討　議

土木學會誌　第十七卷第八號　昭和六年八月

操車場に於ける貨車滯留時間に就て

（第十七卷第三號及び第七號所載）

會員　工學士　古　藤　猛　哉

操車場に於ける貨車滯留時間に就ては，之れを算式に表はしたものを歐米の書物にも餘り見受けないが，實際には常に云々される大切な問題である。會員工學士後藤宇太郎君は本會誌第十七卷第三號に於て巧妙なる算式を表示せられ，之れに詳細なる說明と例題とを附せられたので，記者は多大の興味を以て拜見した次第である。該問題は餘りに條件多く關係する處も亦頗る廣汎であるが故に，之れを算式に表はすには又多くの假定を要する事となり，從つて之れを公式として纒める事に多大の困難と勞苦とを要するものである。しかも假定が多ければ多い程，多大の經驗と實驗とを要する事となり，又從つて其處に異論の起るのは當然である。

要は假定が合理的であつて，且つ算式に纒り得る樣な都合良きものであると云ふ事が，假定を置く上に大切である。著者の此の複雜なる問題に對して，假定を最も適當に取扱ひ問題を單純化して，遂に其の目的を達したるの勞苦と，克く其の困難に勝ち得たる巧妙さとに對しては，玆に特に敬意を表する次第である。近頃討議を求められたるが故に，玆に聊か御高敎を仰ぎたいと欲するものである。

I.　方向仕譯線中に於ける貨車の滯留時間

207～210頁公式(2),(4)及び210～211頁「方向仕譯線の延長」に對する公式(5)は凡て合理的で正しきものと首肯する事が出來る。只1日を24時間とした事に多少の疑がある。獨逸では1日の操車時間を最長20時間以內として居る樣である。又操車場によりては，1日の內或る一定時間內に限り操車作業の密集する處もあるべく，此の故に

$$t_f=\frac{12}{N}(N_0+N_i)-t_e \qquad \cdots\cdots(4)$$

は

$$t_f=\frac{T}{2N}(N_0+N_i)-t_e \qquad \cdots\cdots(4')$$

となり

$$L=klN\left(\frac{t_e+t_f}{12}-\frac{1}{Z}\right) \qquad \cdots\cdots(5)$$

は

$$L=klN\left\{\frac{2(t_e+t_f)}{T}-\frac{1}{Z}\right\}\quad\cdots\cdots(5')$$

となる。

仕譯線が上下列車に對し各1個宛ある時は

$$t_f=\frac{T}{N}(N_0+N_l)-t_e\quad\cdots\cdots(4_0')$$

$$L=klN\left\{\frac{(t_e+t_f)}{T}-\frac{1}{Z}\right\}\quad\cdots\cdots(5_0')$$

となす方が良くはあるまいか。玆に T は1日中の操車時間を示したるものである。又 T が1日中2回3回に別れる場合は

$$T=T_\alpha+T_\beta+T_\gamma$$

として考ふるも差支なし。此の如くして兎に角 (4) と (4'), (5) と (5') とは結果に於て差異あるべきものであるが，之れは原著に於て假りに1日を24時間と考へてなせるものとすれば其の理論に錯誤ありとは考へられぬ。筆者の不審とせる處は公式 (4) の運用に就てゞある。

著者は例題に於て公式 (4) に於ける N を單に到着貨車總數として取扱つて居られる。不審と云ふは此の點である。

N は算式を辿つて見ると $N=N_lZ$ である。又 $T/Z-t_e=m_0$ とすれば

$$Z=\frac{T}{m_0+t_e}$$

故に

$$N=\frac{TN_l}{m_0+t_e}\quad\cdots\cdots(4'')$$

上下列車に對し各1個宛の仕譯線ありとすれば

$$N=\frac{2TN_l}{m_0+t_e}\quad\cdots\cdots(4_0'')$$

斯の如くして兎も角 N の値は飽く迄算出數量でなければならぬ。單なる到着實數量ではない操車し得る算出數量である。即ち1操車場にありて特有なる m_0, t_e 及び N_l の適當なる値に依りて，算出される數量である。從つて m_0 及び t_e の最少限度の値と N_l の最大限度の値に依り算出されたる値は，N の最大限度であると云ふ制限が附せられる譯である。即ち

$$N'<\frac{TN_l^0}{(m_0^0+t_e^0)}=N^0$$

でなければならぬ。玆に N' は到着貨車總數で，m_0^0, t_e^0 及び N_l^0 は m_0, t_e 及び N_l の極限値を示し，其の値は操車場の配線形態及び操車作業の狀態に依り定まるものである。換言すれば配線狀態及び操車作業の狀態に依り，操車能力に差異を生ずる事を示して居るものである。m_0 は仕譯作業終りてより次回の仕譯作業開始に至る迄の時間で，$m_0=3$分$=0.05$時間と云ふ例を聞いた事もあるが，之れは主に配線狀態に依るから各所特有のものである，$m_0=5$分$=0.083$

