

高速度自動車道路の構造

准會員 大 島 [秀 信*

1. 序 言

現時日本、滿洲否世界をあげて高速度自動車道路建設の急務が叫ばれてゐる折柄、本日の貴重なる時間を拜借し之が構造に就き説明

申し上げたいと思ひます、一口に構造と云つても線形の問題、路盤及舗装の問題、橋梁の問題等種々考へられますが一々取上げてゐる事は時間も許しませぬし、わけても滿洲に於ては既に國防道路の名稱の下に一部建設に着手されてゐる現状に鑑み、滿洲の如き特殊地域に於ける高速度自動車道路の具有すべき技術的本質特に線形の問題並に路盤選定に關する二三の問題に就き説明申し上げる事と致しますが之に關しては獨逸の所謂自動車國道に其の代表的のものを見ますので之と比較研究しながら話を進める事と致します。

2. 高速度自動車道路の本質

撰て自動車道路の構造を論ずるに當つては先づ其の本質を明にして置く必要がありますが之を次の様に定義するのが一番簡單明瞭であると思ひます、即ち高速度自動車道路とは自動車専用の道路であつて自動車各自の機能及各自の速度で走るに適する道路の事であると云へます、然して此の定義を満足させる爲には二種類の要素が考へられ其の第1は高速度自動車道路としての本質的たるものにして自動車の安全、快適、速度、經濟を保證すべきであり、其の第2は之が利用方面からするものにして軍事上の目的と經濟上の目的とを充分保證し得べきものであります、此處に軍事上の目的と云ふのは一朝有事の場合に於ける大量迅速輸送並に重荷物輸送をさし、經濟上の目的とは長距離輸送を經濟的に可能ならしめる事の云ひであります、高速度自動車道路はこの第1要素並

に第二要素を完全に満し得る構造を持つべきであります、從來の如き道路の觀念にては既設にせよ新設にせよ此等の要素を満す事は困難であります、即ち長距離大量輸送を行はんと企てても自動車の速度は汽車に及ばず輸送能力は遙かに緩直に及ばないのであります、何故ならば此の道路は混合交通なる爲他の緩速車輛に依つて交通を妨碍さるゝのみならず構造規格が低級例へば屈曲半徑が小であるとか安全視距が充分で無いとかの爲に自動車独自の可能なる速度を出し得ないからであります、斯くして茲に高速度自動車道路の新しき觀念が生じ其れは自動車専用交通路としての構造を具備すべき必然性を生じ來つた所似であります、以下述べんとするは斯る意味に於ての自動車道路の構造に就いてであります。

3. 自動車の規格並に最高設計速度

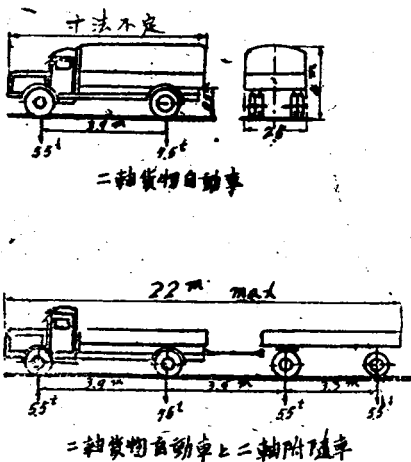
自動車道路の構造決定の基本的要素には2種類のものが考へられることは前述の通りであります、この中第一要素たる高速安全運轉を可能ならしむるは道路の線形及路面の舗装状況であり主として乗用車又は乗合自動車の速度規格の如何に依りて決定されて來ます、從つてこの種自動車に對照して道路の設計速度を決めるべきであります、其れには自動車工業世界水準の現段階及將來の發展状況を考慮するは勿論又建設地域の特殊事情をも充分考慮すべきであります、抑々高速度自動車道路は自動車独自の速度で走るに適する道路たるを目標とする限り自動車の出し得る速度を制限する機であつてはならぬのであります、現在我が國の自動車技術の水準を以てしても道路の狀況さへ良好なれば乗用車にて常に100km/h以上の高速にて快走できるのであり更に洗線形となし風壓抵抗を減少せしむれば同一機體動力にて一層の高速を望むこと又困難ではないのであります、米國の乗合自動車は自重9噸荷重3噸に對して毎時140km/hの速度で連続10時間走行し得る性能を有し又獨逸の國民自動車と稱せられる小型の乗用車は毎時120km/h~130km/hの速力でのか

