

討 議

土木學會誌 第十八卷第一號 昭和七年一月

操車場に於ける貨車滯留時間に就て

(第十七卷第三號, 第七號及び第八號所載)

著者 會員 工學士 後 藤 宇 太 郎

拙著“操車場に於ける貨車滯留時間に就て”に對し、古藤猛哉、小野諒兄兩氏より御教示を辱うし得たるは洵に感謝に堪えぬ。特に古藤氏の懇切丁寧なる御指教に對しては滿腔の謝意を表すると共に、其の所論には衷心より敬意を表するものである。以下御質疑、御意見等に就き聊か卑見を述べて見たいと思ふ。

【A】 古藤氏の討議に就て

I. 方向仕譯線中に於ける貨車の滯留時間

操車作業時間を 24 時間となしたる點につき、古藤氏は多少の疑があると云はれ、之れを T 時間として扱ひ、(4) 式に代る (4') 式を提示して居られる。これは至極御尤な御意見であるが、予の 24 時間となせるは次の理由によつたものである。即ち

(イ) 列車は 24 時間を週期として反復するもの故、貨車の滯留時間の平均値を求むるためには、大體に於て誤りなき近似値を得べしと考へたること。

(ロ) 1 日中の操車時間を T として貨車の滯留時間を求める場合を想像するに、(4) 式の 24 時間を T 時間に置き換へるのみでは未だ充分でないと思ふ。列車運行が T 時間を週期として反復するものなら格別、然らざる以上は當日の T 時間の終には仕譯線に残留し、翌日迄停留せる貨車の全體の貨車の滯留時間に及ぼす影響を考慮する必要が起る。従つて

$$t_r = \frac{T}{2N} (N_0 + N_2) - t_0 \dots\dots\dots (4')$$

では充分ではない。況んや

$$T = T_a + T_b + T_r$$

と簡単に片付ける事が出来ぬと思ふ。要するに細かに考へれば考へる程複雑になつて、簡単な式に纏める事が益々困難になる、而して何れにするも、其の結果に於て眞の値を期待し得ぬものと思はれるにより、或る程度の近似値で満足すべきであるとの見地に基き、24 時間となせるものである。

1 日中の操車作業時間を 24 時間となせるは以上の理由に基くものなるも、之れを (4') 式

に見る如く variable として扱つて、而も簡単な算式に纏め得れば夫に越したる事なく、誠に望ましいところである。

次に古藤氏は上り下りの方向に仕譯線が各別に存する場合の仕譯線中に於ける貨車滞留時間の算式として

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

を提示されたるも、之れは何かの誤解に基くものに非ずやと思はれる。今(4')式より之れが誘導方法を考ふるに

- N', N'' = 夫々上下方向仕譯線に於ける仕譯貨車總數
- N_0', N_0'' = 夫々上下方向仕譯線に於ける方向別毎の仕立列車各1回分の貨車數合計(中繼貨物線及び自驛貨物線行並に方向別仕立集結車をも夫々列車と見做す)
- N_i', N_i'' = 夫々上下方向仕譯線に於ける1回平均操車々數
- t_e', t_e'' = 夫々上下方向仕譯線に於ける1回平均操車時間
- t_f', t_f'' = 夫々上下方向仕譯線中に於ける1車平均滞留時間
- $N' + N'' = M, \quad N_0' + N_0'' = M_0, \quad N' t_f' + N'' t_f'' = M t_f$

とすれば、(4')式より

$$t_f' = \frac{T}{2N'}(N_0' + N_i') - t_e', \quad t_f'' = \frac{T}{2N''}(N_0'' + N_i'') - t_e''$$

$$M t_f = \frac{T}{2} [(N_0' + N_0'') + (N_i' + N_i'')] - (N' t_e' + N'' t_e'')$$

故に

$$t_f = \frac{T}{2M} [M_0 + (N_i' + N_i'')] - \frac{N' t_e' + N'' t_e''}{M}$$

更に

- $N' = N''$ (従つて $N' + N'' = M = 2N$ とす)
- $N_i' = N_i''$ (従つて $N_i' + N_i'' = 2N_i$ とす)
- $t_e' = t_e''$ (従つて $t_e' + t_e'' = 2t_e$ とす)

