

論 說 報 告

第 22 卷 第 1 號 昭和 11 年 1 月

地下鉄道線路に於ける線路の間隔及び隧道の
大きさに關する調整々備に就て

第 2 編

線路間隔の調整並に隧道内空主要寸法の設定

會員 工學士 安 倍 邦 衛*

On the Proper Adjustment for the Spaces of Tracks and the Sizes
of Tunnel in the Underground Rapid Transit Lines
to conform their own Distinctive Alignment (Part II)

By Kunie Abe, C. E., Member.

要 旨

本編は、第 21 卷第 12 號所載第 1 編の続編にして、地下鉄道線路に於ける線路間隔の調整及び隧道内空主要寸法を如何にすべきかに就て述べたものである。

目 次

		第 2 編	
		線路間隔の調整並に隧道内空主要寸法の設定	頁
第 7 章	線路間隔の調整		31
1.	調整の要領		31
2.	單純複線軌道線路間隔の調整		33
	(1) 直線及び凹曲線部分の線路間隔	(2) 接続緩和曲線部分の線路間隔	
	(3) 常用間隔の設定		
3.	中柱を有する複線軌道線路間隔の調整		49
	(1) 直線及び凹曲線部分の線路間隔	(2) 緩和曲線部分の線路間隔	
	(3) 常用間隔の設定		
第 8 章	隧道壁面其他工作物建築線及び隧道の大きさ		59
1.	隧道壁面其他建築線		59
2.	隧道の大きさ		59
3.	乗降場建築線		60

第 7 章 線路間隔の調整

1. 調整の要領

複線軌道線路に就て見るに、その直曲兩線部分は各々所要の線路間隔を異にし、此等兩線部分の接続には各様の

* 元東京市電氣局技術長

方法を擇び得べきであるが、その孰れの方法に依るものとするも、直線及び曲線部分獨自の立場から考へられたる所要間隔を其儘保持せしむるものとせば、接続不能なるか或は接続せられたる線路の一部分に間隔の不足を生ずべきかの外には出でぬ。地下鉄道線路に於ける直曲兩線部分の接続には、如上の缺陷を補正すべき上にも最も適切なる方法として、緩和曲線を介在せしむべき接続方法を擇ぶこととなせるものであるが之に依りて接続の目的を達すると同時に、全線路を通じその線形に応じて線路間隔及び隧道の大きを適正ならしめんが爲には、適當なる緩和曲線の敷設方法の設定と相俟ち、各線路部分に賦與すべき剩餘間隔に就て、適當なる按配調節を必要とするのである。

尙、各々獨自の立場からの所要間隔を保てる直曲兩線部分が、緩和曲線にて媒介接続せらるゝ場合には、緩和曲線始曲點附近に於ける直線部分の間隔には必ず常に多少の不足を生じ、且又緩和曲線部分各點に於ける線路間隔に於ても必ずしも緩和曲線の曲率及び高度の増減に伴ふべき所要間隔を充し得べきものではない。概して接続緩和曲線部分の間隔の不足は、始曲點附近に於て最高であつて、円曲線に近づくに従ひ緩和せられ、円曲線部分に入るに及び全く解除せらるべきものである。

此等の直線及び緩和曲線部分に於ける線路間隔の缺如關係を解決すべき唯一の方法としては、接続せらるべき直曲兩線部分の孰れか一方又は兩方の線路間隔に對し、豫め適宜の剩餘間隔を賦與すべきに歸着するのであるが、その孰れの部分に幾許の剩餘を與ふべきかは、全線路の線路間隔從て又構築建設費に對しても影響渺なからざるが爲に、建設費の節約の上にも特に重要性を持つこととなる。

抑々、個々には所要の間隔を保てる直曲兩線部分が一連の線路に連結せらるゝとき、假令緩和曲線を挿入するも猶且直線及び緩和曲線の一部の線路間隔に於て不足を生ずべきことは、一般に直線と曲線とを直接に連結する場合に於て、必ず常に接続點附近の直線部分線路間隔に於て生ずべき間隔缺如が、緩和曲線の媒介に依るも、その全部を補正し得ざるに因れるものである。今若し充分長き緩和曲線を介在せしむるを得ば、此不足は極限まで縮小し得べきものであるが、通常挿入し得べき長さの緩和曲線にては、常に多少の間隔缺如を残し、延いては緩和曲線部分に於ても間隔の缺如を免れざることとなる。故に若し、豫め直線部分に對し相當なる剩餘間隔を與ふるものとせば、最も容易に此等の間隔缺如を補正し得べきは明かではあるが、直線部分は全線路の大部分を占むる爲に（計畫東京市營高速線にては、直線部分の長さは全線延長の約 67.5% である）、直線部分に與ふべき剩餘は、建設費に對し最も大なる影響を及ぼすべく、且又該剩餘間隔の量は、接続曲線半径の小なる場合には著しく増大すべきが爲に、之を全線路の線路間隔に波及せしめることは最も不利なるを以て、實用上には其間適宜の限界を定むべき必要がある。

上記の事由に基き、具体的數値に依り得失勘考の結果として設定せる仕様は、通常用ひらるべき尖鋭曲線（半径 70~90 m）との連結には支障なき程度の剩餘間隔を直曲兩線部分に賦與することとし、一層尖鋭なる曲線との接続には、當該曲線部分のみに特別な剩餘間隔を追加すべきこととした。

如上、線路間隔の調整に就て設定せる仕様は、對象となせる線路の性状及び円曲線の最小半径等に對し、適當なるべきものとして判定せるものであるが、異なる線形及び規格を有する線路に就ては、夫々仕様を異にすべきである。此處には概要次の如き事柄を根據とせるものである。

即ち、複線軌道線路の円曲線と直線との連結に當り、接続緩和曲線部分の間隔に於て生ずべき最大なる間隔缺如の量は接続すべき曲線半径 100 m なるとき、單純複線々路に於ては約 60 mm、中柱を有する複線軌道線路に於ては約 70 mm にして、半径 50 m 円曲線との接続には夫々約 133 mm 及び約 150 mm なることが識られた。されば、全線路に對し約 133~150 mm の剩餘間隔を與ふるものとせば、円曲線最小半径 50 m なる線路に在りても、全線を通じ間隔缺如から免かれ得べきであるが、全線路に對し 133~150 mm の剩餘間隔を與ふるは容易なら

ざるを以て、曲率半径と剩餘間隔との關係に就きて更に考査の結果、無條件にて接続し得べき曲率半径限度を單純複線及び中柱を有する複線に對し夫々 90 m 及び 70 m と定め、總ての直曲兩線部分に對し夫々半径 90 m 及び 70 m の曲線との連結に支障なかるべき剩餘間隔 (夫々 50 mm 及び 100 mm) を與ふることとした。實際問題として、高速鉄道線路に於て通常起り得べき最小曲率半径は約 75 m 以上なるを以て、稀に起るべき半径 50 m の曲線との接続に常備し、全線路に對し過大なる剩餘を與ふことは、甚だしく不利益なるものとして之を避けたのである。

次に、半径 90 又は 70 m 以下の曲線の處置に就ては、當該曲線部分毎に、各半径に応じ特別なる追加剩餘間隔を與ふることとなせるものであるが、元來直曲兩線部の接続に當り生ずべき間隔缺如は、緩和曲線の始曲點附近に於て最大なるが爲に、円曲線部分に加ふべき剩餘間隔を以て之を補正し得べき効果は、直線部分に剩餘を與ふるに比しては著しく薄弱なるが爲に、限度半径以内の曲線部分に與ふべき追加剩餘は、比較的過大なるべきは免れ難い。

今、緩和曲線部分に於ける間隔缺如が、接続すべき直線及び円曲線部分の孰れか一方に與ふべき剩餘に依りて緩和せらるべき度合に就て見るに、 $R=50$ m の円曲線と直線との接続に於て、直線部分に 100 mm の剩餘を與へたりとせば、緩和曲線部分の間隔缺如は約 75 mm だけ緩和せらるべきであるが、円曲線部分に對し同等なる 100 mm の剩餘を與ふるものとするも、僅かに約 14 mm だけ補正し得べきに止まるものなることが識られた。即ち緩和曲線部分の間隔缺如は、直線部分に與ふべき剩餘に依りてはその約 75% だけ、円曲線部分に與ふべきものに依りてはその約 14% だけ緩和せらるべきものと見做し得べきである。

然して、半径 50 m の曲線と直線との接続には、約 133 及び 150 mm の間隔缺如を生ずべきを以て、若し之を直線部分の剩餘間隔のみにて補正するものとせば、約 180~200 mm の剩餘にて足るべきものであるが、円曲線部分のみに於てせんが爲には、1000 mm 内外なる過大の剩餘を與ふべきことが必要である。併し、半径 70~90 m 以下の曲線は稀に起るべき場合なるを以て、局部に於て處理するを得策なりと認め、此處には極めて尖鋭曲線に對しては、過大なる追加剩餘を厭はずして當該曲線部分のみに於て處理することとした。

上記の要領を以て、單純複線及び中柱を有する複線軌道線路の間隔調整に関する詳細は、序を逐ひ累次の各項に於て論述すべきこととする。

2. 單純複線軌道線路間隔の調整

(1) 直線及び円曲線部分の線路間隔

單純複線とは、上下兩線路の間に中柱を設くる場合の複線軌道に對して、中柱を設けざる普通の複線軌道線路を謂ふのである。従て對立的には兩者は往々無柱複線及び有柱複線と略稱せられる。

(i) 直線部分の所要間隔 円曲線と連結せられたる直線部分の所要間隔を C_0 、直線部分獨自の立場に於て保たるべき線路間隔を γ_0 、円曲線との接続の爲に與ふべき剩餘間隔を α とすれば

$$C_0 = \gamma_0 + \alpha \quad \dots\dots\dots (47)$$

而して、直線部分獨自に於て保たるべき間隔 γ_0 は、直線建築限界の幅員 (3000 mm) と同等以上となすを通則とすべきは勿論であるが、單に車輛の運行に支障なき限度としては、車輛偏倚限界の幅員 (2954 mm) 以上にて足るべきことも明かである。則ち

$$\gamma_0 = 3000 \text{ mm (極限 2954 mm)} \quad \dots\dots\dots (48)$$

故に $C_0 = 3000 \text{ mm (極限 2954 mm)} + \alpha \quad \dots\dots\dots (49)$

但し、 α は円曲線との接続に當り、接続緩和曲線部分に於ける間隔の過不足補正の爲に、円曲線部分線路間隔の調

整と相俟ち別途設定せらるべきものである。

後段説述の便宜の爲に、(48) 式の γ_0 を直線の基本間隔、(47) 式又は (49) 式の C_0 を直線の常用間隔と呼ぶこととする。

(ii) 円曲線部分の所要間隔 直線と連結せられたる円曲線部分の所要間隔を C_1 、円曲線部分独自の立場に於て保たるべき線路間隔を γ_1 、直線との接続の爲に各半径曲線共通に與ふべき剩餘間隔を α 、一定限度半径 (R_t を以て表はす) 以内の円曲線に對し、各別に共通剩餘 α に追加すべき剩餘間隔を β とする。

而して、円曲線部分独自に於て保たるべき線路間隔 γ_1 は、直線部独自に於て保たるべき間隔 γ_0 の外に、内側及び外側軌道の外曲面及び内曲面に對する車体の最大偏倚の總和 (E を以て表はす) を加算すべきであるが、單純複線軌道線路に於ては、高度に基く車体の偏倚は、上下軌道相互間に相殺せらるべきを以て、單に曲率に基く偏倚のみを考慮すれば足る。則ち E は外側軌道の内曲面最大曲率偏倚 (p_o) と内側軌道の外曲面最大曲率偏倚 (p_e) との和である。

$$E = p_o + p_e$$

今、 $R(m)$ 及び $R_0(m)$ を線路間隔 γ_1 なる円曲線部分の外側及び内側軌道の曲線半径とすれば、(6) 及び (7) 式により

$$p_o = \frac{14}{R} \text{ (m)}, \quad p_e = \frac{18}{R_0} \text{ (m)}$$

故に
$$\gamma_1 = \gamma_0 + E = \gamma_0 + \left(\frac{14}{R} + \frac{18}{R_0} \right) \dots\dots\dots (50)$$

但し
$$R = R_0 + \gamma_0 + \left(\frac{14}{R} + \frac{18}{R_0} \right)$$

故に
$$R_0 = \frac{1}{2} \left\{ R - \gamma_0 - \frac{14}{R} + \sqrt{\left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right)^2 - 72} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right) \left\{ 2 - \frac{36}{\left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right)^2} - \frac{648}{\left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right)^4} - \dots\dots \right\}$$

$$\doteq \left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right) \left\{ 1 - \frac{18}{\left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right)^2} \right\}$$

故に
$$R_0 = R - \left\{ \gamma_0 + \frac{14}{R} + \frac{18}{\left(R - \gamma_0 - \frac{14}{R} \right)} \right\} \dots\dots\dots (51)$$

斯くて
$$\left. \begin{aligned} C_1 = \gamma_1 + \alpha = \gamma_0 + E + \alpha = (C_0 + E) \dots\dots\dots R > R_t \\ = \gamma_1 + \alpha + \beta = (C_0 + E) + \beta \dots\dots\dots R < R_t \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (52)$$

但し、 α 及び β は、接続緩和曲線部分に於ける線路間隔の過不足補正の爲に、直線部分の線路間隔の調整と相俟ち別途設定せらるべき剩餘間隔であつて、夫れに依て、外側軌道の曲線半径 R に對する内側軌道の半径 R_0 は更に修正せらるべきこととなる。

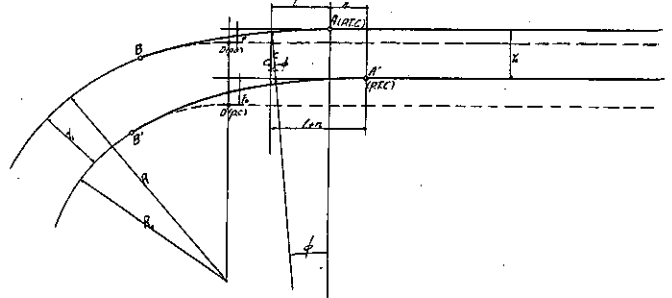
“直線に於ける基本及び常用間隔” γ_0 及び C_0 に對し、曲線部分の間隔 γ_1 及び C_1 は、夫々“曲線に於ける基本及び常用間隔”と呼ぶべきである。

(2) 接続緩和曲線部分の線路間隔

接続緩和曲線部分に於ける線路間隔は、接続すべき直曲兩線部分の線路間隔及び接続緩和曲線の敷設方法に依り

自づから定まる。而して緩和曲線部分各點に於ける線路間隔は、當該地點に於ける曲率半径に相當すべき間隔を保つべきを要とし、此要件を充さんが爲には、直曲兩線部分所定の線路間隔をも増減すべき必要を生じ、其間適當なる調整に依つて、直線部分又は円曲線部分に賦與すべき剩餘間隔 α 及び β を選定すべきこととなる。

(i) 緩和曲線部分各點に於ける線路間隔 今 圖-17 に於て、AB, A'B' は夫々獨自の立場から 所要とせる間隔 γ_0 及び γ_1 を保てる直曲兩線部分の、外側 及び内側軌道線路の 接続緩和曲線とし、所定の敷設方法に依り測設せられたるものとする。



