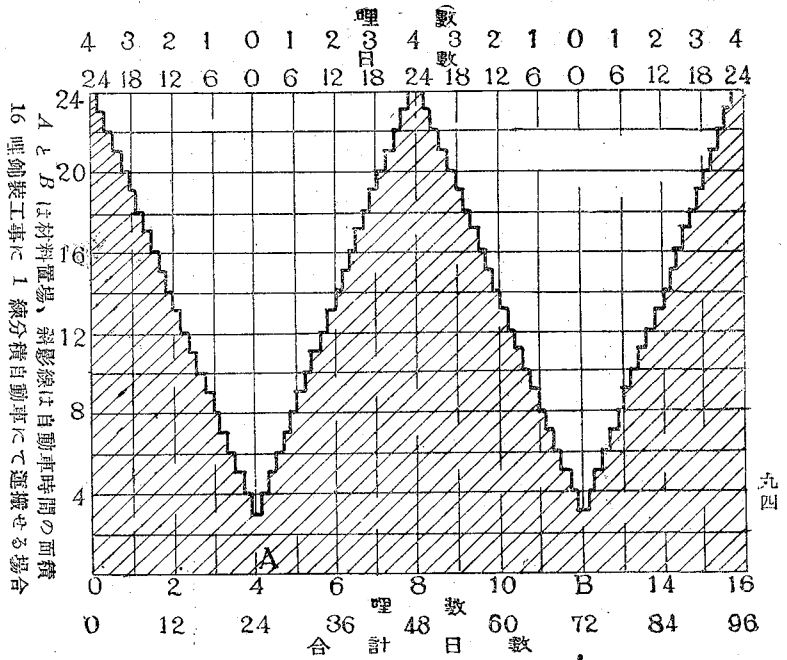
最後に問題と成る自動車は哩程3～4哩間に追加す可き2臺の貨物自動車である。

此2臺を追加せずに工事を施工すれば混合機の能率は3哩の初めに100%であつたものが4哩の終りには80%に低下せねばならぬ。若しも是等最後の2臺を追加せぬとすれば勞金、諸設備機關の運轉費及價值の低下、諸制當金、等の費用の失費が平均1日の工費の10%即ち大約40圓を超過しては成らぬ、而して2臺追加すれば4哩24日間にて仕上げ得るものが追加せざる場合には26.6日を費す事に成るので毎日100%の工費を費し90%の工程能率を擧げるため毎日40圓宛の損失と成る、日數26.6日間續く故に大約1,000圓の損失を來す事に成るのである

最後に必要なる貨物自動車を購入せる場合の經濟的影響 (Effect of purchasing last-needed truck)

今若しも1臺を購入したとすれば勞金、運轉費、價值低下及諸制當金の失費が、12.6日間平均5% (約20圓) 節約し得ることに成る、即ち大約250圓の節約である。第79圖の哩程にては750圓を節約することに成る、而し

機車自動車の數



第 79 圖

ト貨物自動車 1 臺購入して一年間遊ばす費用は約 500 圓であるから純利益は 250 圓となる、然し第 10 臺目の自動車を購入する場合には失費節約は 250 圓であるから 500 圓の遊車費を差引くと結局 250 圓の損失を來す譯である。

貨物自動車の保證し得る價值 (Insurence Value of trucks)

以上の問題を簡単に考えると第 9 臺目は當然購入す可きで第 10 臺目は購入す可らざるものなりとは明かであるが實際の事實は左様に簡單ではないのである、即ち各自の自動車が理論通りに 100% 能率を擧げ得る場合は甚だ稀有である。若し第 79 圖の工事に於て 8 臺丈設備する時は少くとも 48 日間は緊急非常時又は混合機能率には影響せぬ程度の各自動車の故障ではあるが是非豫備車臺は必要であると經驗上信せられおるもの等に對する豫備車が全然缺けることに成るのである。亦若し第 9 臺目を購入すれば豫備車の缺除する日数は 24 日間に減少するのである、而して此第 9 臺目自動車は自己標轉により充分純益を齎らすものであるから當然購入設備さる可きであるが第 10 臺目は採算上純益はないのであるが種々なる條件より考察すれば設備されある方が豫期せぬ原因による更に大なる損失を來さぬ保證と成つて良いのである。

結 論 (Final conclusion)

道路鋪裝工事の如き性質の工場に於ては一般的最大運搬距離即ち普通の道路鋪裝工區域に遭遇す可き經濟的最大の運搬距離に於て混合機能率を十分に發揮し得る丈の貨物自動車を設備することが得策である。

而して最大距離に達した短期間のみは特別に運搬系統の諸機械が全能率を發揮し得る様に特に細心の注意を拂ひ經營すると先づ最良の工事工程能率を擧げ得るものと見做して良い。