なる假定を置く時は、

$$t_f = \frac{T}{2M}(M_0 + 2N_i) - t_e = \frac{T}{M} \left(\frac{M_0}{2} + N_i \right) - t_e$$

茲に一考を要するは、

$$N' = N'', \quad N_i' = N_i'', \quad t_e' = t_e''$$

なる場合は一般的に probable なれども、

$$N_0' = N_0'' \text{ (従つて } N_0' + N_0'' = M_0 = 2N_0 \text{ とす)}$$

なる場合は一般に稀なるべし。兎も角も $N_0' = N_0''$ なる場合ありとすれば、

$$t_f = \frac{T}{2N}(N_0 + N_i) - t_e$$

となり、(4') 式に還元し (4_0') 式を得る能はず。(4_0') 式より導ける (5_0') 式に就ても同様である。

次に又古藤氏は (4') 式の N を到着貨車總數とするは不合理で、飽く迄算出數量でなければならぬと主張して居られるが、右は t_0 を當該操車場の標準滞留時間を意味するものと考へられて居るためではないかと思はれる。予の狙ひどころは、當該操車場の操車能力の範圍内に於ての 1 車平均滞留時間を算出する式を求むるにあつた。従つて古藤氏の所謂 m_0, t_0 なる項を算式中に組入れる必要を感じなかつたものである。若し操車能力以上の貨車が殺到する場合ありとせば其の一部を通過せしめ、操車能力以内の貨車數のみを操車場に入らしむることゝなるべし。而して此の操車能力の限度を超えざる貨車數 N の値と互に連鎖關係にある N_0, N_1 とが適當に其の値を調節して N と釣合を保つ性質のものである。操車場を計畫せんとする場合には

$$N < \frac{TN_0}{m_0 + t_0} = N_0$$

なる條件を満足するやうに設計をなさねばならぬ事は言を俟たぬ。但し一旦使用開始せる場合には

$$N = \frac{TN_1}{m_0 + t_0} \dots\dots\dots(4'')$$

なる條件を満足する如く、 m_0, t_0, N_1 の値が自ら定まるべきものである。即ち到着貨車總數 N に適應するやう m_0, t_0, N_1 の値が定まるのである。而して N の値の増減に應じて此の値が何時も動く値である。換言すれば m_0, t_0, N_1 なる値は當該操車場に固有の恒數として存するのではなく、(4'') 式を満足する範圍で變化する値である。

古藤氏は又 " t_0 の値の増減は N_1 の値の増減に逆比例し、 t_0 の値の増減に伴ふものである。而して之れは實際の作業上明かに正しきものである。" として (a) 式従つて (4) 式は不合理で (b) 式が合理的だとして居られるが、之れは俄に肯定するわけにいかぬ。今 (a) 式即ち (4) 式の成立の筋をたどつて見れば、

$$N = N_1 \quad Z_0 = \frac{TN_1}{m_0 + t_0}, \quad N = \frac{N_0 r}{Z_a}$$

茲に

$$Z_0 = \text{到着列車數}, \quad Z_a = \text{仕立列車數}, \quad r = \text{仕立列車の方向別數}$$

なる條件を根本要件として居るもの故、 N_0, N_1, m_0, t_0 及び Z_a の各項は N 即ち到着總車數と互に關聯せる値にして、夫々孤立せる値であつてはならぬ。故に (a) 式〔従つて (4) 式〕は形態のみにより不合理とはなすべからず。若し (a) 式にして不合理なりとせば、其の成立條件其の儘の關係を (a) 式に入れて m_0, t_0, N_0, N_1 の項を以て表はせる (b) 式も不合理たらざるを得ぬ。然らざれば不合理即ち合理と言ふ矛盾に陥る。(b) 式に於て m_0, t_0, N_0, N_1

の代りに従來の經驗に基き其の極限值と見なされる m_0^0 , t_e^0 , N_0^0 及び N_i^0 を用ひて t_f の極限值 t_f^0 を求むるには、

$$t_f^0 = \frac{m_0^0}{2} \left(\frac{N_0^0}{N_i^0} + 1 \right) + \frac{t_e^0}{2} \left(\frac{N_0^0}{N_i^0} - 1 \right)$$