時間を m_0 の最少限度とするのが普通らしい。又 t_e の最少限度の値も，種々關係を有するものである，操車法をハンプと假定しても，ハンプの高さ，勾配，線路の結合數及びハンプと線群との距離等に關係するが，主としては 1 回操車の切離數に關係する。玆には公式に切離數の關係がないから t_e^0 を N_l に關係するものとする，之れは此の公式として止むを得ないと考へる。而して N_l の値は仕譯線の長さに關係する。又仕譯線の長さも長きものは，例へば空車多き場合の如き 75 車を連結せるものも稀にあるが，普通 1 回操車の標準としては 50 車の樣である。而して $N_l=50$ 車に對し晝夜平均 $t_e=18$分$=0.30$ 時間と云ふ事は，ハンプの狀態にも依るが先づ t_e の最少限度であると思ふ。

兎に角 1 日の到着總車數 N' は m_0, t_e 及び N_l の値から算出されたる算出操車總數 N を超過せざる限りに於て，公式 (4) 及び (5) は理論上成立するのである。故に公式 (4) 及び (5) の N の値を m_0, t_e 及び N 等に關係なく單に 1 日の到着總車數とする事は理論上不合理ではないか。之れを式に依りて說明すれば次の如くである。

公式 (4) に於ける N を到着車總數とすれば

$$t_f=\frac{T}{2N'}(N_0+N_l)-t_e \quad \cdots\cdots (a)$$

となり，又 N を算出操車總數とすれば (4′) から

$$t_f=\frac{m_0}{2}\left(\frac{N_0}{N_l}+1\right)+\frac{t_e}{2}\left(\frac{N_0}{N_l}-1\right) \quad \cdots\cdots (b)$$

となる。而して (b) 式中 (N_0-N) は常に正數である。

其處で若し N の値が算出操車總數なれば，(b) 式にありては t_f の値の增減は N_l の値の增減に逆比例し，t_e の値の增減と伴ふものである。而して之れは實際の作業上明かに正しきものである。然るに (a) 式を見るに，N' の値が算出操車總數と何等關係なければ，t_f の値の增減は N_l の値の增減と伴ひ，t_eの値の增減と逆比例すると云ふ不合理な形として顯はれて居る。

公式 (5) も (4) と同じ關係にある，即ち N は (4″) 式から算出されたものでなければならぬ。決して算出操車總數に關係なき單なる到着車總數ではないのである。故に (5) 式に依りて L を算出するに先立ち，算出操車總數 N の値を輸送上の必要から要求さるゝ N' の値と一致せしむる爲，(4″) 式に依りて m_0, t_e, N_l 及び T の値を適當に推定せねばならぬ。而して m_0, t_e, N_l 及び T の値を適當に推定する事は，即ち操車場線群配置及び仕譯線の延長に對する設計であらねばならぬ。(5) 式に於ける t_f も又隨意に之れを定むる事を許されぬもので，(4″) 式から N' に適應する m_0, t_e, N_l 及び T の値が推定せられたなら，次に到着列車及び出發列車のダイヤを適當に假想して N_0 及び Z を推定し，(4) 式に依り t_f を算出して，然る後 L の値を定むべ

きである事は論を俟たざる處である。

今 213〜214 頁に示されたる例題に就て見るに

（1） 田 端 操 車 場

原著の數字に依り (m_0+t_e) の値を (4′) 式から求むる時は

$$m_0+t_e=\frac{24\times 32}{2\,225}=0.345 \text{ 時間}$$

玆に t_e の値を原著に從ひ 0.33 とすれば

$$m_0=0.015 \text{ 時間} = 0.9 \text{ 分}$$

m の 0.9 分は餘りに極端である，作業實行不可能である。此の點から見て原著 $t_f=2.15$ 時間は公式 (4) の適用を誤つて居るまいか。公式 (4) の正しき適用は下の如きであると思ふ。

t の値を算出するには先づ N, N_l, m_0 及び t_e の値をチエックする爲 (4″) 式を採るの要がある。而して (4″) 式の m_0 に最少限度の値を與へ $m_0=0.083$ 時間とし，N を算出操車總數とし，其の値が 2 225 車である爲には N 及び t_e を如何なる値にすれば適當なるやを (4″) 式から見出すべきである。卽ち

$$2\,225=\frac{24\,N_l}{0.083+t_e}$$

に於て，若し $N_l=32$ とすれば $t_e=0.345-0.083=0.262$ 時間 $=15.72$ 分となる。原著に於ては 32 車の 1 回操車時間を 20 分，0.33 時間として居る。若し $t_e=0.262$ 時間なれば，此の時間内に適應する N_l を求めざるべからず。之れを比例から求むれば N_l の數は 32 車以下となるべし，然る時は (4″) 式から $N=2\,225$ を得る事が不可能となる。

此處に於てか m_0, t_e 及び N_l に種々な適應數を置き，$N=2\,225$ となる樣に數度の驗算を爲さゞるべからず。されども玆には實際問題にあらずして，公式適用の一例を示すに過ぎざるが故に總てを假想する事とせん。