然れば、外側及び内側軌道に就て、円曲線の半径を夫々 R 及び R_0 、接続緩和曲線の長さ、移程、中心角を夫々 L, F, I 及び L_0, F_0, I_0 とすれば

$$L = 360e, \quad I = L/2R$$

$$R_0 = R - \gamma_1$$

$$F_0 = F + \gamma_1 - \gamma_0, \quad L_0 = R_0 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6F_0}{7R_0}}}$$

$\gamma_1 > \gamma_0$ なる時に就て考ふれば、 $F_0 > F$ 、従て $L_0 > L$ である。

若し、外側及び内側軌道に就て、緩和曲線を挿入せずして円曲線と直線とを直結したりとせば、その接點 (P, C) たるべき D 及び D' に於ける内外曲線の半径線は合致すべきである。而して緩和曲線を挿入するときは、緩和曲線の性質として、外側及び内側軌道の緩和曲線ともその一半は夫々 D 及び D' の直線側、他の一半は円曲線側に在るべきことは殆んど常に肯定せらるべきを以て、外側及び内側緩和曲線は、夫々 D 及び D' 點に依つて折半せられ、その前後に對稱的に敷設せらるるものと考へられる。

緩和曲線の始曲點 A 及び A' 間の内側緩和曲線の長さを n とすれば $n = \frac{L_0 - I_0}{2}$ 、斯くして外側緩和曲線に就て、A 點から任意の長さ l なる點 (l 點と略稱する) に於ける内外側緩和曲線の間隔を C とすれば

$$C = C_0 \cos \phi = C_0 \left(1 - \frac{\phi^2}{2!} + \frac{\phi^4}{4!} - \dots \right)$$

$$= C_0 \left\{ 1 - \frac{1}{2!} \left(\frac{l^2}{2RL} \right)^2 + \frac{1}{4!} \left(\frac{l^2}{2RL} \right)^4 - \dots \right\} \doteq C_0 \left(1 - \frac{l^4}{8R^2L^2} \right) \doteq C_0$$

外側及び内側緩和曲線に就て、 l 及び $(l+n)$ 點に於ける縦距を夫々 y 及び y_0 とすれば

$$C_0 = \gamma_0 + y_0 - y$$

緩和曲線の一般關係式に依り

$$y = \left(\frac{ml^3}{3} - \frac{m^3l^7}{42} + \frac{m^5l^{11}}{1320} - \dots \right)$$

而して $m = \frac{1}{2RL}$

故に
$$C = C_0 = \gamma_0 + \frac{(l+n)^3}{6R_0L_0} - \frac{(l+n)^7}{336R_0^3L_0^3} + \dots - \frac{l^3}{6RL} + \frac{l^7}{336R^3L^3} - \dots$$

$$\doteq \gamma_0 + \frac{(l+n)^3}{6R_0L_0} - \frac{l^3}{6RL}$$

$E_0 L_0 = \mu R L$ と置けば

$$C = \gamma_0 + \frac{1}{6\mu RL} [(l+n)^3 - \mu l^3] \dots\dots\dots (53)$$

(53) 式に依り與へらるべき C の値は、円曲線部に近づき ϕ の値大なるに従ひ多少の誤差を生ずべきも、之に依りて緩和曲線部分に於ける線路間隔変化の概要を識り得べく、且又實用上の C の近似値を求めることが出来る。

(53) 式の性質に就て考察すれば

$$\frac{dC}{dl} = \frac{1}{2RL\mu} [(l+n)^2 - \mu l^2] > 0, \quad \frac{d^2C}{dl^2} = \frac{1}{RL\mu} [n - (\mu - 1)l] > 0$$

則ち (53) 式曲線は常に concave upward である。

(ii) 緩和曲線部分の所要間隔 緩和曲線部分に就て、任意の l 點に於て必要とせらるべき線路間隔を γ とすれば、 γ は次式に依りて與へられる。

$$\gamma = \gamma_0 + \frac{14l}{RL} + \frac{18(l+8+n)}{\mu RL} \dots\dots\dots (54)$$

但し右邊第 2 及び第 3 項は、緩和曲線部分に於て、夫々 A 點から l 及び A' 點から $(l+n)$ なる地點に於て外側曲線の内曲面側及び内側曲線の外曲面側の車体曲率偏倚の最大値を與ふべきものである。即ち第 2 項は外側曲線に就て、車体の中央部が任意の l 點に在る時の車体中央部の偏倚、第 3 項は内側曲線に就て、車体の中央部が A' 點から $(l+n) + \{1/2 \text{ 車身長} = 16/2 \text{ m} = 8 \text{ m}\}$ なる點に在る時の車端の偏倚を示すものである (第 4 章 6 參照)。

(54) 式は直線式なるを以て、緩和曲線部に於ける所要の線路間隔 γ は、A 點からの曲線長 l に正比例すべきことを示すものである。

(iii) 緩和曲線部分各點に於ける線路間隔の過不足 緩和曲線部に於ける所要の線路間隔 γ と實際の線路間隔 C との差 $(\gamma - C)$ は、車輛の運行に支障なからしめんが爲には、常に $(\gamma - C) \geq 0$ なることが必要である。而して γ の値を與ふべき (54) 式は 1 次式であつて、實際の間隔 C の値を與ふべき (53) 式は 3 次式にして常に concave upward なるを以て、 $(\gamma - C)$ の値は l に關し最大値を有すべきである。

今、 $(\gamma - C)$ の最大値を與ふべき l_0 を求めて見ると

$$(\gamma - C) = \frac{14l}{RL} + \frac{18(l+8+n)}{RL\mu} - \frac{1}{6RL} [(l+n)^3 - \mu l^3] \dots\dots\dots (55)$$

$$\frac{d(\gamma - C)}{dl} = \frac{14}{RL} + \frac{18}{RL\mu} - \frac{1}{2RL\mu} [(l+n)^2 - \mu l^2] = 0$$

$$(\mu - 1)l^2 - 2nl + 36 + 28\mu - n^2 = 0$$

故に
$$l_0 = \frac{n - \sqrt{36 + 28\mu - \mu(36 + 28\mu - n^2)}}{\mu - 1} \dots\dots\dots (56)$$

l_0 點に就ての $(\gamma - C)$ の値は、常に $(\gamma - C) \geq 0$ なることを必要とするのであるが、若し直線部分に於て必須なる線路間隔として、直線建築限界の幅員 (3000 mm) を基準とし $\gamma_0 = 3000 \text{ mm}$ となせる場合には、車輛偏心限界の幅員 2954 mm を基準とせる γ_0 の極限最小値 (2954 mm) を採る場合に比し $3000 - 2954 = 46 \text{ mm}$ の餘裕を有するので、理論的には $(\gamma - C) \geq 46 \text{ mm}$ の範圍に於ては、上下軌道に於ける車輛の運行には支障を生ずべき虞なきものと考へられる。

實用上の準則として、 $(\gamma - C)$ の値を幾許に止め、車体の最大偏倚部分の建築限界内への喰込を、幾許迄に制限

すべきかは論議の餘地を存するのであるが、究極する所、接続緩和曲線部に於ては、直線及び円曲線部に於けると同等なる餘裕を存し得べからざる制約をも有するを以て、或る程度の喰込は之を認むべきである。

併し又一面には、緩和曲線部分に於ける線路間隔 C の算定に於て、精密なる値を得べき理論的數式は極めて繁瑣にして殆んど實用には供し難く、寧ろ精密に測定せる図上に於て測定すべき性質を有するものとも見らるべきであつて、之に代ふるに (58) 式の如き簡易式に據れる場合に於ては、算定數値の近似性をも考慮し、著しく際疾き喰込を認め難き事も明かである。従て理論的には 46 mm 以内の喰込を許し得べしとするも、實用上には 15~20 mm の喰込に止め、各様の場合に依り適宜鑑別取捨すべきを要とする。

(iv) 緩和曲線部分線路間隔の最大過不足量 直線と曲線とを接続するとき、此等の基本間隔を擴大すべき動因は、専ら接続緩和曲線部分に於ける線路間隔の缺如を補正すべきに在るは絮説の通りである。以下各項に於て補正の方法を講ずべき目標を掴まんが爲に、所定の敷設方法に依る緩和曲線に於ける線路間隔の過不足に就て、具體的數値を求めて見る。

例 示 1°

$$R=100 \text{ m}, \quad L=\varepsilon \times 360=0.165 \times 360=59.400 \text{ m}, \quad F=1.465 \text{ m},$$

$$\gamma_0=3000 \text{ mm}, \quad \gamma_1=\gamma_0+\frac{14}{R}+\frac{18}{R_0} \text{ なるとき}$$

$$(51) \text{ 式に依り } \gamma_1=3.000+\frac{14}{100}+\frac{18}{100-3.000-\frac{14}{100}}=3.000+0.140+0.186=3.326 \text{ m}$$

$$R_0=100-3.326=96.674 \text{ m}, \quad F_0=F+\gamma_1-\gamma_0=1.465+3.326-3.000=1.791 \text{ m}$$

$$L_0=R_0\sqrt{56-56\sqrt{1-\frac{6F_0}{7R_0}}}=96.674\sqrt{56-56\sqrt{1-\frac{6 \times 1.791}{7 \times 96.674}}}$$

$$=96.674\sqrt{0.44632}=96.674 \times 0.66807=64.585 \text{ m}$$

$$n=\frac{1}{2}(64.585-59.400)=2.593 \text{ m}, \quad RL=59.4 \times 100=5940$$

$$R_0L_0=64.585 \times 96.674=6243.69029, \quad \mu=\frac{R_0L_0}{RL}=\frac{6243.69029}{5940}=1.05113$$

$$(56) \text{ 式に依り } l_0=\frac{2.953-\sqrt{36+28 \times 1.05113-1.05113(36+28 \times 1.05113-2.593^2)}}{1.05113-1}$$

$$=\frac{2.593-1.92923}{0.05113}=12.982 \text{ m}$$

$$(55) \text{ 式に依り } (\gamma-C)=\frac{14 \times 12.982}{5940}+\frac{18(12.982+8+2.593)}{6243.69029}$$

$$-\frac{1}{6 \times 6243.69029} \{ (12.982+2.593)^2-1.05113 \times 12.982^2 \}$$

$$=0.03060+0.06796-0.03946=0.05910 \text{ m}=59.10 \text{ mm}$$

$$(53) \text{ 式に依り } C=3000+39.46=3040 \text{ mm}$$

$$(54) \text{ 式に依り } \gamma=3000+30.69+67.96=3099 \text{ mm}$$

例 示 2°

$$R=50 \text{ m}, \quad L=59.40 \text{ m}, \quad F=2.903 \text{ m}, \quad \gamma_0=3000 \text{ mm}, \quad \gamma_1=\gamma_0+\frac{14}{R}+\frac{18}{R_0} \text{ なるとき}$$

$$\gamma_1 = 3.000 + \frac{14}{50} + \frac{18}{50 - 3.0 - \frac{14}{50}} = 3.000 + 0.280 + 0.385 = 3.665 \text{ m}$$

$$R_0 = 50 - 3.665 = 46.335 \text{ m}, \quad F_0 = 2.903 + 3.665 - 3.000 = 3.568 \text{ m}$$

$$L_0 = 46.335 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6 \times 3.568}{7 \times 46.335}}} = 63.521 \text{ m}, \quad n = \frac{63.521 - 59.40}{2} = 2.061 \text{ m}$$

$$RL = 59.4 \times 50 = 2970, \quad R_0 L_0 = 46.335 \times 63.521 = 2943.24554, \quad \mu = \frac{2943.24554}{2970} = 0.99099$$

$$l_0 = \frac{2.061 - \sqrt{36 + 28 \times 0.99099 - 0.99099(36 + 28 \times 0.99099 - 2.061^2)}}{0.99099 - 1} = \frac{2.061 - 2.18719}{-0.00901} = 14.006$$

$$(\gamma - C) = \frac{14 \times 14.006}{2970} + \frac{18(14.006 + 8 + 2.061)}{2943.24554} - \frac{1}{6 \times 2943.24554} \{ (14.006 + 2.061)^2 - 0.99099 \times 14.006^2 \}$$

$$= 0.06602 + 0.14719 - 0.08069 = 0.13252 \text{ m} = 132.52 \text{ mm}$$

従て $\gamma = 3000 + 66.02 + 147.19 = 3213 \text{ mm}$, $C = 3000 + 80.69 = 3081 \text{ mm}$

即ち $\gamma_0 = 3000 \text{ mm}$, $\gamma_1 = 3000 + E \text{ (mm)}$ なるとき

$$R = 100 \text{ m} \quad \text{にては} \quad (\gamma - C) = 59 \text{ mm} > 46 \text{ mm}$$

$$R = 50 \text{ m} \quad \text{にては} \quad (\gamma - C) = 133 \text{ mm} > 46 \text{ mm}$$

則ち、接続緩和曲線部分に於ける線路間隔の欠如は、起曲点より $R=50$ 及び 100 m なるとき、夫々 14.006 及び 12.982 m (緩和曲線長 59.4 m の約 $1/4$) なる地點に於て最大であつて、夫々 133 及び 59 mm の不足を生ずる。結局、孰れも基本間隔内へ理論的には喰込み得べき最大限 46 mm も超過すべき爲に、列車の運行に支障すべくして許し得べからざるは論なき處である。

斯くて、直線又は円曲線部分の線路間隔に對し、豫め剰餘の間隔を與ふべき必要を生じ、その孰れに幾許の剰餘を與ふべきかの得失考究をも必要とする。

(3) 常用間隔の設定

相互に接続せられたる直曲兩線部分に於て保たるべき線路間隔即ち常用間隔は、接続緩和曲線部分の間隔欠如を補正すべき爲に、各々独自の立場に於て保たるべき基本間隔に賦與せらるべき剰餘間隔の選定に依りて設定せられる。

由來、緩和曲線部分の間隔欠如を補正せんが爲には、必ずしも直曲兩線部分共に剰餘を與ふるを要せずして、孰れか一方のみに與ふべき剰餘に依りても補正し得べきであるが、円曲線部分に與ふべき剰餘は、直線部分に於てするときには著しく過大なる剰餘を必要とするのみならず、通常挿入し得べき長さの緩和曲線にては、円曲線部分に與ふべき剰餘のみに依りては、實用上不可能に近き莫大なる剰餘を與ふるも猶且補正を完からしめ難き場合さへも生じ得べきである。併し又、直線部分に與ふべき剰餘は、円曲線に於てする場合の局部的なるに對し、全面的に波及すべくしてその影響廣汎なるが爲に、直線部分の剰餘のみに依り補正すべきことは必ずしも得策なりとはなし難い。要は接続すべき円曲線の半径の大小に依り、補正すべき間隔欠如の量の大小並に之が補正の爲に直曲各線部分に與ふべき剰餘の影響に關し、夫々單純復線又は有柱復線軌道線路の場合に就ての均衡をも考慮し、その孰れに幾許を與ふべきかを選定すべきであつて、此等の考査研究は、即ち本稿の目的となせる線路間隔調整の基調を爲すべき事柄である。