なる式によるべきで、本式に於ける m_0^0 , t_e^0 , N_0^0 及び N_i^0 の値は直接相互關係を有せぬ値である。此の場合に於て初めて t_f^0 の値は N_i^0 の値の増減に逆比例し、 t_e^0 の値の増減と伴ふものであると云ふ事が出来るのであつて、(a) 式及び (b) 式に就ては當てはまらぬと思ふ。理窟を抜きにして、(4) 式成立の過程をたどつて見ると、

$$t_f = \frac{12}{N_e Z_e} \{ (N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_r) - N_e \} + \left(\frac{24}{Z_e} - t_e \right) = \frac{12}{N_e} (N_r - N_e) + \left(\frac{24}{Z_e} - t_e \right)$$

であつて、之れは

$$t_f = \frac{12}{N} (N_0 - N_i) + m_0$$

なる形である。之れ予の形態のみで合理、不合理を云々すべきでないと思ふ所以である。

II. 貨車滞留時間より見たる操車場形式の比較

古藤氏は (8) 式に代はるべき (10) 式を求め、其の (10) 式及び之れと同式たる (8) 式は實狀に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以上 A 型は B 型に劣ると断すべきか、何れにしても公式 (8) 式及び夫れと同式たる (10) 式は尙研究を要すべきものと考へる。”と云つて居られる。尙研究を要すべきは勿論なりと雖も、古藤氏の所謂實狀と私の見る實狀との間に異なるところあるものゝ如し。即ち古藤氏は、

$$(イ) \quad p = \frac{N'}{M} = \frac{N'}{Z_e} / N_i \quad [1 \text{ 個列車牽引貨車數に對する通過集結車數の割合}] \text{ を出發點}$$

として (10) 式を求め、1 個列車中にある通過集結車の割合を實在的な値と考へて居られるかに見える。此の點私の見るところと異なる。 $p = N'/M$ なる値を數學的に導いて、1 個到着列車の牽引貨車數に對する通過集結車の割合となるにせよ、之れは單に通過集結車を 1 個到着列車當りに平均して見たる値に過ぎず、實在的な値と考ふるは通過集結車の實狀に適せぬものと思はれる。さればこそ“1 個列車中 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……、之れでは大宮操車場に限らず總ての操車場には特に仕譯線を設くるを不利とすると云ふ結論になるまいか。”と云ふ疑問を起されるに至つたものと思ふ。通過集結車數を 1 個列車當りに平均して假令 2~3 車となつても、實際は特定の數個列車に相當擱つた値として聯結されて操車場に入り來るべきものであると思ふ。

(ロ) (10) 式に於て $(T_e + T_a)$ 及び T_e は p の値と、従つて N' の増減と正變すべきものであると云つて居られる。此の點に就き私は又全然異なつた見解を持して居る。

操車場を設計する必要がある場合、*A* 型とすべきか、*B* 型とすべきかを考ふるに當り、先決問題として通過扱ひとなるべき集結車數と仕譯を要する貨車數とを調査すべきは云ふ迄もない。而して此の車數を操車場設計の基準とすべきものである（勿論將來の増減をも考慮に入れるべきである）。此の一定の車數に適應するやうに設計された操車場に於ては、 T_e, T_a, T_e' 及び T_a' の値は配線状態並に設備關係により、當該操車場としての一定不動の値を固有するに至るものである。又 T_0 も同様、配線状態、設備關係並に作業の状態により一定不動の値を固有する、只作業方法をかへれば變るが、當該操車場としては作業方法も自然一定する性質のものである。古藤氏は (10) 式に於て " N' の値の變化によつて變化する變數は ' p 、 $(T_e + T_a)$ 、 T_0 にして、 N' の變化に對し不變の數即ち恒數は $(T_e' + T_a')$ 、 $T_m/2$ であると云はれて居る。即ち此の點に就ても予と見解を異にして居られる。