1 回操車數が其の當時 32 車より多くであつたかも知れぬとして，それに對する驗算を省き，又 N_l の値 50 車以下の時は $t_e=0.33$ で操車出來ると假定すれば，公式 (4″) から

$$N_l=\frac{2\,225\times(0.083+0.33)}{24}=38.3=39 \text{ 車}$$

故に

$$t_f=\frac{12}{2\,225}(428+39)-0.33=2.19 \text{ 時間}$$

となる。

以上は 1 日の操車時間を實は 24 時間と假定せる公式を使用したものである。然るに上述の如く，1 日の操車時間は實續に於て 20 時間を超ゆること能はざるものとすれば，多忙なる田端操車場に最大の操車時間 20 時間を假定し，(4″) 式から $N_l=32$ とし t を算すると

$$t_e=\frac{20\times32}{2\,225}-0.083=0.205\text{ 時間}$$

t_e の値0.25以下では不可能と考へらるゝを以て用ふる能はず。故に $t_e=0.33$ として N_t を (4'') 式に依り算出すると

$$N_t=\frac{2\,225\times(0.083+0.33)}{20}=46\text{ 車}$$

夫れ故に ($N_t=32$ 車を 46 車と變更すれば，前驛の操車にも又 t_f にも變化を來すが，此處には之れを略す)

$$t_f=\frac{10}{2\,225}\times(428+46)-0.33=1.8\text{ 時間}$$

大正 7 年 8 月の實績に就き計算すれば次の如し。

$N_t=32$ とすれば

$$t_e=\frac{20\times32}{2\,100}-0.083=0.222\text{ 時間}$$

t_e の値が不可能である故に，$t_e=0.33$ とすれば

$$N_t=\frac{2\,100\times(0.083+0.33)}{20}=44\text{ 車}$$

夫れ故に

$$t_f=\frac{10}{2\,100}\times(428+44)-0.33=1.918\text{ 時間}$$

（2） **大宮操車場**

大宮操車場には上下列車に對し各別に方向仕譯線が設備せられて居る故に，一つの方向仕譯線に於て到着總車輛數の約半數を操車すれば足ると假定する，從つて方向別毎の仕立列車各 1 回分の貨車合計數も其の全部の約半數と見る可きである。原著例題に於て全數を一つの方向仕譯線に其の儘適用して居るのは思ひ違ひではないかと考へる。故に此處には一つの方向仕譯線に於て N 及び N_0 を其の全數の 1/2 と見て計算する事とする，又 1 日の操車時間を 20 時間と見做す。現狀の操車總數 2 300 車に對しては，今 m_0 を (4'') 式から算出すると

$$m_0=\frac{20\times38}{\frac{1}{2}\times2\,300}-0.3=0.361\text{ 時間}$$

充分である故に (4') 式から

$$t_f=\frac{\frac{1}{2}\times20}{\frac{1}{2}\times2\,300}\times\left(\frac{1}{2}\times988+38\right)-0.3=4.33\text{ 時間}$$

計畫數 4 000 車とすれば

$$m_0=\frac{20\times38}{\frac{1}{2}\times4\,000}-0.3=0.08\text{ 時間}$$

$m_0=0.083$ が最少限度であるに對し算出されたるものが 0.08 で，其の差は極めて僅かである

大宮操車場にありて，多忙の時期に至れば不可能にあらざるを思ふ故に，$m_0=0.08$ は不合理數にあらずとすれば

$$t_f=\frac{\frac{1}{2}\times 20}{\frac{1}{2}\times 4\,000}\times\left(\frac{1}{2}\times 988+38\right)-0.3=2.36 \text{ 時間}$$

若し $m_0=0.08$ を不合理數なりとすれば，$m_0=0.083$ とし N_t を算出すると

$$N_t=38.3=39 \text{ 車}$$

$$t_f=\frac{\frac{1}{2}\times 20}{\frac{1}{2}\times 4\,000}\times\left(\frac{1}{2}\times 988+39\right)-0.3=2.365 \text{ 時間}$$

兩者に於ける t_f の値には大差なし，只 1 回の操車々數を 1 車增加すれば足る。

又 1 日の操車時間を 12 時間とすれば，操車總數 2 300 車に對し公式 $(4_0'')$ から

$$m_0=\frac{12\times 38}{\frac{1}{2}\times 2\,300}-0.3=0.097 \text{ 時間}$$

m_0 の値が合理であるから t_f を (4′) 式から求むれば

$$t_f=\frac{\frac{1}{2}\times 12}{\frac{1}{2}\times 2\,300}\times\left(\frac{1}{2}\times 988+38\right)-0.3=2.476 \text{ 時間}$$

若し m_0 に極限數 0.083 を與ふれば

$$N_t=\frac{\frac{1}{2}\times 2\,300\times(0.083+0.3)}{12}=36.7=37 \text{ 車}$$

$$t_f=\frac{\frac{1}{2}\times 12}{\frac{1}{2}\times 2\,300}\times\left(\frac{1}{2}\times 988+37\right)-0.3=2.47 \text{ 時間}$$