(i) 直曲各線部分に與ふべき剰餘間隔の効果と目標 單純復線軌道線路に就て、各々基本間隔を保てる直曲

兩線部分を接続するとき、接続緩和曲線部分に於ける間隔缺如の量は、前項例示 1° 及び 2° に依り、円曲線半径 $R=50$ 及び 100 m なるとき夫々 133 及び 59 mm なることが示されてゐる。之が補正の爲には、直曲兩線部分共に剩餘を與ふるものとするも、少くとも 133 及び 59 mm の剩餘を必要とすべきであつて、孰れか一方のみに與ふべき剩餘に於てせんが爲には、之に倍徙せる過大なるものなるべきは推測に難からざる處である。斯くて、接続円曲線半径と賦與すべき剩餘との間には或る限界を設くべきことが考へられる。

今、直線又は曲線部分に與ふべき剩餘に依り緩和曲線部分の間隔缺如を補正し得べき效果に就ての割合を求めて見る。

例示 3°

$R=50$ m, $L=59.4$ m, $F=2.903$ m, $C_0=(\gamma_0+50)=3050$ mm, $C_1=(\gamma_0+50)+E$ なるとき

$$C_1 = 3.050 + \frac{14}{50} + \frac{18}{50 - 3.050 - \frac{14}{50}} = 3.050 + 0.280 + 0.386 = 3.716 \text{ m}$$

$$R_0 = 50 - 3.716 = 46.284 \text{ m}, \quad F_0 = 2.903 + 3.716 - 3.05 = 3.569 \text{ m}$$

$$L_0 = 46.284 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6 \times 3.569}{7 \times 46.284}}} = 46.284 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - 0.0661}} = 46.284 \times 1.8717 = 63.4823 \text{ m}$$

$$n = \frac{63.4823 - 59.4}{2} = 2.0412 \text{ m}, \quad RL = 50 \times 59.4 = 2970$$

$$R_0 L_0 = 46.284 \times 63.4823 = 2938.2148, \quad \mu = \frac{2938.2148}{2970} = 0.9893$$

$$i_0 = \frac{2.0412 - \sqrt{36 + 28 \times 0.9893 - 0.9893(36 + 28 \times 0.9893 - 2.0412^2)}}{0.9893 - 1}$$

$$= \frac{2.0412 - \sqrt{36 + 27.7004 - 58.8969}}{-0.0107} = \frac{2.0412 - 2.1916}{-0.0107} = \frac{-0.1504}{-0.0107} = 14.056 \text{ m}$$

$$\gamma = 3.000 + \frac{14 \times 14.056}{2970} + \frac{18(14.056 + 8 + 2.0412)}{2938.2148} = 3.000 + 0.0663 + 0.1476 = 3.2139 \text{ m}$$

$$C = 3.050 + \frac{1}{6 \times 2938.2148} \{ (14.056 + 2.0412)^2 - 0.9893 \times 14.056^2 \}$$

$$= 3.050 + \frac{1}{17629.2888} \{ 4171.104 - 2747.3454 \} = 3.050 + 0.0808 = 3.1308 \text{ m}$$

則ち

$$\gamma = 3214 \text{ mm}, \quad C = 3131 \text{ mm}, \quad \gamma - C = 83 \text{ mm}$$

例示 4°

$R=50$ m, $L=59.4$ m, $F=2.903$ m, $C_0=(\gamma_0+50)+100=3150$ mm,

$C_1=(\gamma_0+50)+E$ なるとき, $C_1=3.716$ m, $R_0=46.284$ m

$$F_0 = 2.903 + 3.716 - 3.150 = 3.469 \text{ m}$$

$$L_0 = 46.284 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6 \times 3.469}{7 \times 46.284}}} = 46.284 \sqrt{56 - 54.1716} = 46.284 \times 1.35218 = 62.5843 \text{ m}$$

$$n = \frac{62.5843 - 59.4}{2} = 1.59215 \text{ m}, \quad RL = 50 \times 59.4 = 2970$$

$$R_0 L_0 = 46.284 \times 62.5843 = 2896.6517, \quad \mu = \frac{2896.6517}{2970} = 0.9753$$

$$l_0 = \frac{1.59215 - \sqrt{36 + 28 \times 0.9753 - 0.9753(36 + 28 \times 0.9753 - 1.59215^2)}}{0.9753 - 1} = \frac{1.59215 - \sqrt{4.036}}{-0.0247} = 16.8724 \text{ m}$$

$$\gamma = 3.000 + \frac{14 \times 16.8724}{2970} + \frac{18(16.8724 + 8 + 1.59215)}{2896.6517} = 3.000 + 0.0795 + 0.1645 = 3.244 \text{ m}$$

$$C = 3.150 + \frac{1}{6 \times 2896.6517} \{ (16.8724 + 1.59215)^2 - 0.9753 \times 16.8724^2 \}$$

$$= 3.150 + \frac{1}{17379.9102} \{ 6295.2964 - 4803.1991 \} = 3.150 + 0.08585 = 3.23585 \text{ m}$$

則ち $\gamma = 3.244 \text{ mm}$, $C = 3.236 \text{ mm}$, $\gamma - C = 8.0 \text{ mm}$

例示 5°

$R = 50 \text{ m}$, $L = 59.4 \text{ m}$, $F = 2.903 \text{ m}$, $C_0 = (\gamma_0 + 50) = 3.050 \text{ mm}$, $C_1 = (\gamma_0 + 50) + E + 100 \text{ (mm)}$ なるとき。

$$C_1 = 3.150 + \frac{14}{50} + \frac{18}{50 - 3.150 - \frac{14}{50}} = 3.8165 \text{ m}$$

$$R_0 = 50 - 3.816 = 46.1835 \text{ m}, \quad F_0 = 2.903 + 3.8165 - 3.050 = 3.6695 \text{ m}$$

$$L_0 = 46.1835 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6 \times 3.6695}{7 \times 46.1835}}} = 46.1835 \sqrt{56 - 54.0568} = 46.1835 \times 1.3939 = 64.3752 \text{ m}$$

$$n = \frac{64.3752 - 59.4}{2} = 2.4876 \text{ m}, \quad RL = 50 \times 59.4 = 2970$$

$$R_0 L_0 = 46.1835 \times 64.3752 = 2973.072, \quad \mu = \frac{2973.072}{2970} = 1.001$$

$$l_0 = \frac{2.4876 - \sqrt{36 + 28 \times 1.001 - 1.001(36 + 28 \times 1.001 - 2.4876^2)}}{1.001 - 1} = \frac{2.4876 - \sqrt{6.13036}}{0.001}$$

$$= \frac{2.4876 - 2.4759}{0.001} = \frac{0.0117}{0.001} = 11.700 \text{ m}$$

$$\gamma = 3.000 + \frac{14 \times 11.700}{2970} + \frac{18(11.700 + 8 + 2.4876)}{2973.072} = 3.000 + 0.05515 + 0.13433 = 3.18948 \text{ m}$$

$$C = 3.050 + \frac{1}{6 \times 2973.072} \{ (11.700 + 2.4876)^2 - 1.001 \times 11.700^2 \}$$

$$= 3.050 + \frac{1}{17838.432} \{ 2855.79354 - 1603.21461 \} = 3.050 + \frac{1252.57893}{17838.432}$$

$$= 3.050 + 0.07022 = 3.12022 \text{ m}$$

則ち $\gamma = 3.190 \text{ mm}$, $C = 3.120 \text{ mm}$, $\gamma - C = 69.0 \text{ mm}$

上記の例示の結果を綜合するに、 $R = 50 \text{ m}$ なる場合次の如くなる。

$$\text{例示 3° に於て } \left. \begin{array}{l} C_0 = 3.050 \text{ mm} \\ C_1 = 3.050 + E \end{array} \right\} \text{ なるとき } \left\{ \begin{array}{l} l_0 = 14.056 \text{ m}, \quad \gamma = 3.264 \text{ mm} \\ C = 3.131 \text{ mm}, \quad (\gamma - C) = 83 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\text{例示 4° に於て } \left. \begin{array}{l} C_0 = 3.050 + 100 \text{ (mm)} \\ C_1 = 3.050 + E \end{array} \right\} \text{ なるとき } \left\{ \begin{array}{l} l_0 = 16.872 \text{ m}, \quad \gamma = 3.244 \text{ mm} \\ C = 3.236 \text{ mm}, \quad (\gamma - C) = 8.0 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\text{例示 5° に於て } \left. \begin{array}{l} C_0 = 3.050 \text{ mm} \\ C_1 = 3.050 + E + 100 \text{ (mm)} \end{array} \right\} \text{ なるとき } \left\{ \begin{array}{l} l_0 = 11.700 \text{ m}, \quad \gamma = 3.190 \text{ mm} \\ C = 3.120 \text{ mm}, \quad (\gamma - C) = 69.0 \text{ mm} \end{array} \right.$$

此等各々の場合に就て見るに、緩和曲線部分に於て最大なる間隔缺如を生ずべき l_0 點の位置は、各々多少相違

せるを以て、各々の場合に於ける間隔の不足量に就きて直接せる比較を求め難きも、要するに、直曲兩線部分の基本間隔に各々 50 mm の剩餘を與へたる 例示 3° には、緩和曲線部分に於ける間隔缺如 $(\gamma-C)=83$ mm [例示 2° ($C_0=\gamma_0=3000$ mm, 剩餘=0) に於ける $(\gamma-C)=133$ mm と一致す] なるを基準として比較すれば、更に直線部分のみに 100 mm の剩餘を追加せる 例示 4° に於ては、 $(\gamma-C)=8.0$ mm に減少せられ、結局追加剩餘 100 mm に依りて $83-8=75$ mm だけ補正せらるべきに對し、追加剩餘を直線部分に加ふるに代へ円曲線部分に於てせる 例示 5° に在りては、 $(\gamma-C)=69.0$ mm にして、僅かに $83-69=14$ mm を補正し得るに止まるべきことを示すものである。

則ち緩和曲線部分の間隔缺如は、直線部分に與へらるべき剩餘に依りてはその約 75% だけ補正せらるべきも、円曲線部分に與ふる剩餘に依りては僅かにその 14% だけ補正せらるゝに過ぎざることが識られる。

又別に、例示 2° ($R=50$ m) の場合に於て、各々基本間隔を保てる直曲兩線部分を其儘接続せる場合には $(\gamma-C)=133$ mm なるに對し、例示 3° ($R=50$ m) に於けるが如く、直曲兩線部分に各々 50 mm の剩餘を與へたる場合には、 $(\gamma-C)=83$ mm にして結局 $133-83=50$ mm だけ補正せられ、正に賦與せる剩餘の 100% が補正に寄與すべきことが示されてゐる。

如上の事例に依りて、緩和曲線部分の間隔缺如を補正すべき爲に、直線又は曲線部分に加ふべき剩餘の量をも大凡推定し得べきこととなつた。

例之、例示 1° 及び 2° の場合の夫々の間隔缺如の量、59 及び 133 mm を補正せんが爲に要すべき剩餘量は下表の如くなる。

	$R=100$ m, $(\gamma-C)=59$ mm を補正すべき剩餘	$R=50$ m, $(\gamma-C)=133$ mm を補正すべき剩餘
直曲兩線部分に與ふる場合の剩餘	$59 \times \frac{100}{100} = 59$ mm	$133 \times \frac{100}{100} = 133$ mm
直線部分のみに " "	$59 \times \frac{100}{75} \doteq 79$ mm	$133 \times \frac{100}{75} \doteq 177$ mm
円曲線部分のみに " "	$59 \times \frac{100}{14} \doteq 421$ mm	$133 \times \frac{100}{15} \doteq 950$ mm

之に依れば、 $R=50$ m の円曲線の接続にては、直曲兩線部分に與ふべき剩餘に依るも 133 mm を要し、全線路の間隔を斯く過大ならしむるは不得策なること及び後段解説すべき特殊の事情の爲に、直線部分に與ふべき剩餘は結局 50 mm 内外の範圍に止め、從て接続曲線半径の目標を $R=100$ m 内外に制限すべきことが考へられる。

而して、 $R=100$ m 円曲線との接続に在りても、直線部分の剩餘のみにて補正せんには、約 79 mm の剩餘を與ふべきを以て、成るべく之を低下せんが爲め、且又得失權衡の上より實地の仕様は、必ず常に直曲兩線部分共通に剩餘を與ふべき場合を採用することとする。さすれば、 $R=100$ m の円曲線との接続には、全く基本間隔を犯さざるものとするも、剩餘は約 59 mm にて足るべきである。

円曲線部分には常に直線部分と同等なる剩餘を與ふべきこととなせるは、上記の理由の外に、總じて円曲線部分にては、直線部分に於けるよりも基準とすべき線路間隔の比較的寛容ならしむべき通則より推して、少くとも直線部分と同等ならしめんが爲にせるものである。一般に直線部分に對し與へらるべき剩餘間隔は、緩和曲線始曲點附近の一局部以外は、車輛の運行關係からは全く剩餘に始終すべくして、線路作業其他のみに有効に利用せらるべきものであつて、円曲線部分にても同等なる餘裕を有せしむべきは最も望ましき所であらう。

(ii) 共通剩餘間隔 (α) 及び接続円曲線の限度半径 (R_c) 共通剩餘間隔 (α) の選定は接続円曲線半径との

關々係に於て爲さるべきである。實用上の數値を定めんが爲に

$$\begin{aligned} \text{直線部分の常用間隔} & C_0 = \gamma_0 + 50 = 3050 \text{ mm} \\ \text{円曲線部分の " } & C_1 = (\gamma_0 + 50) + E = C_0 + E \end{aligned}$$

なる場合に就て、 $R=50, 60, 65, 70$ 及び 100 m なる円曲線との接続に於ける、緩和曲線部分線路間隔の缺如關係數値を算定し之を上表して表-1を得。更に此等の數値に依り R と $(\gamma-C)$ との關係を示すべき線図を求め図-18を得た。

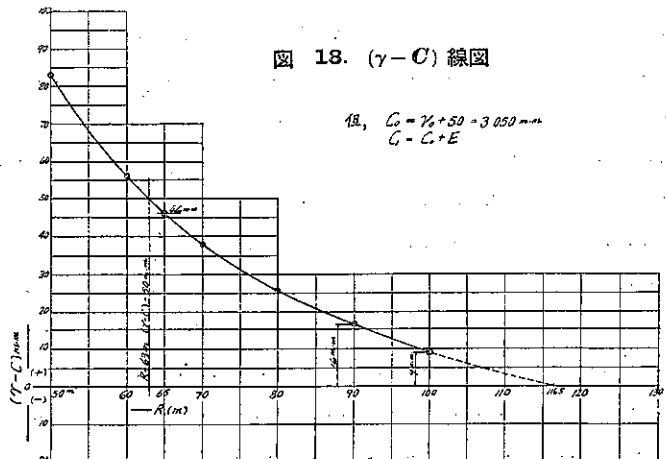
表 1 $C_0 = 3050 \text{ mm}$, $C_1 = C_0 + E$ に就ての接続緩和曲線部分の間隔過不足關係數値