思ふに古藤氏が煩をいとはず (10) 式を求め、(10) 式從つて其の原式たる (8) 式を檢討するの勞を敢てせられたるは、(8) 式を求むるにあたり $N_i = N_i'$ と假定せるがためかも知れぬ。 N_i は *A* 型、 N_i' は *B* 型操車場に於ける夫々 1 回平均操車數なるを以て、 $N_i = N_i'$ なる筈がないのであるが、(8) 式は元々 p の近似値を求むる式に過ぎぬを以て大體差支無きものと考へたに過ぎぬ。今試に假定を變更して $N_i = N_i'(1-p)$ とすれば、(10) 式は次の形となる。

$$p \geq \frac{(T_e + T_a) - (T_e' + T_a')}{(T_e + T_a) - \{T_0 - T(N_0' + N_i')/2M\}}$$

然るに

$$\frac{1}{2} \frac{T N_0'}{M} = \frac{1}{2} T_m$$

$$\frac{1}{2} \frac{T N_i'}{M} = \frac{1}{2} (m_0' + t_0')$$

故に

$$p \geq \frac{(T_e + T_a) - (T_e' + T_a')}{(T_e + T_a) - \{T_0 - [T_m + (m_0' + t_0')]/2\}} \dots \dots \dots (10')$$

扱て (10') 式に於 N' の値の變化に拘はらず、換言すれば p の値の如何に關せず (10') 式右邊の各項は夫々一定の値を有するものである。然るに古藤氏は p の値の増減に伴つて $(T_e + T_a)$ 及び T_0 が變化する値であるとして、

$$T_e = T_e' + t_a'' + t_a''' + t_a''''$$

として居られる（到着列車全部に夫々通過集結車を聯結し來るものとの前提を置かぬと成立せぬものである）が、 $N_i = N_i'(1-p)$ なる場合に於ては t_a'' 、 t_a''' は消滅する。従つて T_e は p の値に支配されず恒數となる。又

$$T_a = T_a' + t_0'$$

として居られる（到着列車全部に通過集結車を聯結し來るものとの前提を置かぬと成立せぬ

ものである)が、兎も角も此の値は $N_i = N'_i$ となると $N_i = N'_i(1-p)$ となるとに無關係にして、 p の値の變化にも支配されることなきは氏の言の通りである。

T_0 の値に就ては古藤氏は三つの場合がある、そして又此の三つの場合の混合せる場合があるとして、三つの場合を

$$T_0' = t_a + t_a' + t_1 + t_2 + t_3 + t_h + t_i$$

$$T_0'' = t_a + t_a' + t_1 + t_4 + t_h + t_i$$

$$T_0''' = t_a + t_a' + t_1 + t_g + t_g' + t_h + t_i'$$

と定めて居られる。此の T_0' 、 T_0'' 、 T_0''' の内容をなす各項中 p の値の増減により影響を受けるは只 t_2 の値、即ち先着列車の通過集結車が後着列車の同方向行通過集結車を出發線に廻送される迄待合はす時間のみにして、他の各項は何れも p の變化に無關係なる値である。故に p の値の増減につれて變化するは、 T_0' の場合及び T_0' と T_0'' 又は T_0' と T_0''' とが混合せる場合に限る。

古藤氏は T_0 が p の値と正變する條件の下に (10) 式が成立して居るのだが、事實は逆變するものであると云つて居られる。之れ亦予の見解と異なる、予は作業の實狀は p と正變すると見るのである。