II. 貨車の滞留時間より見たる操車場形式の比較

211～213 頁「貨車の滞留時間より見たる操車場形式の比較」に就て考ふるには，先づ 212 頁の公式 (8) の形を説明の便宜上變へて見たいと思ふ。

今 M を一日中に到着する貨車總數とする時は

$$M=N+N'$$

である。然る時は

$$(M-N')T_A+N'T_0\leqq MT_B$$

なる場合に A 型が B 型より有利である。上式に於て $p=N'/M$ と置けば

$$p\geqq\frac{T_A-T_B}{T_A-T_0}\qquad\text{(A)}$$

なる場合に A 型が有利である。

玆に p の意味を考ふるに

Z_e：1 日中の到着列車回數

N_e：到着列車の牽引貨車數（1 個列車當平均）

とすれば

$$\frac{N'}{Z_e}=1\ \text{個到着列車中にある平均通過集結車數}$$

である故に

$$\frac{N'}{Z_e}\Big/N_e=\frac{N'}{M}=1\ \text{個到着列車牽引貨車數に對する通過集結車數の割合}$$

となる。卽ち p の値は 1 個列車中にある通過集結車數の割合を意味するものである。（方向仕譯線に送るを要せずして到着線より直ちに出發線に通過せしむるを可とする集結車を通過集結車と略稱する事とす）。

(4) 式に於て T_A 及び (T_A-T_B) の値を原著の如くし分母分子に M を乘ずれば，原著 (6) 式に似たる p の一次式が得られる。其の (6) 式と異なる所は，(6) 式の N が總て M と代り，又分母に於て (6) 式の $N(T_e'+T_a'-T_0)$ である代りに $M(T_e+T_a-T_0)$ となる，之れを (6′) 式とす。尙原著に於て 1 日中の操車時間を 24 時間とせる代りに (6′) 式に於ては之れを T 時間となす。

原著に於て

$$\frac{N_0}{N_0'}=\frac{N}{N+N'}=\frac{1}{1+p}$$

なるに依り

$$N_0'=(1+p)N_0$$

とせるが，本文に於ては

$$\frac{N_0}{N_0'}=\frac{M-N'}{M}=1-p$$

なるに依り

$$N_0=N_0'(1-p)$$

と爲す。

さて $N_i=N_i'$，$T_s=T_s'$，$T_a=T_a'$ と假定し，之れを (6′) 式に適用すれば

$$p\geqq\frac{M\{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')\}}{M(T_e+T_a-T_0)+TN_0'/2}\quad\cdots\cdots(8')$$

仕譯線 2 個あれば

$$p\geqq\frac{\frac{1}{2}M\{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')\}}{\frac{1}{2}M(T_e+T_a-T_0)+TN_0'/4}\quad\cdots\cdots(8'')$$

卽ち

$$p\geqq\left\{\frac{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')}{(T_e+T_a)-(T_0-[TN_0'/2M])}=p_0\right\}\quad\cdots\cdots(9)$$

となる。(9) 式は仕譯線の個數に關係なし。

今　　D：仕立列車の方向別數

S：1方向に於ける平均仕立列車回數

（自驛貨物線，中繼線への引出し等をも方向別數に入れるとする）

とし，又 $T/S=T_m$ とすれば，T_m は仕立列車の1方向に於ける列車間隔の平均時間である。

之れは場合に依りては1方向に於ける出發列車間隔の平均時間と見做すも良し，或ひは又方向仕譯線より自驛貨物線及び中繼線を含む各方向別の平均1方向へ貨車群引出し時間々隔の平均時間と見做すも差支ない譯である。

今出發列車の平均牽引車數を到着列車の平均牽引車數と同數であると假定すれば

$$N_0'=N_eD,\qquad M=N_eDS$$

なるが故に

$$\frac{1}{2}\frac{TN_0'}{M}=\frac{1}{2}\frac{T}{S}=\frac{1}{2}T_m$$

となる。之れを(9)式に適用すれば

$$p \geqq \left\{\frac{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')}{(T_e+T_a)-(T_0-T_m/2)}=p_0\right\} \qquad \cdots\cdots(10)$$

を得。而して(10)式は單純に時間の關係式である，式中通過集結車數 N' の値の變化に依り變ずる變數は p_0, (T_e+T_a), T_0 にして，N' の値の變化に對し不變の數卽ち恒數は $(T_e'+T_a')$, $T_m/2$ である。

到着1個列車の全車が通過集結車であれば，$p=1$ で之れは p の最大値である。此の如き列車は實は操車場に立寄らずして通過すべきものであるが，(10)式は p の極限値として $p=1$ の如き列車も操車場に立寄るものとする假定である。そこで p が常に1より少なる爲には(10)式に於て

$$(T_0-T_m/2)<(T_e'+T_a')$$

でなければならぬ。從つて

$$T_0<(T_e'+T_a'+T_m/2)$$

而して T_0 の最大極限値として

$$T_0=(T_e'+T_a'+T_m/2)$$

となるのである，T_0 の最大極限値を(10)式に適用すれば $p_0=1$ となり p の最大値を與へる。

卽ち(10)式に依れば T_0 は p_0 と正變する變數である。又(10)式に於て p_0 は正數ならざるべからず，之れが爲には常に $(T_e+T_a)>(T_e'+T_a')$ でなければならぬ。而して到着1個列車中に通過集結車が全然なき時は，p の最少極限値として $p=0$ である，然る時は (T_e+T_a) の最少極限値は

$$(T_e+T_a)=(T_e'+T_a')$$

となる。卽ち (T_e+T_a) は p_0 と正變する變數である。此の如くして (T_e+T_a) 及び T_0 の値が

p の値と正變するものでなければ,公式 (10) は成立せざるものである。然るに操車作業の上から $p, (T_e+T_a)$ 及び T_0 の3變數の關係を考ふるに,公式 (10) の關係とは一致せざる事となる。