要 項	$R \text{ (m)}$	50	60	65	70	100
L (外側軌道緩和曲線長)	(m)	59.400	59.400	59.400	59.400	59.400
F (同上の移程)	(m)	2.903	2.434	2.251	2.091	1.465
$C_1 = C_0 + \frac{14}{R} + \frac{18}{R - C_0 - \frac{14}{R}}$	(m)	3.716	3.601	3.557	3.520	3.376
$R_0 = R - C_1$	(m)	46.284	56.399	61.443	66.480	96.624
$F_0 = F + C_1 - C_0$	(m)	3.569	2.985	2.758	2.561	1.791
$L_0 = R_0 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6\mu_0}{7R_0}}}$	(m)	63.482	63.924	64.075	64.194	64.535
$n = \frac{L_0 - L}{2}$	(m)	2.0412	2.262	2.338	2.397	2.593
$\mu = \frac{R_0 L_0}{R L}$		0.9893	1.0116	1.0196	1.0263	1.0507
$l_0 = \frac{n - \sqrt{36 + 28\mu - \mu(36 + 28\mu + n^2)}}{\mu - 1}$	(m)	14.056	13.570	13.371	13.278	12.687
$\gamma = \gamma_0 + \frac{14l_0}{R L} + \frac{18(l_0 + 8 + n)}{\mu R L}$	(m)	3.214	3.172	3.157	3.144	3.098
$C = C_0 + \frac{1}{6\mu R L} [(l_0 + n)^2 - \mu l_0^2]$	(m)	3.131	3.116	3.111	3.106	3.089
$(\gamma - C)$	(mm)	83	56	46	38	9

備考 $R=50 \text{ m}$ に対する數値は前掲例示 3° に同じ

図-18の曲線は、 $R=50 \sim 100 \text{ m}$ 円曲線に就きて、接続すべき直曲兩線部分に各々 $\alpha=50 \text{ mm}$ の剩餘を與ふる場合、円曲線半径と接続緩和曲線部分に於ける線路間隔の過不足關係を示すものであつて、之に依れば間隔缺如の處なき円曲線半径は $R=117 \text{ m}$ 以上にして、 $R=65, 90$ 及び 100 m にては夫々 $46, 16$ 及び 9 mm の缺如を生ずべきことが示されてゐる。

又本図に依りて、 $(\gamma - C) = 50 \text{ mm}$ に對する円曲線半径は $R=63 \text{ m}$ なるを以て



若し直曲兩線部分共に $\alpha=100$ mm の剩餘を與へたりとせば、緩和曲線部分に於て間隔缺如の眞なかるべき円曲線半径は $R=63$ m なることも推測せられるのである。

高速鉄道線路に於て、 $R=100$ m 内外の曲線は通常起り得べきことを以て、少くとも半径 100 m の曲線との接続に常備すべきは當然なることにして、此場合 $\alpha=50$ mm の剩餘間隔を以てせば、緩和曲線部分の間隔缺如は 9 mm にして、從て間隔缺如なからしめんが爲には、59 mm の剩餘を以てすべきである。

併し、車輛の運行に支障なかるべき極限までには、許し得べき理論的間隔缺如は 46 mm なることは先に述べた。図-18 に依り、 $(\gamma-C)=46$ mm に對しては $R=65$ m なるを以て、 $\alpha=50$ mm の剩餘を與へたる場合に於て、車輛の運行に支障なき理論的限度半径は $R_t=65$ m なるべき論理も成立すべきことである。

此處には、東京地下鉄道會社線に於ける線路間隔とも融合せしむべき爲に、單純複線軌道線路に於て直線部分に與ふべき剩餘間隔を 50 mm と定め、同時に円曲線部分にも常に之と同一なる剩餘 50 mm を與ふるものとし、無條件にて接続し得べき円曲線の限度半径を 90 m と定める。

即ち $\alpha=50$ mm, $R_t=90$ m

此場合、図-18 に依り $R=90$ m に對する緩和曲線部分の間隔缺如は約 16 mm なるを以て、理論的には建築限界に喰込み得べき限度 46 mm の約 1/3 だけ基本間隔を犯すべきこととなるが、猶 30 mm の餘裕を有するものである。

(iii) 追加剩餘間隔 (β) 限度半径 $R_t=90$ m 以内の円曲線と直線との接続に當り、各半径円曲線の線路間隔に追加すべき剩餘間隔 β を定めんが爲に、 $R=50\sim 85$ m の円曲線に就て、各別に円曲線部分線路間隔に 100~1500 mm の摸索的剩餘 (B を以て表はす) を追加せる場合に於て、接続緩和曲線部分に於ける間隔過不足に關する數値を算出上表して表-2 (1°~7°) を得、更に此等の數値に依り、各半径円曲線に於ける (B) と $(\gamma-C)$ との關係を示すべき線図を求め 図-19 を得た ($R=85$ m に對する數値表は便宜省略する)。

表 2-(1°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し、

$$R=50 \text{ m } (L=59.400 \text{ m}, F=2.903 \text{ m})$$

$$C_0=\gamma_0+50=3050 \text{ mm},$$

$$C_1=C_0+\left\{\frac{14}{R}+\frac{18}{R-\frac{14}{R}-(C_0+B)}\right\}+B \text{ なるとき。}$$

要 項	B (m)	0.350	0.450	0.500	1.000	1.500
C_1	(m)	4.0686	4.169	4.220	4.724	5.228
$R_0=R-C_1$	(m)	45.9314	45.831	45.780	45.276	44.772
$F_0=F+C_1-C_0$	(m)	3.9226	4.023	4.074	4.578	5.082
L_0	(m)	66.380	67.1195	67.5255	71.328	74.805
n	(m)	3.490	3.8598	4.0627	5.964	7.7025
μ		1.0265	1.0357	1.0408	1.087	1.1276
l_0	(m)	7.762	6.6974	6.1764	2.644	0.5376
γ	(m)	3.1503	3.140	3.1353	3.105	3.0898
C	(m)	3.1016	3.0969	3.0947	3.0819	3.0778
$(\gamma-C)$	(m)	0.0487	0.0431	0.0406	0.0231	0.012

表 2-(2°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=55\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.648\text{ m}$) C_0 及び C_1 は (1°) に同じ。

要 項	B (m)	0.000	0.100	0.500	0.800	1.300
C_1	(m)	3.653	3.7533	4.1561	4.458	4.9617
$R_0 = R - C_1$	(m)	51.347	51.2467	50.8439	50.542	50.0383
$F_0 = F + C_1 - C_0$	(m)	3.251	3.3513	3.7541	4.056	4.5597
L_0	(m)	63.731	64.6272	68.2427	70.759	74.7022
n	(m)	2.166	2.6136	4.4213	5.680	7.6511
μ		1.00165	1.0137	1.0621	1.09467	1.1442
l_0	(m)	13.776	11.351	5.431	3.112	0.625
γ	(m)	3.191	3.1680	3.1159	3.0979	3.0810
C	(m)	3.123	3.1124	3.0877	3.0801	3.0752
$(\gamma - C)$	(m)	0.068	0.0556	0.0281	0.0178	0.0058

表 2-(3°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=60\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.434\text{ m}$) C_0 及び C_1 は (1°) に同じ。

要 項	B (m)	0.300	0.500	0.750	1.000	1.300
C_1	(m)	3.902	4.104	4.355	4.606	4.908
$R_0 = R - C_1$	(m)	56.098	55.896	55.645	55.394	55.092
$F_0 = F + C_1 - C_0$	(m)	3.288	3.490	3.741	3.992	4.294
L_0	(m)	66.957	68.896	71.202	73.431	75.996
n	(m)	3.778	4.748	5.901	7.015	8.298
μ		1.035	1.080	1.111	1.141	1.174
l_0	(m)	6.941	4.798	2.312	1.353	0.001
γ	(m)	3.1186	3.1008	3.0869	3.0777	3.0700
C	(m)	3.090	3.0825	3.0768	3.0739	3.0727
$(\gamma - C)$	(m)	0.0286	0.0183	0.0101	0.0038	-0.0028

表 2-(4°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=65\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.251\text{ m}$) C_0 及び C_1 は (1°) に同じ。

要 項	B (m)	0.000	0.200	0.500	0.900
C_1	(m)	3.557	3.7578	4.0592	4.4613
$R_0 = R - C_1$	(m)	61.4432	61.2422	60.9408	60.5388
$F_0 = F + C_1 - C_0$	(m)	2.758	2.9588	3.2603	3.6622
L_0	(m)	64.075	66.3020	69.4603	73.470
n	(m)	2.333	3.4510	5.0302	7.035
μ		1.01967	1.0516	1.0963	1.1519
l_0	(m)	13.371	8.268	4.291	1.3535
γ	(m)	3.1568	3.1174	3.0892	3.07123
C	(m)	3.1109	3.09166	3.07848	3.07201
$(\gamma - C)$	(m)	0.0459	0.0257	0.01072	-0.00078

表 2-(5°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=70\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.091\text{ m}$) C_0 又は C_1 は (1°) に同じ。

要 項	B (m)	0.100	0.200	0.400	0.660
C_1	(m)	3.620	3.720	3.921	4.182
$R_0=R-C_1$	(m)	66.380	66.280	66.079	65.815
$F_0=F+C_1-C_0$	(m)	2.661	2.761	2.962	3.223
L_0	(m)	65.523	66.5451	68.8741	71.6758
n	(m)	3.0619	3.5726	4.7371	6.1379
μ		1.046	1.0600	1.0945	1.1345
l_0	(m)	9.860	7.935	4.9068	2.5211
γ	(m)	3.1197	3.1063	3.0863	3.0721
C	(m)	3.0943	3.0876	3.0781	3.0723
$(\gamma-C)$	(m)	0.0254	0.0187	0.0082	-0.0002

表 2-(6°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=75\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=1.948\text{ m}$) C_0 及び C_1 は (1°) に同じ。

要 項	B (m)	0.200	0.400	0.600
C_1	(m)	3.689	3.889	4.090
$R_0=R-C_1$	(m)	71.311	71.111	70.910
$F_0=F+C_1-C_0$	(m)	2.588	2.788	2.989
L_0	(m)	66.654	69.177	71.591
n	(m)	3.627	4.889	6.096
μ		1.0669	1.104	1.139
l_0	(m)	7.834	4.628	2.599
γ	(m)	3.0984	3.0786	3.0674
C	(m)	3.0848	3.0756	3.0709
$(\gamma-C)$	(m)	0.0136	0.0030	-0.0035

表 2-(7°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し, $R=80\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=1.829\text{ m}$) C_0 及び C_1 は (1°) に同じ。

要 項	B (m)	0.200	0.400	0.600
C_1	(m)	3.660	3.860	4.061
$R_0=R-C_1$	(m)	76.340	76.139	75.938
$F_0=F+C_1-C_0$	(m)	2.439	2.639	2.840
L_0	(m)	67.060	69.713	72.239
n	(m)	3.830	5.156	6.419
μ		1.077	1.117	1.154
l_0	(m)	7.681	4.139	2.168
γ	(m)	3.0912	3.0708	3.0608
C	(m)	3.0838	3.0727	3.0689
$(\gamma-C)$	(m)	0.0074	0.0019	0.0081

図-19 に就て見るに、円曲線部分に與ふべき剩餘に依りて接続緩和曲線部分の間隔を補正すべきは、豫期の如く極めて難事であつて、最小半径 $R=50\text{ m}$ 円曲線との接続に在りては、その間隔缺如量 83 mm (表-1 及び 図-18 参照) の全部を補正せんが爲には約 2500 mm の剩餘を追加すべきこととなり、實用に供し難き莫大なる數値である。即ち此場合には円曲線部分に與へたる剩餘の僅かに 3.3% だけが間隔缺如を補正し得るに過ぎざるものである。

(註 此事柄は、先に $R=50\text{ m}$ の円曲線との接続に就て円曲線部分に與へたる 100 mm の剩餘は、その 14% 即ち 14 mm だけ間隔缺如を補正し得べしとなせるに符合せざる様なるも、図-18 に於ける線図の傾斜工合にて示さるゝ如く、円曲線部分に與ふべき $100\sim 300\text{ mm}$ の如き小なる剩餘は、その約 10% 以上が補正に寄與し得べきも、 $1000\sim 1500\text{ mm}$ の如き大なる剩餘は、その約 5% が有效なるに止まり、概して剩餘の補正に寄與し得べき効果は剩餘が遞加せらるゝに従ひ著しく薄弱なるものなることに依て辨證せられる。)

此處に β を定むべき實地の仕様としては、先に限度半径 $R_t=90\text{ m}$ を定むるに當りては 16 mm の間隔缺如 (即ち限界への喰込) を許容せるを以て、限度半径以内の円曲線に就ても、 $15\sim 20\text{ mm}$ (中間量は 17.5 mm) の喰

込を認むることとして追加剩餘 β を定めることとする。

此目的の爲に、圖-19 の各線図に依り、 $(\gamma-C)=17.5\text{mm}$ に相當すべき剩餘 B を求め、此場合の B を追加剩餘 β に代用せる場合の β と R との關係を示すべき線図を描きて圖-20 を得た。

圖-20 は、接続緩和曲線部分に於て $15\sim 20\text{mm}$ の間隔缺如を認むるものとして、各半径に応じ円曲線部分に追加すべき剩餘 β を與ふべきものなるを以て、該條件の下に $R=50\sim 85\text{m}$ の中間任意の各半径円曲線に關する β の値をも求めることが出来る。

今、 $R=50\sim 85\text{m}$ の毎 5m 遞増各半径に就き、夫々所要の剩餘 β を圖-20 上に求め 10mm 毎の切上數値を記上すること下表の如し(括弧内の數値に就ては下記備考参照)。

R (m)	β (mm)
50	1230 (520)
55	800 (300)
60	520 (160)
65	350 (50)
70	230 (0)
75	140 (0)
80	70 (0)
85	30 (0)
90	0

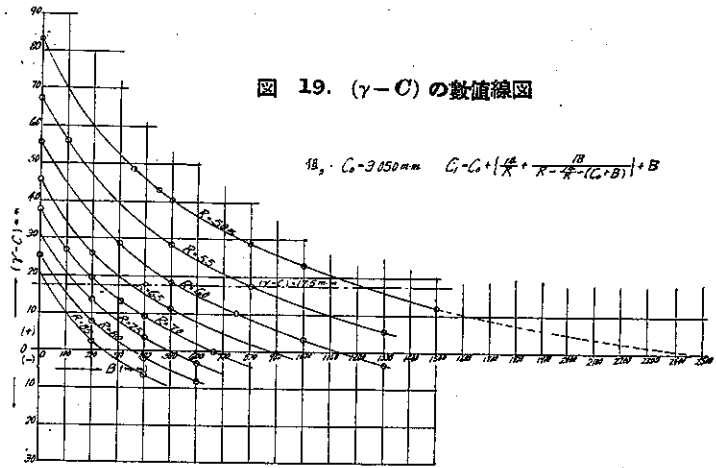


圖 19. $(\gamma-C)$ の數值線圖

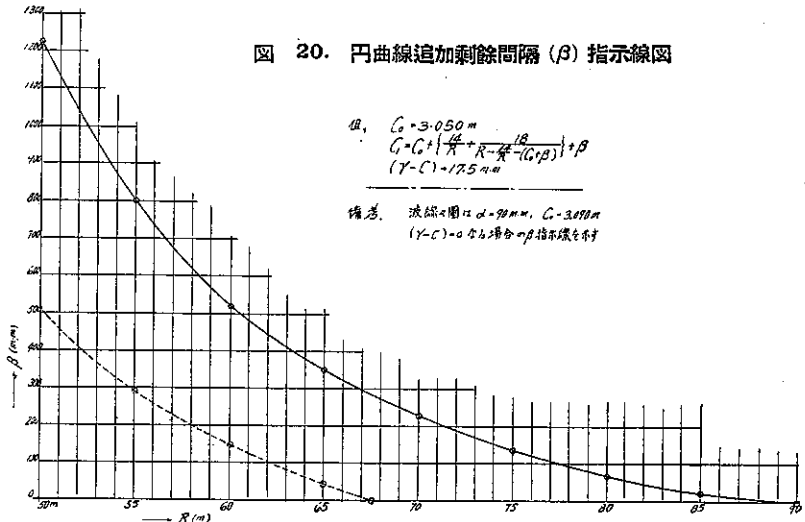


圖 20. 円曲線追加剩餘間隔 (β) 指示線圖

則ち、左表各半径曲線に對する β の値は、當該半径円曲線と直線とを接続する場合に於て、直曲兩線部分共通に與ふべき剩餘 α の外に、更に追加剩餘として曲線部分のみに夫々の β を與ふるものとすれば、接続緩和曲線部分に於ける間隔缺如は $15\sim 20\text{mm}$ の範圍内に止まるべき追加剩餘を示すものである。