貨車の流れは其の日其の日により、又季節により多少の變化はまぬかれぬとしても、大體に於て一定して居ると見るべきである。さればこそ列車運行表により貨物列車を動かし得るのである。通過集結車も亦従つて前後の操車場又は操車驛の關係と貨車の自らなる一定の流れとにより、或る特定の列車に略一定の車數を連結し得るのである。即ち計畫的に作業を豫定し得る性質のものである。夫れ故 N' の値少なき時は 1 個列車の通過集結車に補充車を連結して 1 個列車を仕立てる T_0'' 及び T_0''' の場合となるべく、 N' 多き時は T_0' の扱となるべし。何となれば N' の値多ければ之れを連結し來る列車數も多く、集結車數も多くなるべけれども、 N' が増せば N が減する結果補充車を得ること困難となるを以て、先着の集結車と、主として後着列車の集結車とにより仕立列車を組成する事となるべく、 N' の少なき場合は通過集結車を有する後着列車と先着集結車との間隔を増し、寧ろ補充車を以て組成する方却て貨車の足を早めるものと見るべきである。而して T_0' と T_0'' 又は T_0''' との混合扱ひをなす場合は p の値の多からず又少なからぬ中間の値を有する場合であるべきである。即ち p の値と T_0 の値とは正變するものと見るべきである。尙一考すべきは通過集結車の非常に多き場合は、前方の操車場又は操車驛に於て通過集結車とせず直通列車に仕立得るに至るべきを以て、直通列車に仕立得ざる集結車のみか通過集結車として扱はるゝことゝなるを以て、此の値は大なる値にはあらざるを常とす。従つて之れが扱ひとしては寧ろ T_0'' 又は T_0''' なるを常態と見るべきものである。即ち T_0 の値は一般に恒數と見て差支なきものと考へらるゝ。尙予の附に落ちざるは“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 型操車場時間 ($T_0' + T_0'' + T_0 + AT_0 + BT_0$) に近き値となるべきであると云はるゝ事なり。 T_0 は通過集結車だけに對する時間で、通過集結車と補充車とにて 1 個列車を組成せる場合の 1 個列車分の貨車の平均滞留時間を意味するものにあらず。且つ T_0'' の内容をなす各項に就て見ると p の變化の影響を受くべき term 無し。何等かの誤解にあらずやと思はる。

尙古藤氏は (10) 式に於て

$$p \left(= \frac{N'}{M} \right) < 1$$

でなければならぬと云つて居られる。然し茲に一考を要するは、 $p < 1$ なる事は $p = 1$ でもよい事になる。即ち到着總車數 (M) の殆ど全部が通過集結車 (N') となつても操車場に入れる事になる、換言すれば操車場を設置する必要があると云ふ結論にもなる。故に實際問題としては p は 1 よりも遙かに小なる値であるべきである。然らば p の限度如何と云ふに、 $N'/M < 1$ とするよりも $N'/N < 1$ とするがより妥當であり、實際は尙小なる値で、 $N'/N < 1/\alpha$ であるべき筈である。茲に $\alpha > 1$ であるとする。さて

$$\frac{N'}{N} = \frac{N'}{M - N'} = \frac{N'}{M} \left/ \left(1 - \frac{N'}{M} \right) \right. = \frac{p}{1-p} < \frac{1}{\alpha}$$

従つて $p < \frac{1}{1+\alpha}$ となるを以て、 T_0 は次の條件を満足すればよい。

$$\frac{(T_0 + T_0) - (T_0' + T_0'')}{(T_0 + T_0) - (T_0 - T_m/2)} < \frac{1}{1+\alpha}$$

故に

$$T_0 < \{(T_0' + T_0'') + T_m/2\} - \alpha \{(T_0 + T_0) - (T_0' + T_0'')\}$$

此の條件は常に成立するものと見てよい。何となれば、今假に大宮操車場の T_0 , T_0' , T_0'' 及び $T_m/2$ の値を用ひて、逆に α の値を算出して見ると $\alpha = 18$ となる。 $T_m/2$ の値は大宮操車場に於て大に過ぎるとの説あるにより、假に之れを零として見ても $\alpha = 2$ となる。大宮操車場の T_0 , T_0' , T_0'' 及び $T_m/2$ の値がよし正確なものでないにせよ、 $\alpha < 1$ なることも亦 α が非常に大なる値となることもないものと見てよいと思ふ。即ち上記の條件は常に成立するものと見てよい。殊に (10) 式を (10') 式に訂正せば、

$$T_0 < \{(T_0' + T_0'') + \frac{1}{2}(T_m + m_0 + t_0)\} - \alpha \{(T_0 + T_0) - (T_0' + T_0'')\}$$

なるを以て、勿論常に成立する條件と見てよい。

大宮操車場に於ける方向別數多きに過ぐ、即ち T_m の値大に過ぐと言はるゝも、大宮操車場には、上り仕譯線 12 本、下り仕譯線 14 本ありて、夫々異りたる行先別に使用しつゝあり。又下り方面行仕立列車の行先別は 15、上り方面行仕立列車の行先別は 5 に分たれありて、合計 20 方向である。故に方向仕譯線より引出さるゝ列車は自驛貨物線及び中繼貨物線