茲に原著206頁 T_e' 及び T_a' の分解例に倣ひ,操車作業の上から見たる變數 p, T_e, T_a 及び T_0 の性質を分解して,其の差異を明かにしたいと思ふ。

(1) A 型操車場に於て列車到着後方向仕譯開始までの時間 T_e

之れを細分すれば

(a_0) 列車到着後牽引機解放,車體檢査,車號記帳,入換機連結を終る迄の時間 (t_a^0)

之れは B 型操車場の場合と同じである故に $(t_a^0)=(t_a)$

(a_1) 通過集結車を列車から分離する操車に要する時間 (t_a')

分離操車は仕譯操車より作業上割合に多くの時間を要するものである,殊に仕譯線にはハンプを用ふるを常とするが,到着線に於ける分離操車に對しハンプを設備する事は不可能であるから,分離操車の作業は仕譯操車に比し,更に相當多くの時間を要する事となるべし。

(a_2) 續行到着列車待合せの時間 (t_a'')

公式 (10) に於て [公式 (8) も同樣] $N_l=N_l'$ の假定がある,之れは1個列車中通過集結車を分離せる殘車は,他の到着列車より補充車を得るにあらざれば入換線に送る能はずと云ふ假定である。從つて此の待合せの爲餘分の到着線も入用となる。

(a_3) 通過集結車を分離せる2個以上の列車の殘車連結操車に要する時間 (t_a''')

(b) 待合線 (有れば) に引上ぐる時間 (t_b^0)

(c) 待合線 (有れば) に待合はす時間 (t_c^0)

(d) 入換線に引上ぐる時間 (t_d^0)

$(t_b^0), (t_c^0), (t_d^0)$ は夫々 B 型操車場の場合と同じである故に, $(t_b^0)=(t_b), (t_c^0)=(t_c), (t_d^0)=(t_d)$ である。

以上を綜合すれば $T_e=T_e'+t_a'+t_a''+t_a'''$ である。且つ A 型は (a_1) 及び (a_3) の操車作業の爲,列車の到着に支障するの虞れがある。若し列車の到着に支障なからしめん爲には,操車作業を遲滯せしむるの虞れがある。或は若し兩者に支障なからしめんとせば,餘分の引出し線を設くる等の要も生ずるに至り,配線に複雜を來すに到るべし。

又1個列車の通過集結車數多き時は p の値は增加し殘車數は減少するが故に, p の値の增加するに從ひ殘車數は3個以上の列車の殘車を連結するにあらざれば,1回分の仕譯車數に達するに至らざるべし。斯くの如くして p の値の增加に伴ひ,後着列車を待合はせる時間の增加となり,又殘車連結作業の回數を多くし,結局 (t_a'') を增加するに至る,即ち T_e の値は p の値と正變するものである。

(2)　A 型操車場に於て，仕譯線に仕譯せられ配列せる車輛にして，1 個列車の數に達せるものを組成し出發線より發車せしむる場合は，之れに要する時間は T_a' と同じである。然れども通過集結車に補充連結せらるゝ場合，之れを組成して出發線に待合はせ居る通過集結車に補充連結せられ出發する迄の時間，之れを T_a とす。

T_a を細分すれば

(g_0)　通過集結車を 1 列車分に組成する爲要する補充車に 2 輛の緩急車を附し，仕譯線より出發線へ引上ぐるに要する時間 (t_g^0)，之れは B 型操車場の場合と同じである。

故に $(t_g^0)=(t_g)$

(g_1)　補充車を出發線に於て通過集結車に連結，緩急車連結操車に要する時間 (t_g')

緩急車の連結は，之れを出發線に於て爲す時は仕譯線に於て爲すより面倒である，從つて多少手間取るものである。且つ之れが爲餘分の出發線と引出線を要するに至る，然らざれば他の出發列車に支障を來す可きである。

(h)　入換機解放，牽引機連結，出發準備完了迄の時間 (t_h^0)

(i)　出發線に發車時刻を待合はす時間 (t_i^0)

(t_h^0) 及び (t_i^0) は夫々 B 型操車場の場合と同じである，故に $(t_h^0)=(t_h),(t_i^0)=(t_i)$ である。

以上を綜合するに $T_a=T_a'+t_g'$ である。而して A 型は (g_1) の操車の爲，B 型に比し餘分の線路と時間とを要するものである。但し T_a の値は p の値の增減に支配さるゝ事なし。