備考 單純複線軌道線路に於ける直曲兩線部分の接続に當り、 $\alpha=50\text{mm}$ $R_c=90\text{m}$ の根據に於て、限度半径以内の円曲線部分に與ふべき追加剩餘 β の値は、 $R=60\sim 50\text{m}$ にては $520\sim 1230\text{mm}$ であつて頗る過大なるものである。而かも此場合には、接続緩和曲線部分に於ける線路間隔には $15\sim 20\text{mm}$ の缺如を認めたるものであつて、總て此等の缺陷は α の値が過小なりしに因るものなるは言を俟たぬ。

今、若し之に對し $\alpha=90\text{mm}$ とし、總ての線路間隔は基本間隔以上を保たしむべき場合を考ふるものとすれば、

図-18 の線図に依り $R_t=69\text{ m}$ (70 m とする)であつて、限度半径以内各半径曲線に與ふべき追加剩餘間隔 β の値は、図-19 及び図-20 の線図より類推して求めることが出来る。

図-20 に於て、破線にて示せる線図は即ち $\alpha=90\text{ mm}$, $R_t=70\text{ m}$, $(\gamma-C)=0$ なる根據に於て、限度半径以内の各半径曲線に與ふべき β の値を指示すべき線図であつて、之に依り求めたる β の値は、對比の便宜の爲に括弧内に藏め、前掲 $\alpha=50\text{ mm}$, $R_t=90\text{ m}$, $(\gamma-C)=15\sim 20\text{ mm}$ なる場合の β の値に併記した。而して此等の括弧内の β の値は $R=50\text{ m}$ なる時 $\beta=520\text{ mm}$ であつて、著しく低減せることが識られるのであるが、此方式に於ては、全線の直曲線部分を通じて $\alpha=90\text{ mm}$ の共通剩餘を與ふべき爲に、建設費の低下のみの上には必ずしも得策なりとはなし難い。併し、後段説述せらるゝ中柱を有する複線軌道線路の場合には、その共通剩餘間隔 $\alpha'=100\text{ mm}$ となし、 $(\gamma'-C')=0$ 即ち接続緩和曲線部分に於ける建築限界への喰込を皆無ならしむべき條件下に於て限度半径 $R_t'=70\text{ m}$ が得られ、限度半径以内の曲線に對する追加剩餘間隔に於ても、 $R=50\text{ m}$ に對し $\beta'=450\text{ mm}$ にて足るべき結果に到達せるを以て、之を中柱を有する複線軌道線路に就ての基準仕様と定めたることゝ權衡を保持しめんが爲には、單純複線軌道線路の場合には $\alpha=90\text{ mm}$, $R_t=70\text{ m}$, $(\gamma-C)=0$ を根據とすべきことが推奨せらるべきである。

斯の如く α の値の採り方に依り、 R_t 及び β の値には急激なる変化を生じ、從て又直曲兩線部分の線路間隔及び隧道の大きさは伸縮せらるべきである。線路間隔調整の機微は、高速鉄道線路の線形性状に對處し、此等の相互關聯せる 3 要素即ち α , R_t 及び β の値を繞りて、其間に適當なる各々の値を選定すべきに歸するのである。茲に單純複線軌道線路に對し、 $\alpha=50\text{ mm}$ 及び $R_t=90\text{ m}$ を根據として β を定むべき方式を採れるは、既設地下鉄道線路の仕様と一致せしむべき制限下に於てせるものであつて、自由なる立場に於ては寧ろ $\alpha=90\text{ mm}$ 及び $R_t=70\text{ m}$ なる基準を擇ぶべきものと考へられる。

猶又、一般的に考慮せらるべきことは、先に説述せる α , R_t 及び β の關係は、單純複線軌道線路の直線及び曲線部分の接続關係に於てのみ成立すべきことであつて、單純複線軌道曲線部分と中柱を有する複線軌道直線部分との接続に於けるが如き場合には、全然別途の問題として考究せらるべきことである。實地に於ては、此等特別な場合も當然起り得べきことであるが、此處には單に有柱及び無柱複線軌道線路個々の直線及び曲線を接続すべき基本の場合に就ての考究に止めた。

(iv) 常用間隔 (a) 直線部分の常用間隔 (C_0): 直線部分の常用間隔 C_0 は、基本間隔 γ_0 に共通剩餘間隔 α を加へたるものなるを要し

而して $\gamma_0=3000\text{ mm}$, 又 $\alpha=50\text{ mm}$

と定めたる。以て (47) 式に依り

$$C_0 = \gamma_0 + \alpha = 3000 + 50 = 3050\text{ mm}$$

單純複線軌道線路直線部分の線路常用間隔を 3050 mm となせる場合、各軌道と建築限界各部分との間隔其他配列關係を示せば、附屬圖表 III (3) の通りである。

斯くて、單純複線軌道線路の直線部分線路間隔は、車輪限界の幅員 (2600 mm) に對しては

$$C_0 - 2600 = 3050 - 2600 = 450\text{ mm},$$

の空間を有すべきことゝなり、線路作業其他の要務に對しても相當なるものと認められる。

附記：單純複線軌道線路に於ける直線部分の常用間隔は、線路作業其他を考慮するとき $C_0=3050\text{ mm}$ にては寧ろ狹隘にして、少くとも寛容なるものではない。今若し更に 40 mm を加へ、 $\alpha=90\text{ mm}$ となきば、無條件

にて接続し得べき円曲線の限度半径は $R_c = 70\text{ m}$ に低下し得べく、其他各方面の便宜も考へられるのであるが、本仕様とは最も深き關係を有し且又殆んど全く同一なる規格を有する東京地下鉄道會社線路に對し、公認せられたる單純複線軌道線路直線部分間隔は 3048 mm なるを以て、此處に設定すべき仕様は會社線仕様と一致せしめ得べきものは成る可く一致せしめ、且又公認事項は特に尊重すべき特殊事情の爲に、特に上記の如く $\alpha = 50\text{ mm}$ 、 $C_0 = 3050\text{ mm}$ と定めたるものである。

又限度半径 R_c に就ては、 $C_0 = 3050\text{ mm}$ に對し $R_c = 130\text{ m}$ (圖-18 参照) とせば、總ての線路間隔は基本間隔を保ち得べきを以て、最も好ましきことも前述の通りであるが、本線路の最小円曲線半径を $R = 300\text{ 呎}$ (91.440 m) 迄短縮し得べきことは、是亦東京地下鉄道會社線に對する既認可事項に屬するものである(東京地下鉄道史参照)。然して、本論考究に依りて、 $R = 90\text{ m}$ の円曲線と直線との接続に於て生ずべき間隔缺如は、僅かに 16 mm にして許容範圍に屬するを以て、本仕様は成るべく既設地下線に於ける仕様と一致せんが爲と、主として公認事項は之を尊重すべき意味合から、 91.440 m に最も近き切り良さ數値 90 m を限度半径となせるものである。

(b) 円曲線部分の常用間隔 (C_1): 円曲線部分の常用間隔 C_1 は (52) 式に依り算定せらるべきものであつて、剩餘間隔 (α 及び β) の設定を見たる上は次式の如く書き換へられる。

$$\left. \begin{aligned} \text{即ち} \quad C_1 &= (\gamma_0 + E) + \alpha, & R_1 > 90\text{ m} \\ C_1 &= (\gamma_0 + E) + \alpha + \beta, & R_1 < 90\text{ m} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (57)$$

但し、
$$E = \frac{14}{R_1} + \frac{18}{R_2} \text{ (m)}$$

 R_1, R_2 : 外側及び内側軌道中心線の半径 (m), $R_2 = R_1 - C_1$, $\alpha = 50\text{ mm}$
 β : (圖-20 の線図に依り與へらるべき追加剩餘であつて $R_1 = 50 \sim 90\text{ m}$ に對し $\beta = 1230 \sim 0\text{ mm}$)

今、 R_c を複線軌道中心線の半径とすれば、 $R_c > 100\text{ m}$ なるときは、 R_1 及び R_2 の代りに R_c を以てするも (57) 式に於ける E の値、從て又 C_1 の値に於ける誤差は實用上切捨て得べき些少なる量なるを以て、 $R_c > 100\text{ m}$ 曲線に對する線路間隔の算式としては次式に據ることが出来る。

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= (\gamma_0 + E) + \alpha \text{ (m)}, & R_c > 100\text{ m} \\ \text{但し、} \quad E &= \frac{32}{R_c} \text{ (m)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (58)$$

一般に複線軌道線路の測設には、複線軌道の中心線を測設基線となし、曲線部分の線路間隔は (58) 式に基き、中心線の半径 R_c の 1 元のものに依り容易に定めらるべきものであるが、半径 100 m 以下の曲線を含み特に本論の規格車輛に於けるが如く、車輛の中央部と車端部との曲率偏倚を異にする車輛を運転すべき線路に在りては、 E 及び C_1 の値は (57) 式に基き外側及び内側軌道の曲線半径 R_1 及び R_2 の 2 元に依り算定するに非ざれば不安全側なる稍大なる誤差を生じ、各軌道に於ける車輛運転に對し萬全を期し難きこととなる。而して此場合には内側又は外側軌道の半径の孰れか一方を基準とするも、他の一方の半径及び C_1 を定むることは、繁瑣なる算式に依るか又は厄介なる手續を要するのであつて、此處には先づ、外側軌道の曲線半径 R_1 を基準とし、之に依り所要線路間隔及び R_2 の近似値を求め、 R_2 の該近似値と R_1 とに依り常用間隔 C_1 を算定し、該常用間隔 C_1 と先に求めたる所要線路間隔の近似値との間に於ける誤差だけ R_2 の近似値を修正の上、實用上充分精密なる R_2 の値を求め、必要に応じ常用間隔 C_1 の値にも更に多少の修正を加ふべき方法を採ることとした。

常用間隔設定に關する實地の仕様としては、如上の手續を経て算定せる各半径の曲線に對する常用間隔に就て、 $R_1 < 100\text{ m}$ にては $90 \sim 490\text{ mm}$ 、 $R_c > 100\text{ m}$ にては $30 \sim 90\text{ mm}$ の差別に依り常用間隔の實用數値を定め、設定實用數値の中間數値を必要とすべき半径の曲線に對しは、最も之に近き大なる方の實用數値を用ふることとする。

斯の如く、各半径に對する所要の常用間隔を或る範圍内毎に一定すべき方式は、任意の曲線半径に對し各別の常用間隔を與ふることの實地に於ける繁瑣を避けんが爲に外ならぬのであるが、此方式にては、所期の曲線半径に對

し常用間隔の實用數値を選定したる後は、選定常用間隔と一致する様曲線半径を修正すべきこととなる。

附屬圖表 IV (1), (i), (ii), (iii) は地下鉄道複線軌道線路間隔に就て、適當なりと考へられたる調整を施したる結果、上記の仕様に準じ、實地に於て整備せらるべき線路常用間隔及び隧道内法主要寸法の實用數値を設定上表せるものであつて、線路間隔及び隧道の大きさの所要寸法は $R_0 \leq 100 \text{ m}$ にては (57) 式、 $R_0 > 100 \text{ m}$ にては (58) 式に依り算出せるものである。従て $R_0 > 100 \text{ m}$ なる曲線に對する實用數値は、所定の R_0 を基準とし、夫々の常用間隔を表上に求め、然る後必要に応じ別途に R_1 及び R_2 を算定すべきであつて、 $R_0 \leq 100 \text{ m}$ なるときは、 R_0 の値に最も近き R_1 を基準として夫々常用間隔及び R_2 を表上に求め、然る後必要に応じ R_0 は別途に算定せらるべきである。

附屬圖表 IV (2), (i) 及び (iii) に於ける單純複線軌道線路に關する線路間隔及び隧道の寸法にして、括弧にて包まれたる數値は、有柱複線軌道の線路間隔調整方法との權衡を保たしめんが爲に、單純複線軌道線路に於ける共通剩餘間隔を特に $\alpha = 90 \text{ mm}$ となせる場合の β の値、線路間隔、隧道寸法其他を示せるものであつて、本仕様に於けるが如く、既設地下鉄道會社線の仕様と一致せしむべき拘束を離れたる自由の立場に於て、推奨せらるべき基準數値である。

附記：本仕様に在りては、複線軌道線路曲線部分の測設には、先づ外側軌道円曲線及びその接続緩和曲線を定め、然る後線路間隔、内側軌道曲線半径及びその接続緩和曲線を定むべきこととなせるを以て、一般鉄道線路複線軌道の敷設に於けるが如く、複線中心線を以て測設基線と爲すことは不便である。概して尖鋭なる曲線を含める複線軌道線路の測設には、外側軌道中心線を測設基線となすべきことが推奨せられるのであつて、外側軌道曲線半径には成る可く整数の長さを採るものとせば、常用間隔の算定及び内外兩側軌道の測設とも、比較的簡易にして精確を期し得べきである。

加之、地下鉄道複線軌道の心線（心線とは此處に假稱せるものであつて、複線軌道の幾何学的中心線の謂ではなく、内外軌道の境界線とも唱ふべきを意味し、無柱複線に在りては夫々内側及び外側軌道の屬すべき建築限界の分界線、有柱複線にては中柱建植中心位置を連ねたる線を謂ふ）は、 $R_0 < 100 \text{ m}$ なる場合には内外兩側軌道の幾何学的中心線とは一致せざる爲に、必要に応じ心線を現地に測設すべき場合に在りても、外側軌道中心線を基線とせば、複線中心線を測設基線となすに比し、測設校距の算出及び測設方法とも簡便ならしめ得べきである。

3. 中柱を有する複線軌道線路間隔の調整

中柱を有する複線軌道の線路間隔の調整は、單純複線軌道線路の場合とは稍趣を異にすべきも、略同様な手續に依り所要間隔を設定することが出来る。即ち、各々基本間隔を保てる直曲兩線部分の接続に當り、接続緩和曲線部分線路間隔の過不足を補正すべき爲に設くべき剩餘間隔に就きて適當なる調整を行ひ、以て適正なる線路間隔を設定すべき順序を踏むべきである。

(1) 直線及び円曲線部分の線路間隔

(i) 直線部分の所要間隔

- 今、
 γ_0 ：直線に於ける單純複線軌道線路の基本間隔 (3 000 mm)
 γ_0' ：中柱を有する複線軌道線路（以下有柱複線と呼ぶ）の直線獨自の立場に於ける所要間隔（直線の基本間隔と呼ぶ）
 α' ：直曲兩線部分接続の爲に直曲兩線部分共通に賦與すべき剩餘間隔
 I ：中柱建植限界
 C_0' ：円曲線と接続せられたる直線部分の所要間隔（直線の常用間隔と呼ぶ）