行を含み、古藤氏の計算の如く 20~26 となるとも異とするに足らぬ。尙當驛より下り方面行列車は 26 本 (内 5 本不定期)、上り方面行列車は 28 本 (内 5 本不定期)、中継貨物線行 16 本、自驛行 5 本、計 75 本、不定期を除く時は 65 本あり。故に $S=65/26=2.5$ 従つて $T=24$ 時間とする時は、 $T_m=9.6$ 時間となる。即ち T_m の値は古藤氏の豫想される程小なる値ではない。

III. 結 論

操車場設計の主眼は出来得る限り作業を單純化し、且作業の秩序を保つに便ずることにあるとし、原則として操車場は B 型たるべしとする御意見には勿論異論あるべき筋合でない。只“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か、或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。”と斷言して居られるが、特殊事情の下にありては A 型を有利とする場合あるべしとの考を捨てる迄に古藤氏の所論を消化し得ぬを遺憾に思ふ。

尙操車能力の發揚を犠牲にして迄も貨車の滞留時間を短縮すべしとは考へて居らぬ。即ち分解作業時間の短縮に就ては、線群の分岐方法、坂阜の勾配、其の他に就て詳細な研究が積まれて居るが、貨車滞留時間に就ては未だ多く論ぜられて居らぬと考へて、其の必要を強調したに過ぎぬ。若し左様な誤解をまねきたりとせば、予の行文の拙なるによるものと思ふ。

【B】小野氏の討議に就て

1. 操車場に於ける貨車の滞留時間は大略 8~9 時間とされて居ると申したのは、從來一般に 8~9 時間とされて居つたやうに心得て居つたので、滞留時間に對する説明の便宜上之れを引用せるに過ぎぬ。之れを正しき時間と見て居るのではない、此の點に疑問をもつたからこそ、貨車滞留時間の算式を考へて見る氣になつたのである。

2. 仕譯作業時間を 24 時間とせず、variable としては如何との御意見は、古藤氏の所論と共通なるを以て、茲に再び予の意見を述べる事を省略する。

3. 大宮操車場に於ける N_0 の値は大に過ぎると云はるゝは尤もなり。 N_0 の極限值は方向仕譯線の收容力と一致するもの故、便宜上收容力を採つて N_0 の値と假定せるが爲にして、大宮操車場は 4000 車を目標に設計せられたるもの故、4000 車に對しては滞留時間 T の値が略適當のものと思はれるも、現在の扱車數 2300 車に對してはその値大に過ぐべし、換言すれば 2300 車に對しては仕譯線長過ぐべしとの豫想より、其の豫想の當否を検せんとして N_0 の代りに收容力を用ひたのである。然し full に作業し居らざる大宮操車場に於て N_0 の代りに收容力を採つて T の算出に適用せるは正しく理論上より見て不可なりしものである。此の點予の粗忽を謝せざるを得ぬ。

4. 操車場相互の作業上の聯絡關係に就ては、現に不充分の状態にあるは等しく認め居るところなれども、未だこれが具體的研究に手を染め居らざるを以て御注文に應ずる用意なきを遺憾に思ふ。尙原文申次の如く訂正す。(終)

訂 正

頁 241 (A)-(2) 大宮操車場

$$t_f = \frac{12}{2300/2} \left(\frac{988}{2} + 38 \right) - 0.3 = 5.25 \text{ 時間 (4000 車を扱へば 2.90 時間となる)}$$

頁 215 (B)-(2) 大宮操車場

$$T = 0.5 + 0.83 + \frac{800}{2300} \times 1.00 + \frac{138}{2300} \times 3.00 + \frac{12}{2300/2} \left(\frac{988}{2} + 38 \right) = 7.41 \text{ 時間}$$

頁 216 (C)

$$\frac{N^*}{N} = \frac{170}{2300} = 0.074$$

$N^* = 844$ は急送貨物代用車の發着線内入換をなし、仕譯線に入らぬものを含みたる數字也