(3)　次に通過集結車が列車に連結せられ，A 型操車場に到着し，補充車を連結して出發する迄の時間 T_0 を考ふるに，三つの場合がある。而して又其の三つの場合を混合せる場合がある。

(T_0')　2 個以上の到着列車の通過集結車を以て 1 個列車を組成する場合

(T_0'')　豫め補充車を出發線に配列し，到着集結車を出發線に直通し，之れを連結して 1 個列車を組成する場合

(T_0''')　通過集結車を出發線に直通し，然る後補充車を仕譯線より廻送連結して 1 個列車を組成する場合

i.)　T_0' を細分すれば

(a)　は (t_a) である

(b)　は (t_a') である

(c)　分離されたる通過集結車を到着線より出發線に引上ぐる時間 (t_1)

(d)　後着列車の同方向行通過集結車が出發線に廻送さるゝ迄待合はす時間 (t_2)

(e)　數列車の同方行通過集結車數を合して 1 列車分に達したる時，之れを出發線に於て列車に組成し，仕譯線にある緩急車を出發線に廻送し（出發線には緩急車線なき故，豫め

緩急車を出發線に廻送し置く能はず），緩急車を列車の前後に連結するに要する時間 (t_3)

(*f*) は (t_h) である

(*g*) は (t_i) である

ii.) T_0'' を細分すれば

(*a*) は (t_a) である

(*b*) は (t_a') である

(*c*) は (t_1) である

(*d*) 出發線に於て通過集結車を補充車に連結し，列車に組成し，緩急車（緩急車は豫め補充車に連結廻送され居るものとす）を其の前後に配置連結するに要する時間 (t_4)

(*e*) は (t_h) である

(*f*) は (t_i) である

iii.) T_0''' を細分すれば

(*a*) は (t_a) である

(*b*) は (t_a') である

(*c*) は (t_1) である

(*d*) は $(t_g^0)=(t_g)$ である

(*e*) は (t_g') である

(*f*) は (t_h) である

(*g*) は (t_i) である

以上を綜合するに，T_0'' の場合は豫め補充車數を定むる事が困難であるから，實行し難き場合である。

T_0' 及び T_0''' の場合は，實際に起り得べき場合であるが，多くは兩者の混合の場合であらう，即ち1列車中通過集結車多き時は T_0''' の場合となり，少なき時は T_0' と T_0''' との混合の場合となるべきである。若し通過集結車少なき時 T_0''' の場合を採用するとせば，極端に云へば，T_0 は B 型操車時間 $(T_e'+T_d'+T_r+AT_s+BT_u)$ に近き値となるべきである(而も集結車の扱ひ丈け餘分の手數がある)。T_0' の場合に於ては，p の値が小さき時は (t_3) の値が大きくなり，(T_e+T_a) の値が小さくなる。そこで p の値が增大するに從ひ (t_3) の値が漸次減少し來り，從つて T_0' の値も之れに伴ひ減少するに至り，(T_e+T_a) の値が［N が大きくなれば送車數少なくなりて (t_a'') が增大するに至るが故に］增大すべき理屈である，故に p の値が大なれば T_0 の値は T_0''' の値となり小さくなる，而して p の値が減少するに從ひ T_0 の値は T_0' と T_0''' との混合の値に變じ，T_0 は漸次其の値を增加し，遂に其の最大極限値となるに及んで B 型操車時間と等しくなるに至り $(T_e+T_a)=(T_e'+T_a')$ となる。

操車作業の上から分解したる3變數

p, (T_e+T_a) 及び T_0 の關係は上述の如くである。而して變數 (T_e+T_a) 及び T_0 の値は p の値に應じて之れを數理的に取扱ふ事は困難であるが，此の作業上の關係を公式 (8) に假定せられあらざるが故に，同式である公式 (10) に於ても作業上の關係に適合せざる結果を生ずるのである。

即ち公式(10)に於ては，p が T_0 と正變すると云ふ條件のもとに成立して居る，若し p が T_0 と逆變する時は公式(10)は成立せざるものである。換言すれば p が T_0 と正變する時，p の値が公式 (10) を滿足せしむれば A 型は B 型に優るのである。然るに實際の作業は上述の如く p が T_0 と逆變すべき狀態にあるから，實狀は公式 (10) 及び其の同式たる (8) と伴はざるものである。即ち該公式は實狀に適せずと云ふべきか，或は又公式に適せざる實狀なる以上 A 型は B 型に劣ると斷ずべきか，何れにしても公式 (8) 及び其の同式たる (10) は尚研究を要すべきものと考へる。

原著大宮操車場の例を見るに

$$N' = 344 \text{ 車}$$

$$M = N + N' = 2\,300 + 344 = 2\,644 \text{ 車}$$

$$p = N'/M = 1/7.7$$

$$N_0 = 988 \text{ 車}$$

故に

$$N_0' = N_0/(1-p) = 1\,135 \text{ 車}$$

$$T = 24 \text{ 時間}$$

故に　$$T_m = TN_0'/M = 10.3 \text{ 時間}$$

然る時は公式(10)から

$$p \geqq \left\{ \frac{(0.5+0.9)-(0.2+0.9)}{0.5+0.9-0.5+\dfrac{10.3}{2}} = \frac{1}{20.2} \right\}$$