とすれば

$$C_0' = \gamma_0' + \alpha', \quad \gamma_0' = \gamma_0 + I$$

中柱建植限界は、此處には鋼中柱の場合を考へ、その幅員を 400 mm とし、通常豫期せらるべき製作の歪み及び建植位置の誤差として左右各々 25 mm の餘裕を見込むこととすれば

$$I = 400 + 2 \times 25 = 450 \text{ mm}, \quad \text{從て } \gamma_0' = \gamma_0 + I = 3000 + 450 = 3450 \text{ mm}$$

$$C_0' = r_0' + \alpha' = 3450 + \alpha' \dots\dots\dots (59)$$

註：中柱が鉄筋コンクリート造なる柱又は隔壁構造なる場合には、鋼柱に比し多少幅員にも相違あるべく、又建植誤差は少くとも左右各 50 mm 内外を見込むべきであつて、自づから鋼柱の場合とは所要間隔を異にするべきを以て、剩餘間隔の考査選定にも影響すべきであるが、之に依て生ずべき剩餘間隔の量的差違は、實用上切捨て得べき些少なるものである。

(ii) 円曲線部分の所要間隔

- 今、 γ_1' : 円曲線部分の基本間隔
- α' : 一定限度以上の半径曲線との接続に對し直曲兩線部分共通に賦與すべき剩餘間隔
- β' : 一定限度以内の半径曲線との接続に對し接続すべき曲線の半径に応じ曲線のみを追加すべき剩餘間隔
- R_0' : 直曲兩線部分共通に與ふべき剩餘 α' に依りて接続し得べき円曲線の限度半径
- E' : 円曲線に於ける建築限界の幅員擴大量
- C_1' : 円曲線部分の常用間隔

とすれば $C_1' = \gamma_1' + \alpha' = C_0' + E' = \gamma_0' + \alpha' + E' = 3450 + \alpha' + E' \text{ (mm)}$ $R > R_0'$

$= C_0' + E' + \beta' = 3450 + \alpha' + E' + \beta' \text{ (mm)}$ $R < R_0'$ } (60)

但し E' の値は、單純複線軌道線路の場合と異なり、曲線の曲率及び高度に基く夫々の車体偏倚量に就て考査すべきである。

- 今、 R 及び R_0 : 夫々外側及び内側軌道の円曲線半径
- E_c 及び E_e : 夫々外側及び内側円曲線に於ける車体の内方及び外方總水平偏倚
- とすれば $E' = E_c + E_e$

而して $R_0 \doteq R$ の假定の下に、 E' の近似値は (20) 式に依り

$$E_c + E_e = E' \doteq \frac{89}{R} \text{ (m)} \dots\dots\dots R > 207 \text{ m}$$

$$\doteq \frac{14}{R} + 0.360 \text{ (m)} \dots\dots\dots 207 \text{ m} > R > 196 \text{ m}$$

$$\doteq \frac{32}{R} + 0.270 \text{ (m)} \dots\dots\dots R < 196 \text{ m}$$

(2) 緩和曲線部分の線路間隔

(i) 緩和曲線部分各點に於ける所要間隔 中柱を有する複線軌道線路に於ける直線及び円曲線部分の線路間隔は、單純複線軌道線路の場合とは稍趣を異にし特に円曲線部分にては、曲線半径 196 m 及び 207 m を境として線路間隔の算式を異にせるを以て、自づから緩和曲線部分の間隔にも影響を及ぼすべきこととなり、從て線路間隔の過不足考査に在りても各別の算式に依るべき繁瑣を生ずる。

- 今、 R, L 及び F : 外側軌道の円曲線半径、接続緩和曲線の長さ及び移程
- r_0, L_0 及び F_0 : 内側軌道の " " " "
- $\rho(l)$: 緩和曲線の起曲點 A より任意の曲線長 l なる點 (l 點と略稱する) に於ける緩和曲線の曲率半径

とすれば外側緩和曲線の l 點に於ける内外曲線間の所要線路間隔 (γ' とする) は次式に依りて與へられる。

$$\gamma' = \gamma_0' + E_u + E_i$$

但し E_i は外側緩和曲線の l 點に於ける内曲面總偏倚, E_u は E_i に對応すべき内側緩和曲線に就ての外曲面總偏倚である。

而して E_i 及び E_u は, 接続せらるべき円曲線半径に応じ次の値を採るべきこととなる (第 4 章 6 参照)。

$$E_i = p_0 + q_0 = \frac{14}{\rho(l)} + \frac{75}{R} \cdot \frac{l}{L} = \frac{14l}{RL} + \frac{75l}{RL} = \frac{89}{R} \cdot \frac{l}{L} \dots R > 207 \text{ m}$$

$$= \frac{14}{\rho(l)} + 0.360 \frac{l}{L} = \frac{14l}{RL} + 0.360 \frac{l}{L} = \left(\frac{14}{R} + 0.360 \right) \frac{l}{L} \dots R < 207 \text{ m}$$

$$E_u = p_0 + q_0 = \frac{18}{\rho(l+n+8)} - \frac{19}{R_0} \cdot \frac{(l+n+8)}{L} = -\frac{1}{R_0} \cdot \frac{l+n+8}{L_0} < 0 \dots R_0 > 207 \text{ m}$$

$$= \frac{18}{\rho(l+n+8)} - 0.090 \frac{(l+n+8)}{L_0} \dots R_0 < 207 \text{ m}$$

$$= \left(\frac{18}{R_0} - 0.092 \right) \frac{(l+n+8)}{L_0} < 0 \dots 196 \text{ m} < R_0 < 207 \text{ m}$$

$$= \quad \quad \quad > 0 \dots R_0 < 196 \text{ m}$$

故に
$$E_i + E_u = \frac{89l}{RL} - \frac{1}{R_0} \cdot \frac{(l+n+8)}{L_0} \dots \begin{cases} R > 207 \text{ m} \\ R_0 > 207 \text{ m} \end{cases}$$

$$= \left(\frac{14}{R} + 0.360 \right) \frac{l}{L} + \left(\frac{18}{R_0} - 0.090 \right) \frac{(l+n+8)}{L_0} \dots \begin{cases} R < 207 \text{ m} \\ 196 \text{ m} < R_0 < 207 \text{ m} \end{cases}$$

$$= \quad \quad \quad + \quad \quad \quad \dots \begin{cases} R < 207 \text{ m} \\ R_0 < 196 \text{ m} \end{cases}$$

上記 3 式の内, 第 1 及び第 2 式右邊第 2 項は負量なるを以て, 緩和曲線部分にも円曲線部分に於けると同等なる間隔を保たしむべき爲に負量の項を省略すれば

$$\gamma' = \gamma_0' + E_i + E_u = \gamma_0' + \frac{89l}{RL} \dots \begin{cases} R > 207 \text{ m} \\ R_0 > 207 \text{ m} \end{cases} \dots (61)$$

$$= \gamma_0' + \left(\frac{14}{R} + 0.360 \right) \frac{l}{L} \dots \begin{cases} R < 207 \text{ m} \\ 196 \text{ m} < R_0 < 207 \text{ m} \end{cases} \dots (62)$$

$$= \gamma_0' + \left(\frac{14}{R} + 0.360 \right) \frac{l}{L} + \left(\frac{18}{R_0} - 0.090 \right) \frac{(l+n+8)}{L_0} \dots \begin{cases} R < 207 \text{ m} \\ R_0 < 196 \text{ m} \end{cases} \dots (63)$$

(ii) 緩和曲線部分線路間隔の過不足 緩和曲線部に於ける線路間隔が所要の間隔を充し得べきかの考査は, 單純複線軌道線路の場合に準じ行ふことが出来る。

即ち, l 點に於ける線路間隔を C' とすれば

$$C' = C_0' + \frac{1}{6RL\mu} \{(l+n)^2 + \mu l^2\}$$

従て
$$\gamma' - C' = \gamma_0' - C_0' + \frac{89l}{RL} - \frac{1}{6RL\mu} \{(l+n)^2 - \mu l^2\} \dots \begin{cases} R > 207 \text{ m} \\ R_0 > 207 \text{ m} \end{cases} \dots (64)$$

$$= \gamma_0' - C_0' + \left(\frac{14}{R} + 0.360 \right) \frac{l}{L} - \frac{1}{6RL\mu} \{(l+n)^2 - \mu l^2\} \dots \begin{cases} R < 207 \text{ m} \\ 196 \text{ m} < R_0 < 207 \text{ m} \end{cases} \dots (65)$$

$$= \gamma_0' - C_0' + \left(\frac{14}{R} + 0.360 \right) \frac{l}{L} + \left(\frac{18}{R_0} - 0.090 \right) \frac{(l+n+8)}{L_0} - \frac{1}{6RL\mu} \{(l+n)^2 - \mu l^2\} \dots \begin{cases} R < 207 \text{ m} \\ R_0 < 196 \text{ m} \end{cases} \dots (66)$$

$(\gamma' - C')$ の最大値を與ふべき l を l_0 とすれば、 $\frac{d(\gamma' - C')}{dl} = 0$ に依り、 l_0 は次式に依り與へられる。

$$l_0 = \frac{n \pm \sqrt{\mu(178 - 178\mu + n^2)}}{\mu - 1} \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} R > 207 \text{ m} \\ R_0 > 207 \text{ m} \end{array} \right\} \dots \dots (67)$$

$$l_0 = \frac{n \pm \sqrt{28\mu + 2\mu R \times 0.360 - \mu(28\mu + 2\mu R \times 0.360 - n^2)}}{\mu - 1} \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} R < 207 \text{ m} \\ 196 \text{ m} < R_0 < 207 \text{ m} \end{array} \right\} \dots \dots (68)$$

$$l_0 = \frac{n \pm \sqrt{36 + 28\mu + \sigma_e - \mu(36 + 28\mu - n^2 + \sigma_e)}}{\mu - 1} \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} R < 207 \text{ m} \\ R_0 < 196 \text{ m} \end{array} \right\} \dots \dots (69)$$

但し $\mu RL = R_0 L_0$, $vL = L_0$, $\sigma_e = \frac{2\mu R}{v}(0.360v - 0.090) = 2R_0(0.360v - 0.090)$

(3) 常用間隔の設定

直曲兩線部分を接続すべき爲に、兩部分に賦與すべき剩餘間隔 (α' 及び β') を適宜に選定することを得れば則ち常用間隔は設定せられる。

今、剩餘間隔を選定すべき要因に就て見ると、直線又は円曲線部分に與ふべき剩餘間隔に依りて接続緩和曲線部分の間隔を補正し得べき效果に於ては、此場合も單純複線軌道線路の場合と略同様なるべきことは推理に難からざる所であつて、各様の試算を行ひたる結果は、概して、有柱複線軌道線路に於けるが如く比較的直線及び曲線部分の線路基本間隔の大なる場合には、無柱複線軌道線路の場合に比して、緩和曲線部分線路間隔の缺如は稍大なることが確められた。従て、同一なる剩餘間隔に依りて接続に支障なき円曲線の限度半径は此場合に於ては寧ろ大なるべきである。併し又反對に、一定の剩餘間隔が間隔缺如を補正し得べき效果は、無柱複線軌道線路の場合よりも頗る有效なるべきことも各様の試算によつて識られた。

總て此等試算の結果は此處に掲ぐることを省略し、單に此等の豫備的考査に基き、選定せる剩餘間隔及び限度半径に就きて説述すること次の如し。

(i) 共通剩餘間隔 (α') 及び接続円曲線限度半径 (R_c') 無柱複線軌道線路に在りては、限度半径を $R_c = 90 \text{ m}$ とし、直曲兩線部分共通に與ふべき剩餘間隔は $\alpha = 50 \text{ mm}$ と定めたのであるが、該剩餘間隔は、既設地下鉄線路の仕様とも一致せしむべき特殊事情の爲に稍窮屈なるものなりしことは先に述べた。その結果としては、無條件にて接続し得べき円曲線の限度半径に於ても $R_c = 90 \text{ m}$ の如き稍大なることとなり、又限度半径以内の円曲線部分に追加すべき剩餘間隔にても頗る過大なるの止なきに到來したのであつた。有柱複線軌道線路に在りては、無柱複線に比し、概して約 2~3 倍の車体偏倚を考慮すべきこととなり、各軌道は隧道壁面及び中柱に依りて境せらるる爲に、上下軌道相互間に間隔の融通性を有せざるを以て、比較的寛容なる線路間隔を具備せしむべきである。故に有柱複線軌道の線路間隔にては、接続緩和曲線部分に在りても、多少なりとも基本間隔を犯し、車体の偏倚部分が建築限界内へ喰込むべきことは之を避くべきである。

假りに有柱複線々路に於て、無柱複線の場合と同様に直曲兩線部分に 50 mm の剩餘を與ふるに過ぎざるものとせば、緩和曲線部分間隔に於て 15 mm 内外の間隔缺如をを認むるものとするも、之に相當すべき円曲線の限度半径は約 102 m なるを要し (後段 四-21 参照) 無柱複線々路の場合 ($R_c = 90 \text{ m}$) よりも限度半径は一層高めらるることとなり、限度半径以内の円曲線の處置に就ても一層の困難を生ずべきは明かなる事柄である。

彼是勘考の結果、直曲兩線部分共通に賦與すべき剩餘間隔は之を 100 mm と爲すとき總て上記各様の事情に善處し得べきものと認めた。

乃ち $\alpha' = 100 \text{ mm}$ と定める。

従て $C_0' = \gamma_0' + \alpha' = 3450 + 100 = 3550 \text{ mm}$

$$C_1' = C_0' + E' = 3550 + E' \dots\dots\dots R > R_c'$$

$$C_1' = C_0' + E' + \beta' = 3550 + E' + \beta' \quad R < R_c'$$

斯くて $\alpha' = 100 \text{ mm}$ の共通剩餘に依り、各半径曲線と直線との接続に當り生ずべき緩和曲線部分線路間隔の狭窄工合を識り、且又之に依り接続円曲線の限度半径を定めんが爲に、 $R = 50 \sim 230 \text{ m}$ に就き、緩和曲線部分間隔の過不足關係數値を求め之を上表して表 3(1°~3°)を得、更に此等の數値に依り R と $(\gamma' - C')$ との關係を示すべき線図を求め

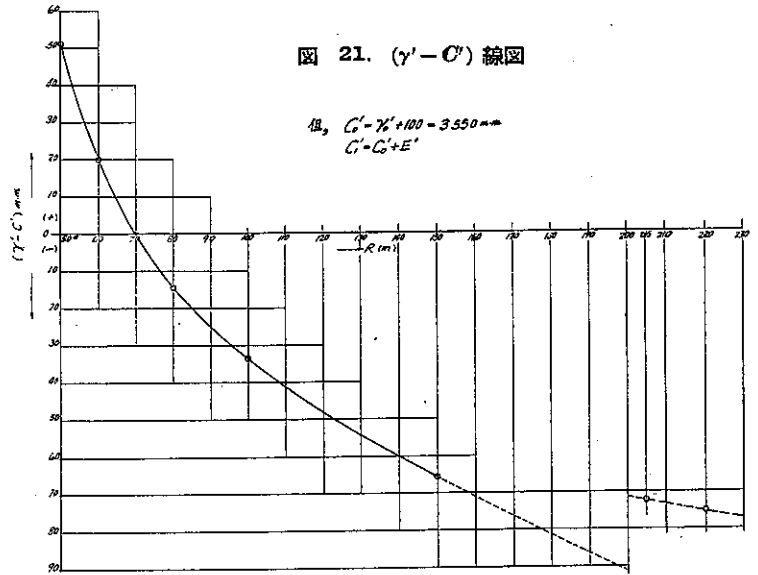


図 21. $(\gamma' - C')$ 線図

但、 $C_0' - \gamma_0' + 100 = 3550 \text{ mm}$
 $C_1' = C_0' + E'$

図-21 を得た。

表 3-(1°). $C_0' = 3550 \text{ mm}$, $C_1' = C_0' + E'$ に就ての接続緩和曲線部分の間隔過不足關係數値 ($R < 207 \text{ m}$ にして $R_0 < 196 \text{ m}$ の場合)