*文通部國防道路建設處技佐

自動車道路上を走行してゐる由であります、競争用自動車の如きに到つて毎時500軒の速度も可能にして1935年の米國のレコードは497.6軒に達してゐます、何れにせよ現時内燃機工業の發達は物凄く、道路の状況さへ良ければいくらでも之に應ずる自動車を製造し得る現状にあり獨逸自動車國道に於ては最高設計速度を160軒1時に置いてゐることは周知の通りであります、尙ほ又之を建設地域的に見るならば人口密度小なる地方及び廣域地方又は地勢平坦なる地域等に於ては然らざる地域に比しより大なる速度を目標として自動車道路の建設はなさるべきであります、此の意味に於て滿洲では日本及び獨逸に於けるよりも一層大なる速度を考慮すべきでありますが滿洲の自動車工業の現状と勘案し之をやはり160軒/時に置くが適當と考へられるのであります。

次に第3の要素たる長距離大量輸送を可能ならしむるものは設計荷重及び路經狀況、舗装厚の太いさ並びに幅員の狀況であり之は主としてトラック、戦車及重量物牽引車に依り決められ、特に自動車列車並に長物運搬自動車は交叉箇所等に於ける車線幅及び最小屈曲半徑を決定するものであります、従つて之等道路構造上の諸點を決定する爲には設計速度を想定したと同様將來出現すべき自動車規格を考察し設計荷重其他を決める必要があります、大量輸送の見地からすれば車幅、軸荷重等は大なる程善いのであります。貨物自動車の法規的取

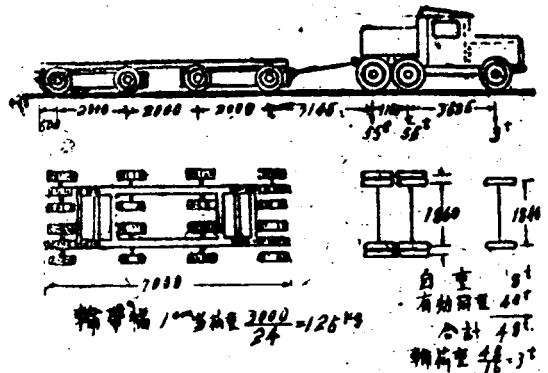
第一圖 獨逸法規上の自動車



縮り上及び製作技術上將又道路の構築並に維持の點を考慮し最も理論的に自動車規格の統一化を計るべきであります、之に關する獨逸の最近の例は甚だ理論的にして取つて以て範とするに足ると思はれるのであります、即ち路面に及ぼす荷重の影響を考慮し前輪軸荷重 W_1 噸、後輪軸荷重 W_2 噸と軸距 B 米との間の關係を $B \geq 0.8(W_1 + W_2)$

となし最大許容軸距に對し最小軸距を規定して居ります例へば前輪軸荷重5.5噸、後輪軸荷重7.5噸の時は $B = 0.8(5.5 + 7.5) = 3.9$ 米を以て軸距となすのであります(第一圖)、又重量牽引車にありては彈性ゴムタイヤを使用すると共に、荷重を可及的等分布せしむる如く車輪を配置し(第二圖)且つ輪帯幅1匁當りの許容荷重を125匁以下と

第二圖 重量牽引車



なす等舗装に與へる影響を考慮し、之が築造に當つての厚を軽減すると共に輪帯の極端なる破損の防止を計つてゐます、尙ほ車幅に付ては自重7噸以下のものでは2.55米、7噸以上のものでは2.5米を以て最大とし、車高最大4.0米、車長は單車に付ては制限せず自動車として最大長を規定し之を22.0米としてゐるのであります、以上は獨逸に於ける自動車規格の例でありますが我が滿洲國に於て近く自動車列車の出現も見、自動車に依る輸送力の増大を期待せんとする折衝之等は大きい参考とすべき事と考へます。

次に設計荷重の決定であります。之は舗装及び道路構造物の種類並に太いさを決定するものにして設計速度の想定と相俟つて高速度自動車道路の構造を決定する最も根本的な要素であります、今他の國の實例を見ますに

米國國防道路第1級にては18噸トラック及び55噸戦車を以てし、獨逸ではやはり18噸トラック及び24噸戦車を以て設計荷重として居ります。日本の國道では今回の改正案にて15噸トラック及び17噸戦車荷重を採用することとなつて居りますが、滿洲に於ける高速度自動車道路用としては其の將來性並に國防的特性に鑑みやはり米國又は獨逸的設計荷重を以て標準とするが適當と思はれるのであります。

以上自動車道路の設計に當つて必要な自動車規格の中根本的なものにつき甚だ概念的なる想定を試みましたが、以下之を基準とし自動車道路構造の中特に線形に関する問題を中心に取扱ふ事としますが之が設計理論の詳細は既に國防道路建設處の瀬戸政章氏が土木滿洲第一卷第二號に於て發表されておりますのでしくは氏の論文を御参照願ひます。