到着1列車平均38車連結とすれば

$$1 \text{ 列車中の集結車數} = 38 \times 1/20.2 = 1.9 \text{車}$$

1 列車中2車の集結車あれば，A 型が B 型より有利なりと云ふ事である。到着1列車平均50車連結とするも，3車の集結車あれば A 型が B 型に優ると云ふ結果である。之れでは大宮操車場に限らず總て操車場には，特に仕譯線を設くるを不利とすと云ふ結論になるまいか。

どうも大宮操車場に於ける記載數量には筆者の腑に落ちない點が多い樣である。公式(10)に於て A 型をして B 型に優らしめん爲には，p_0 をなるべく小さくするに限る。p_0 を小さくする爲には，公式の分子をなるべく小さくして，分母をなるべく大きくすべきである。

即ち　$\{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')\}$ をなるべく小さくし，

$\{(T_e+T_a)-T_0+T_m/2\}$ をなるべく大きくすべきである。大宮操車場に於ける記載數量がどうも只 p_0 を小ならしむるに都合よき數量である樣に見える。即ち上述の作業の上から見て $\{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')\}=0.3$ 時間$=18$ 分であるのも，餘りに其の差が少ない樣に思はれる。筆者の推算からすれば，其の差が少くも 0.66 時間$=40$ 分程度と考へられる。然し p_0 の値が少量であるから (T_e+T_a) の値が小なりとすれば，之れも良いとして，p_0 の値の少量なる時は T_0 の値が大きい筈であるにかゝはらず T_0 の値は僅に 0.5 時間$=30$ 分である。之れは誠に考へさせられるのである。筆者の推算からは p_0 の値が 1/2 以下なれば良い條件のもとに於ても $T_0=0.8$ 時間$=50$分程度以上のものと思はれる，然しながら$\{(T_e+T_a)-(T_e'+T_a')\}$ の値や T_0 の値は實測數なりとの事であるから，之れに對し如何とも抗議する事は出來ないが，T_m の値に對しては餘りに過大にして信ずる事能はざる樣に思ふ。原著に於て $N_0=988$ 車としてあるから $N_0'=1\,135$ 車となる，然るに大宮操車場の出發方向別數は 4 方向である，其の內 2 方向が更に 2 方向に分かれるものとするも 6 方向である，之れに自驛貨物線行と中繼線行とを加へるも合計 8 方向である。各方向行 1 列車の平均車數を 38 車とすれば $N_0'=8\times38=304$ 車となる，1 列車平均車數を 50 車とするも $N_0'=8\times50=400$ 車である。若し $N_0'=1\,135$ 車とすれば方向別數は 30〜23 方向である，假りに $N_0'=988$ としても 26〜20 方向である，之れは餘りに過大ではあるまいか。此の上 1 日中の操車時間 T を 24 時間として居る。大宮操車場將來の計畫 4 000 車の操車としても $T=20$ 時間以內であるべきに，現在 2 300 車 ($M-N'=2\,300$ 車としてあるけれども) 程度の操車に對しては，T は 12〜15 時間で充分ならんと思ふ。之れを 24 時間としてあるから T_m の値は驚くべき大量となつて，其の結果 p_0 が極めて少なく算出されたものであると思ふ。$T_m=10.3$ 時間と云ふ事は，1 方向に對する出發列車の間隔時間が 10.3 時間である事を意味するから，1 方向の平均列車回數が 1 日 2 回である。而して其の方向數が 30 あると云ふ事は，大宮操車場の現狀に對して信ずる事能はざるものである。故に T_e', T_a', T_e, T_a 及び T_0 等實測數は原著の儘とするも，N_0' 及び T の値を推算し $N_0'=304$ 車, $T=14$ 時間とすれば

$$T_m=\frac{TN_0'}{M}=\frac{14\times304}{2\,644}=1.61\ \text{時間}=1\ \text{時間}\ 37\ \text{分}$$

若し $N_0'=6\,(\text{方向})\times38=228$ 車, $T=12$ 時間とすれば

$$T_m=\frac{12\times228}{2\,644}=1.035\ \text{時間}=1\ \text{時間}\ 2\ \text{分}$$

となる。今 $T_m=1.61$ 時間とするも公式 (10) から

$$p_0=\frac{(0.5+0.9)-(0.2+0.9)}{0.5+0.9-0.5+1/2\times1.61}=\frac{1}{5.68}$$

即ち $p<p_0$ となり，A 型は B 型に劣る事になる，公式 (8) からも同じ結果を得べし。

畢竟するに此の問題に關する條件及び假定は餘りに複雜であるが爲，公式 (8) 若しくは公式 (10) には完全に其の假定及び條件の全部を取り入れる事能はざりし憾がある。又 T_s, T_a 及び T_0 の合理的數量を觀測する事も頗る困難である。