要 項	$R \text{ (m)}$	50	60	80	100	150
L (外側軌道緩和曲線長)	(m)	59.400	59.400	59.400	59.400	59.400
F (同上の移程)	(m)	2.903	2.434	1.829	1.465	0.978
$C_1' = C_0' + \frac{32}{R} + 0.270$	(m)	4.460	4.353	4.220	4.140	4.033
$R_0 = R - C_1'$	(m)	45.540	55.646	75.780	95.860	145.966
$F_0 = F + C_1' - C_0'$	(m)	3.813	3.237	2.499	2.055	1.461
$L_0 = R_0 \sqrt{56 - 56} \sqrt{1 - \frac{6F_0}{7R_0}}$	(m)	65.171	66.170	67.670	68.917	72.703
$n = \frac{L_0 - L}{2}$	(m)	2.886	3.385	4.135	4.758	6.651
$\mu = \frac{R_0 L_0}{RL}$		0.99929	1.03345	1.07914	1.11220	1.19105
$\sigma_0 = 2R_0(0.360v - 0.090)$		27.773	34.615	48.518	62.822	98.901
$l_0 = \frac{1}{\mu - 1} \left\{ n \pm \sqrt{36 + 28\mu + \sigma_0 - \mu(36 + 28\mu - n^2 + \sigma_0)} \right\}$	(m)	14.437	13.976	14.566	13.391	11.087
$\gamma' = 3450 + \left(\frac{14}{R} + 0.360\right) \frac{l_0}{L} + \left(\frac{18}{R_0} - 0.090\right) \frac{l_0 + n + 8}{L_0}$	(m)	3.724	3.679	3.628	3.600	3.546
$C' = 3550 + \frac{1}{6RL\mu} (l_0 + n^2 - \mu l_0^3)$	(m)	3.673	3.659	3.643	3.633	3.612
$(\gamma' - C')$	(m)	0.051	0.020	-0.015	-0.033	-0.066

表 3-(2°).

 $C'_0 = 3550 \text{ mm}, C'_1 = C'_0 + E', L = 360 \times \varepsilon. (R < 207 \text{ m} \text{ にして } 196 \text{ m} < R_0 < 207 \text{ m} \text{ の場合})$

要 項	R (m)	205
L (外側軌道緩和曲線長)	(m)	59.400
F (同上の移程)	(m)	0.71682
$C'_1 = 3.550 + \frac{14}{R} + 0.362$	(m)	3.9803
$R_0 = R - C'_1$	(m)	301.0197
$F_0 = F + C'_1 - C'_0$	(m)	1.14712
$L_0 = R_0 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6 \mu'_0}{7 R_0}}}$	(m)	74.45971
$n = \frac{L_0 - L}{2}$	(m)	7.52386
$\mu = \frac{R_0 L_0}{R L}$		1.22919
$l_0 = \frac{1}{\mu - 1} \{n \pm \sqrt{28 \mu + 2 \mu R \times 0.360 - \mu(28 \mu + 2 \mu R \times 0.360 - n^2)}\}$	(m)	13.25251
γ'	(m)	3.54541
C'	(m)	3.61794
$(\gamma' - C')$	(m)	-0.07253

図-21 は $\alpha' = 100 \text{ mm}$ に就ての、各曲線半径に関する $(\gamma' - C')$ の値を示すものであつて、之に依れば $R = 70 \text{ m}$ 以上にては $(\gamma' - C') < 0$ にして、接続緩和曲線の總ての部分の線路間隔は基本間隔以上を有すべきを以て、補正の必要を認めぬ。而して、70 m 半径曲線は地下鉄道線路に於て通常起り得べき最小半径に近きものなるを以て、 α' の値を又適當なる剩餘間隔と認めることが出来る。

依て $\alpha' = 100 \text{ mm}$ とせざるに對し $R_0' = 70 \text{ m}$ と定める。

(ii) 追加剩餘間隔 (β') 限度半径 $R_0' = 70 \text{ m}$ 以内の円曲線と直線との接続には、接続緩和曲線部分間隔の缺如補正の爲に、當該円曲線部分の間隔のみに剩餘間隔 (β') を追加することとし、その量を定めんが爲に $R = 50 \sim 70 \text{ m}$ の円曲線に就て、各別に円曲線部分の間隔に $100 \sim 1200 \text{ mm}$ の摸索的剩餘 (B' にて表はす) を與へ、接続緩和曲線部分の線路間隔に関する數値を算定し表-4 ($1^\circ \sim 5^\circ$) の結果を得、更に此等の數値に依り各半径の円曲線に就きて、共通剩餘間

表 3-(3°).

 $C'_0 = 3550 \text{ mm}, C'_1 = C'_0 + E', L = 360 \times \varepsilon, (R, R_0 > 207 \text{ m} \text{ の場合})$

要 項	R (m)	220
L (外側軌道緩和曲線長)	(m)	55.800
F (同上の移程)	(m)	0.589
$C'_1 = 3.550 + \frac{89}{220}$	(m)	3.9545
$R_0 = R - C'_1$	(m)	216.0455
$F_0 = F + C'_1 - C'_0$	(m)	0.9935
$L_0 = R_0 \sqrt{56 - 56 \sqrt{1 - \frac{6 \mu'_0}{7 R_0}}}$	(m)	71.75735
$n = \frac{L_0 - L}{2}$	(m)	7.97868
$\mu = \frac{R_0 L_0}{R L}$		1.26286
$l_0 = \frac{1}{\mu - 1} \{n \pm \sqrt{\mu(178 - 178 \mu + n^2)}\}$	(m)	12.796
γ'	(m)	3.5476
C'	(m)	3.61793
$(\gamma' - C')$	(m)	-0.07517

隔 α' と線路間隔の過不足數値 $(\gamma' - C')$ との關係を示すべき線圖を求め、**圖-22** を得た。

表4-(1°~5°) 及び **圖-22** に依り、 $R=50\sim 70\text{m}$ の円曲線と直線との接続に當り $(\gamma' - C')=0$ なるべき B' の値を求むれば、即ち 緩和曲線部分線路間隔が基本間隔を保ち得べき爲に、各半径に応じ円曲線部分の線路間隔に追加すべき剩餘間隔 β' が得られる。

$R=50\sim 70\text{m}$ の中間任意の各半径に就ての剩餘間隔 β' を指示すべき目的の爲に、**圖示**の各半径毎に所要の β' を求め、円曲線半径と追加剩餘間隔の關係線圖を描き **圖-23** を得た。

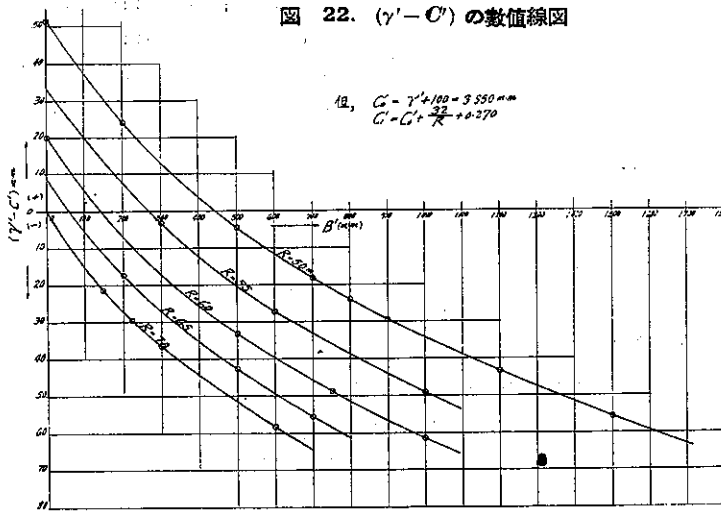


表 4-(1°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=50\text{ m}$ ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.903\text{ m}$),

$$C_0' = \gamma_0' + 0.100 = 3.550\text{ m},$$

$$C_1' = C_0' + \frac{32}{R} + 0.270\text{ (m) なるとき。}$$

表 4-(2°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=55\text{ m}$, ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.648\text{ m}$),

$$C_0' = 3.550\text{ m},$$

$$C_1' = C_0' + \frac{32}{R} + 0.270\text{ (m)}$$

要 項	B' (m)	0.200	0.500	1.200
C_1'	(m)	4.660	4.960	5.660
$R_0 = R - C_1'$	(m)	45.340	45.040	44.340
$F_0 = F + C_1' - C_0'$	(m)	4.013	4.313	5.013
L_0	(m)	66.738	69.016	73.971
n	(m)	3.669	4.808	7.286
μ		1.0188 2	1.0466 4	1.1043 5
l_0	(m)	11.164	7.753	3.203
γ'	(m)	3.6753 2	3.6257 8	3.5634 8
C'	(m)	3.6516 8	3.6301 2	3.6067 9
$(\gamma' - C')$	(m)	0.0236 4	-0.0043 4	-0.0433 1

要 項	B' (m)	0.300	0.600	1.000
C_1'	(m)	4.702	5.002	5.402
$R_0 = R - C_1'$	(m)	50.298	49.998	49.598
$F_0 = F + C_1' - C_0'$	(m)	3.800	4.100	4.500
L_0	(m)	68.274	70.892	73.951
n	(m)	4.437	5.746	7.275
μ		1.051	1.085	1.123
l_0	(m)	9.314	6.506	3.545
γ'	(m)	3.632	3.595	3.556
C'	(m)	3.635	3.622	3.605
$(\gamma' - C')$	(m)	-0.003	-0.027	-0.049

表 4-(3°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=60\text{ m}$, ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.434\text{ m}$),
 $C_0'=3.550\text{ m}$, $C_1'=C_0'+\frac{32}{R}+0.270\text{ (m)}$

要 項	$B'(m)$	0.500	0.750	1.000
C_1'	(m)	4.853	5.103	5.353
$R_0=R-C_1'$	(m)	55.146	54.896	54.646
$F_0=F+C_1'-C_0'$	(m)	3.737	3.987	4.237
L_0	(m)	70.867	73.085	75.204
n	(m)	5.733	6.842	7.902
μ		1.096	1.125	1.153
l_0	(m)	6.579	4.553	2.985
γ'	(m)	3.583	3.558	3.540
C'	(m)	3.616	3.607	3.601
$(\gamma'-C')$	(m)	-0.033	-0.049	-0.061

表 4-(4°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=65\text{ m}$, ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.251\text{ m}$),
 $C_0'=3.550\text{ m}$, $C_1'=C_0'+\frac{32}{R}+0.270\text{ (m)}$

要 項	$B'(m)$	0.200	0.500	0.700
C_1'	(m)	4.512	4.812	5.012
$R_0=R-C_1'$	(m)	60.488	60.188	59.988
$F_0=F+C_1'-C_0'$	(m)	3.213	3.513	3.713
L_0	(m)	68.654	71.624	73.605
n	(m)	4.627	6.112	7.103
μ		1.075	1.116	1.143
l_0	(m)	9.894	6.197	4.443
γ'	(m)	3.614	3.569	3.549
C'	(m)	3.631	3.612	3.604
$(\gamma'-C')$	(m)	-0.017	-0.043	-0.055

表 4-(5°). 緩和曲線部分線路間隔過不足關係數値

但し $R=70\text{ m}$, ($L=59.400\text{ m}$, $F=2.091\text{ m}$),
 $C_0'=3.550\text{ m}$, $C_1'=C_0'+\frac{32}{R}+0.270\text{ (m)}$

要 項	$B'(m)$	0.150	0.300	0.600
C_1'	(m)	4.427	4.577	4.877
$R_0=R-C_1'$	(m)	65.572	65.422	65.122
$F_0=F+C_1'-C_0'$	(m)	2.968	3.118	3.418
L_0	(m)	68.715	70.366	73.537
n	(m)	4.657	5.483	7.068
μ		1.083	1.107	1.151
l_0	(m)	10.350	8.009	4.813
γ'	(m)	3.609	3.582	3.546
C'	(m)	3.631	3.618	3.604
$(\gamma'-C')$	(m)	-0.022	-0.036	-0.058

今 図-23 上に於て $R=50\sim 70\text{ m}$ の 5 m 遞増各半径に就きて、夫々所要の追加剩餘 β' を求め 10 mm 毎の切上げ數値を記上すること表 A の如し。

(iii) 常用間隔

(a) 直線部分の常用間隔 (C_0'): 直線部分の常用間隔 C_0' は基本間隔 γ_0' に剩餘間隔 α' を加へたるものなるべし、

図-23. 円曲線追加剩餘間隔 (β') 指示線図

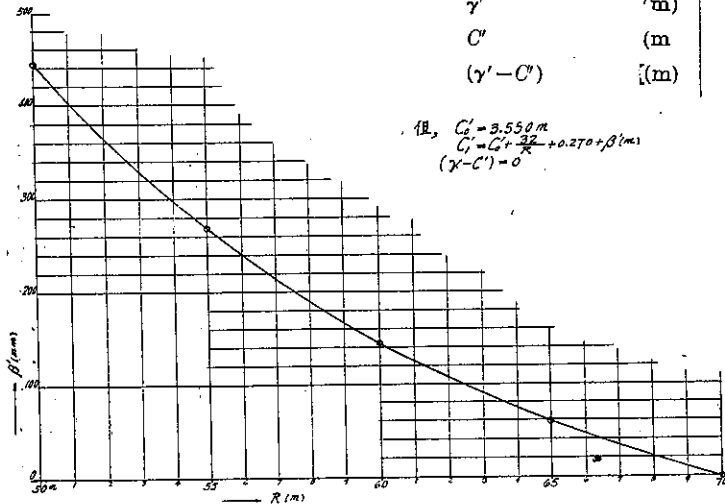


表 A.

$R\text{ (m)}$	$\beta'\text{ (mm)}$
50	450
55	270
60	150
65	60
70	0

而して $\gamma_0' = \gamma_0 + I = 3450 \text{ mm}$ にして、又 $\alpha' = 100 \text{ mm}$

と定めたるを以て (59) 式に依り、

$$C_0' = \gamma_0' + \alpha' = 3450 + 100 = 3550 \text{ mm}$$

中柱を有する複線軌道線路直線部分の線路常用間隔を 3550 mm と定めたる場合の各軌道、中柱及び建築限界各部分との間隔其他配列關係を示せば、附屬図表 III (4) の通りである。斯くて、中柱を有する複線軌道線路の直線部分の線路間隔と車輛限界の幅員との間には

$$C_0' - 2600 = 3550 - 2600 = 950 \text{ mm}$$

の總遊間を存することとなり、該遊間内には幅 450 mm なる中柱建植限界を含むべきも、中柱建植限界の大部分は、線路作業又は各種施設物の設置にも供用せらるべきを以て、之を單純複線々路常用間隔に於ける純遊間の 450 mm なるに比すれば、500 mm だけ大にして略充分なる線路間隔と認むべきである。

附記：東京地下鉄道會社既設地下線に於ける中柱を有する複線軌道の間隔は $C_0' = 3582, 3607$ 及び 3800 mm の 3 種 (圖-24 の A, B, C) とせられてゐる。此處に設定せる線路間隔を D とし、A, B, C 及び D の 4 種に就きて建築限界及び中柱の幅員と線路間隔との關係を示せば下表の如し。

	A	B	C	D
建築限界の幅員 (mm)	3200	3200	3200	3000
中柱の幅員 (mm)	260	280	400	400
中柱と限界との間隔 (mm)	60	63.5	100	75
線路間隔 (mm)	3582	3607	3800	3550

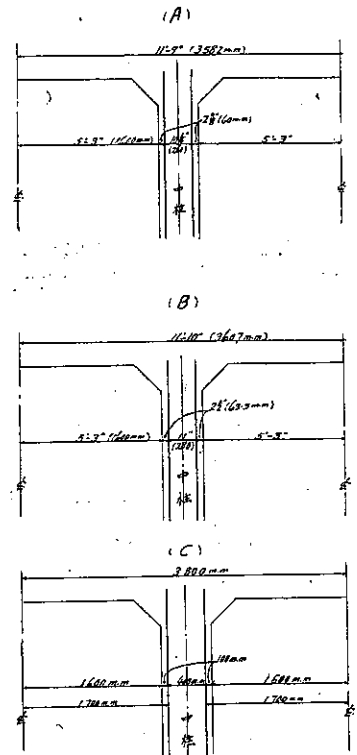
此等 A, B, C の 3 種の會社線々路間隔の変遷は順次初期より後期に到り変更せられたるものであつて、最後の C は、本仕様の D に比し中柱の幅員は同一、中柱と限界との間隔は 25 mm だけ大であつて、結局線路間隔に於て 250 mm だけ擴大せられてゐる。而して會社線建築限界の幅員 3200 mm は D の限界幅員 3000 mm に比し 200 mm だけ大なるを以て、C の線路間隔の D に對する擴大量 250 mm は、差引 50 mm の過剩間隔を有するものと解すべきである。

會社線舊型 A 及び B に在りては、中柱の幅員及び中柱と限界との間隔とも D に比し著しく小なるに反し、線路間隔に於ては 32 及び 57 mm だけ擴大せられてゐる。併し此等 A, B に於ける線路間隔の D に對する擴大は、その建築限界の幅員に於て 200 mm だけ過大なるより推せば、D の線路間隔に比し猶未だ全く充分なる餘裕を有するものとなし能はざるは言を俟たぬ。

併し A, B, C 及び D の 4 種は殆んど全く同一なる大きさの車輛を運行すべきものなる基礎條件より見る時は、A, B 及び C に於ける限界の幅員 3200 mm には、車輛の運行に要すべき空間以外の剩餘を含むものと解すべきであつて、從て C に於ては勿論、A 及び B に於ても夫等の線路間隔は、D に比しても又絶對的にも過大なる餘裕を有するものと謂ひ得べきである。

此車輛は、單純複線と有柱複線々路に於ける線路間隔の比例からも立論せらるべきことであつて、會社線に於ける單純複線々路間隔は 3048 mm と定められ、之に對して有柱複線々路間隔は (A) 3582 mm ~ (C) 3800 mm に擴大せられてゐる。本仕様にては、單純複線々路間隔は 3050 mm にして會社線とは略々同一であるが、有柱複線にては

圖 24.



(D) 3550 mm にて充分なるものとして定められた。然かも該間隔は、單純複線々路間隔に於けるよりも、比較的寛容なるものなることは前述の通りである。

則ち既設地下線の線路間隔は、有柱及び無柱複線々路間隔の間に稍均衡を失し、單純複線々路間隔にして適當なるものとせば、有柱複線々路間隔は不當に過大なるものと見らるべきである。

總じて隧道の大きに於ては、過大ならざる限り相當の餘裕を有するは、將來に於て車輛寸法の増大其他の能力増加に資すべきものとして最も好ましきことではあるが、全線を通じての統制下に於て與へられたる餘裕は效果的なるべきも、統制を離れたる局部的剩餘は利用の途なくして此處に始終すべきは贅言を要せぬ所である。

本仕様に於て、有柱複線直線部分線路間隔を 3550 mm とさせるは、會社線のそれに比しては多少縮小せるも、單純複線々路間隔(3050 mm)との比較に於ては、寧ろ寛容なるものであつて絶對的にも亦充分なるものと考へられる。而して單純複線々路間隔(即ち $C_0=3050$ mm)之に對する接続円曲線限度半径 $R_t=90$ m)は會社線仕様に牽聯せられ成る可く一致せしめんが爲に斯く定めたるものであつて、多少窮屈なるものなるは設定の際に述べたる處であつて、若し有柱複線々路に於ける間隔 $C_0'=3550$ mm と同等ならしめんが爲には(同等とは、接続緩和曲線部分の線路間隔の過不足及び接続円曲線限度半径關係を同等ならしむるの謂である) 図-13 の線図及び 表-1 に依り、 $R=70$ m の円曲線との接続に於て緩和曲線部分所要間隔の過不足を求むれば、 $(\gamma-C)=38$ mm なるを以て、直線部分の線路間隔は $C_0=(\gamma_0+50)+38=3050+38=3088$ mm (切上げ數 3090 mm)

なるを要すべきである。則ち有柱複線々路間隔 $C_0'=3550$ mm と同等なる無柱複線々路間隔は $C_0=3090$ mm なるべきであつて、會社線仕様に於けるが如く、 $C_0'=3582\sim 3800$ mm に對し $C_0=3048$ mm の比例とは稍大なる懸隔を生ずることとなる。

如上、既設地下線の有柱及び無柱複線々路間隔に於ける均衡の失當は、即ち各種構造線路に於ける基準線路間隔相互間の不調和を示せるものであつて、線路間隔調整々備の上からは、既にその出發點に於て蹉躓せるものとも見らるべきである。然して、その由て來る所はその基準建築限界に就て適用上往々解釋を區々にせるが爲なりしことが考へられる。

本論線路間隔の調整を講ずるに當り、その當初に於て新たに建築限界を特設せるは、敢て既設建築限界を不備なりと做せるものではない。唯單に線路の構造及び線形に依り、各部分に於ける所要の線路間隔を適正に設定すべき上には、則るべき規矩準繩にして適確簡明なるべきを念慮せるに外ならぬのであつて、斯くして始めて彼是の線路間隔は適正にして均衡を保ち得べく、統制宜敷を得たる線路間隔の調整をも論じ得べきであらう。

(b) 円曲線部分の常用間隔(C_1'): 円曲線部分の常用間隔 C_1' は、(60)式に依り定めらるべきものであつて、該算式に於ける剩餘間隔(α' 及び β')及び限度半径を設定し得たる結果として、(60)式は次式の如く書き換へられる。

今、 R_1, R_2, R_0 を外側軌道、内側軌道及び複線中心線の曲線半径とすれば

$$\left. \begin{aligned} C_1' &= C_0' + E' = 3550 + E' \text{ (mm)}, & R_1 > R_t' \\ \text{''} &= C_0' + E' + \beta' = 3550 + E' + \beta' \text{ (mm)}, & R_1 < R_t' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (67)$$

但し

$$R_t' \text{ (限度半径)} = 70 \text{ m}$$

$$\beta' \text{ (追加剩餘)} = (\text{図-23 の線図に依り與へらるべき數値であつて、} \\ R_1 = 50\sim 70 \text{ m に對し } 450\sim 0 \text{ mm})$$

$$E' = \frac{89}{R_1} \text{ (m)}, \quad (R_1 > 207 \text{ m}, R_2 > 196 \text{ m})$$

$$\text{''} = \frac{14}{R_1} + 0.360 \text{ (m)}, \quad (R_1 < 207 \text{ m}, R_2 > 196 \text{ m})$$

$$\text{''} = \frac{14}{R_1} + \frac{18}{R_2} + 0.270 \text{ (m)}, \quad (R_1 < 207 \text{ m}, R_2 < 196 \text{ m})$$

又、 $R_1 = R_0 = R_2$ の假定の下には

$$E' = \frac{89}{R_c} \text{ (m)}, \quad R_c > 207 \text{ m}$$

$$E' = \frac{14}{R_c} + 0.360 \text{ (m)}, \quad 207 \text{ m} > R_c > 196 \text{ m}$$

$$E' = \frac{32}{R_c} + 0.270 \text{ (m)}, \quad R_c < 196 \text{ m}$$

任意の半径の曲線に對する線路間隔 C_1' を算出するに當り、 $R_c > 100 \text{ m}$ なるときは、 $R_1 \doteq R_c \doteq R_2$ の假定の下に E' を求め之に依りて C_1' を定むるも、實用上切捨て得べき些少の誤差を生ずるに過ぎざるを以て、 R_1 又は R_2 の代りに R_c を用ひ、容易に C_1' 値を定め從て又 R_1 及び $R_2 (= R_1 - C_1')$ をも定め得べきも、 $R_c < 100 \text{ m}$ なるときは、該假定の下には不安全側なる稍大なる誤差を生ずべきを以て、實用的算定方法には、先づ $R_1 \doteq R_c \doteq R_2$ の假定の下に C_1' の近似値及び R_1 、 $R_2 \doteq R_1 - (C_1'$ の近似値) を求め、此等の R_1 及び R_2 の近似値に依り E' を求め、然る後 C_1' を求むれば、實用上充分精密なる C_1' 、 R_1 及び R_2 の値が得られる。必要に応じ更に反覆して C_1' 、 R_1 及び R_2 を修正の上實用數値を確定すべきである。

如上の手續に依り有柱複線軌道線路の所要常用間隔を算定し、その實用數値は、單純複線軌道の場合と同様なる方式に依り $R_c < 100 \text{ m}$ にては 60~240 mm、 $R_c > 100 \text{ m}$ にては 60~140 mm の差別にて設定し、又有柱複線軌道に在りては中柱建植位置をも指定すべき必要あるを以て、内外兩側軌道及び中柱相互の間隔、其他常用間隔に關する各種關係數値をも算定し、一括して附屬圖表 IV (1) の (ii) 及び (iii) に編入上表した。

第 8 章 隧道壁面其他工作物建築線及び隧道の大きさ

1. 隧道壁面其他建築線

隧道壁面其他の建築線は、工事施行の結果通常豫期せらるべき歪みを豫定し、更に又必要に応じ壁面添架物等の爲、又は線路作業其他に便すべき遊間をも考慮して、或る間隔だけ建築限界線より後退せしむることが必要である。此處には大要下記後退寸法 (F_1, F_2, \dots) を採ることとする。

即ち	側壁面後退寸法	$F_1 = 75 \text{ mm}$
	壁面添架物を有する場合の同上	$F_2 = 200 \text{ mm}$
	天井壁面後退寸法	$F_3 = 50 \text{ mm}$
	鋼中柱及び リレーケース 側面後退寸法	$F_4 = 25 \text{ mm}$ 以上
	鉄筋コンクリート又はコンクリート造中柱又は中仕切壁側面後退寸法	$F_5 = 50 \text{ mm}$ 以上

但し、壁面添架物とは専ら電纜類の添架を豫定するものであつて、壁面より 150 mm 以内の間に收容すべきものとする。従つて、壁面添架物を有する場合には、壁面後退寸法を 200 mm とせば建築限界線と添架物建築線との間の遊間は 50 mm である。

此等所定の各後退寸法に據るとき、有柱複線軌道本線路に於ける隧道壁面其他建築線と建築限界との關係は、附屬圖表 III (5) に示せる通りとなる。單純複線軌道に於ける此等の關係も之に準ずべきは言を俟たぬ。

2. 隧道の大きさ

隧道の大きさは線路間隔、直曲兩線部分に於ける建築限界の算定方法及び隧道壁面其他建築線後退寸法の決定を見たる上は容易に之を定め得べきである。即ち

- G : 建築限界の總幅員
- H : 建築限界最高點の軌條面上の高さ
- Z : 隧道幅員の内法寸法
- Y : 隧道天井壁面の軌條面上の高さ

C_1, C_1' : 無柱及び有柱複線々路に於ける常用線路間隔

G_1, G_4 : 夫々内側及び外側軌道の外曲面及び内曲面に於ける建築限界線と軌道中心線との間隔

V_1 or V_2, V_3 : 側壁面及び天井壁面建築線後退寸法

とすれば

$$G = C_1 \text{ or } C_1' + (G_1 + G_4), \quad Z = G + 2(V_1 \text{ or } V_2), \quad Y = H + V_3$$

實地に適用すべき曲線隧道の寸法は、各曲線半径毎に増減すべき繁瑣を避くる爲、一定限界内の曲線半径に對しては當該限界内の最小半径に相當すべき寸法を用ふべき方式を採るべきである。

今、曲線に於ける隧道寸法表を編成せんが爲、地下鉄道に於て最も普通なる函型隧道に就き大小各半径曲線々路に於ける所要隧道寸法を算定し、此等の算定寸法に依り、先に設定せる線路間隔各實用寸法に對応すべき隧道幅員實用寸法を設定した。幅員實用寸法を指定せざる半径の曲線に對しては之と最も近き小なる方の實用寸法を設定せる曲線半径に對する幅員を採るべきである。

又、隧道天井面の軌條面上の高さに就ても、各曲線半径に就き所要寸法を算定し、大凡 50 mm 毎の差別に依り實用寸法を設定した。

附屬圖表 IV (1), (i), (ii), (iii) は線路間隔及び隧道の大きに關する寸法表であつて、論究の結果得られたる各所要寸法及び實用寸法を上表せるものである。該圖表には、線路間隔及び隧道寸法を定むべき上に必要なる擴度 (S) 及び高度 (e)、曲率及び高度に因る車体の偏倚 (p_c, p_e 及び q_c, q_e) 並に此等の綜合偏倚 (E)、直線と曲線との接続の爲にすべき剩餘間隔 (α 及び β)、建築限界の幅員 (G) 其他の隧道寸法關係數値をも編入した。

然して複線軌道曲線線路に於ける隧道寸法の設定には、 $R < 100$ m 曲線にては、複線軌道の中心線半径により直接に所期の寸法を定め難き爲に、50~100 m 半径曲線にては、外側軌道の曲線半径を基準とし、之と聯立すべき内側軌道半径との兩方に依り隧道寸法を定むることとし、又 $R \geq 100$ m の曲線にては、複線軌道の内側及び外側軌道半径と複線中心線半径とを同等なるものと見做すも、算出隧道寸法に於ては實用上差支なき程度の誤差を生ずるに過ぎざるを以て、總て複線中心線半径を基準として隧道寸法を定めたものである。

3. 乗降場建築線

乗降場兩側の縁邊は、成る可く之を車輛に接近せしめ乗降に便すべき爲に、乗降場縁端と建築限界との間隔は 10 mm、縁邊頂面の高さは軌條面上 1100 mm とする。従て乗降場兩側縁端と車輛限界との間隔は 60 mm、乗降場の縁端より軌道中心線迄の距離は 1860 mm である。

附屬圖表 III (6) は直線に於ける乗降場と建築限界との關係及び乗降場内柱類地下道口其他の建築線を示せるものである。(第 2 編完)