III. 結　論

方向仕譯線の數及び延長は操車場設計の骨子である。而して今日迄は所謂目の子勘定で設計して居つたのを，著者が之れに對し公式として據る處を公表せられたるの勞は正に感謝に値ひするが，公式 (5) は公式 (4″) 及び (4) の補助を要すべき事を附記して置きたいと同時に 1 日中の操車時間を 24 時間とせず公式としては T として置きたいのである。今後と雖も設計に際し目の子勘定は免るゝ能はざらんも，方向仕譯線總延長の檢算式として公式 (5) は大なる價値あるものと考へる。

公式 (8) には頗る疑義がある，只に算式としてのみではない，操車場元來の性質上著者の說く所に首肯する能はざる節がある。著者は操車場に於ける操車能力と貨車滯留時間短縮とは相伴はざるが如く說かれ，從つて從來貨車滯留時間短縮の利益を思はずして徒に操車能力の發揚にのみ偏重して力を盡せるを戒め，寧ろ能力の發揚を犧牲とするも，或る程度迄は貨車滯留時間を短縮するのが車輛の利用率を增進し利益多きものであるとし，公式 (8) を算出されたものと考へる。然るに記者は遺憾ながら此の說には服し兼ねる，如何となれば操車場に於ける操車能力と貨車滯留時間短縮とは，或る程度迄相伴ふものである事を信ずるからである。

抑も操車作業は單純簡單なるを貴しとす，簡單なる時は作業便利にして敏活となり，從つて貨車滯留時間は短縮せられ，又能率を增進する事を得るものであるが，複雜混亂する時は作業遲緩し，爲に能率低下し從つて貨車滯留時間は伸長するに至るべし。此の故に操車作業に於ては特に作業の複雜混亂を嫌ふものである。

上述の理由から操車數少なく又北海道及び九州の石炭地方に於けるが如く，多くの列車が其の行先を一定し僅少の貨車のみが方向仕譯を要する場合は，接續驛の裏線を以て到着線，仕譯線，留置線，出發線等に兼用せしむるも事足りるのであるが，操車數漸く多く又行先方向を異にする貨車を雜然として連結せる列車數も增加するに至らば，玆に接續驛或ひは其の附近に操車場を設くるの要を生ずるに至るべきである。此の時に當つて操車場を設くるの利不利に對する標準を得んが爲，貨車滯留時間の長短を比較するの公式に依るは誠に理由ある事と考へる。之れ貨車滯留時間の短少なるは作業の簡單，便利能率良きを或る程度迄意味するからである。故に之れに關する公式は望む處であるが，未だ餘り研究されて居らぬを遺憾とする。然しながら既に操車場を必要とし設置せらるゝ以上は，操車數其の他に於て雜然たる作業方法を以て操車するを不利と認める域に達したからである，換言すれば驛に於ける貨

車の收容力は用地を增加し側線の數及び延長を增加すれば足るとするも，作業複雜混亂し勞多くして能率惡しく，其の結果は貨車をして長時間滯留せしむる等の不利をも來し，相當期間之れ等の不利に苦んだ後に於て，之れ等の不利不便を除かんが爲多くは操車場を設くるに至るものである。此處に於てか操車場設計の主眼は，作業の種類に依りて線群を區分配置し，出來得る限り作業を單純化し，且作業の秩序を保つに便する事にある。此の如く單純化してこそ作業は容易に且便利で，從つて敏活となり貨車の滯留時間も短縮し得べきである。然るに單純化され敏活にされたる操車場の到着線及び出發線に於て仕譯作業（假令簡單な仕譯作業でも，仕譯車數少なくとも）を兼務せしむるは再び複雜混亂に戾る事となり，作業の敏活さを鈍らすべきである，從つて貨車の滯留時間を短縮する所以のものにあらざるは明かである。假令特種な事情の許に僅かに貨車滯留時間を短縮し得たりとするも，不便の點に於て又勞力を多くし，配線を複雜にし，從つて費用の上に於て何等利益なきを信ずるのである。此の故に筆者は操車場は特殊の事情なき限り，本則としては B 型を利益とする論者である。若し A 型を有利なりとする操車場ありとせば，無用なる配線を多く有するものか或ひは計畫車數に達せざる時期に屬するものか，然らざれば未だ操車場を要する域に達せざるものであると思ふ，何れも設計當初の用意不充分なるに起因するものであるまいか，米國の操車場には往々仕譯線をして出發線を兼ねしむるものあるを見る，之れは大量貨物多き國情に依るものであるが，現今旣に車數の增加に餘儀なくせられ漸次出發線を分離しつゝあるを見る，然も仕譯線が到着線を兼ねたるもの又到着線より出發線に直通せしむるの例は餘り見ない樣である。

此の意味に於て操車場として A 型, B 型の優劣論に就ては尙著者の御意見を充分に伺つた上更に亦考へたいと思ふ。

公式 (8) 其のものに就ては，假定が公式とするに餘りに複雜に過ぎるものと思はれるが如何。

以上愚考を提して御高敎を乞ふものである。　（終）