4. 自動車道路線形構造

道路の線形規格は地勢別に依り異なる可き筈なるを以て之を普通の例にならひ平坦部、丘陵部及山岳部の三種に分け夫々の設計最高速度を160軒/時、140軒/時及120軒/時として話を進めたいと思ひます。

(1) 道路の幅員

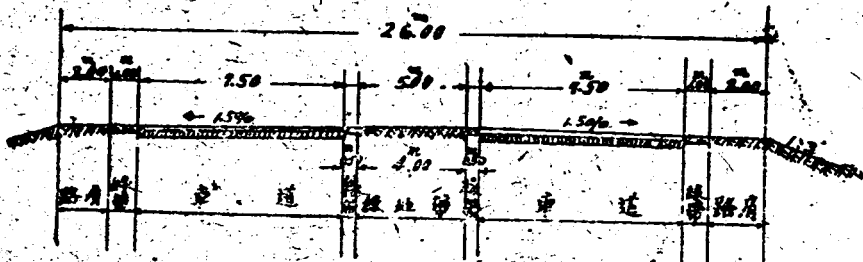
道路の幅員に關しては主として前述の第二要素に依り決せられるを以て地勢別に依る規格の變化は考慮する要なきも高速安全運轉及び輸送能力確保の見地から最小四車線幅は絶対必要であります。即ち自動車道路は完全に

一車線は追越に用意するのであります(第3圖)追越の車線を有しない道路では自動車の高速度を遺憾なく發揮せしめることは不可能であります。又輸送能力の點から云つても四車線幅を有するならば複線線道の其れに匹敵すべきは識者の指摘し居る所でありこの種道路の四車線幅を必要とする所以であります。次に一車線幅に就いて實例を見るに獨逸自動車國道は3.75米、米國ペンシルベニア高速有料道路に於ては3.66米(12呎)、フランスは幹線國道で4.5米、支線で3.5米で何れも普通道路に於ける一車線幅3.0米より大として居ります。我國に於ても將來出現すべき自動車の規格を統一し獨逸に於けるものゝ如く其の幅を2.5米位まで許容されるものとすれば車線幅としては其の1.5倍程度を以て標準とし3.75米以上となす必要が有ります即ち横断面としては中央に4.0米~5.0米の綠地帯を挟んで兩側に7.5米の車道を要するわけであり、此交通分離の綠地帯は又ヘッドライトの閃光をさへぎり夜間高速交通の安全性を増す事にもなります。尙ほ相當幅員の路肩地帯を設けて車道の限界を明瞭にすると共に、事故等に依り駐車する場合及び防護柵、標識等を設置する地帯として役立たせるべきであります。第3圖は此等の横断面形状の標準の1つを示せるものであります。

(ロ) 路面と輪帯との摩擦係數

曲線半徑、採掘曲率、片勾配、安全視距等の線形の問題を決定するに當つては路面と輪帯との摩擦係數を如何に取るべきかが重要な問題となつて來ます。車輛の進

第3圖 高速度自動車道路標準横断面



一方交通として正面衝突を防がねばならない關係上中央綠地帯に依り交通を分離し片側有効幅員としては二車線以上あるを要します。一車線は一方の交通に供し他の

行方向即ち縦の方向に於ける摩擦係數は安全視距及採掘曲率を規定し又之と直角の方向即ち横方向の摩擦係數は半徑と片勾配の關係を規定するものであり、日本の

道構造規定にては之を横方向 0.2 縦方向 0.3 となし設計速度毎時平坦部並に丘陵部 60 軒山岳部 40 軒に對し何れも一定値としてゐる事は御承知の通りであります、然るに近頃、に於ける米國の實驗並に日本に於ける内務省土木試験所の實驗等に依ると摩擦係数はタイヤの新舊、路面の乾濕等に依り甚だしく異なり又速度に依つても變化するものである事が證明され、速度の増大に伴ふ係数の低下はある限度以上は極めて少ないが舊タイヤの如き場合は急激なる減少率を示すものであり、摩擦係數としては 0.4 以上を持たねば高速度運轉は危険である事が分つたのであります、一般に縦摩擦係数は横摩擦係數よりも多少大なる値を示すが路面に薄氷が張つた様な状態では前者にて 0.1 後者にて 0.03 位に減少する場合もあり斯る状態に於ける運轉は甚だ危険を感じるものであります、獨逸自動車國道では横摩擦係數を速度に應じ變化せしめ 0.4~0.5 としてみれば横摩擦係數に關しては如何なる數字を採用せるかは明瞭ではありませぬが規定されてゐる半徑と片勾配とより推算すると毎時 160 軒、140 軒、120 軒の各速度に應じ夫々 0.072, 0.094 及 0.119 となり其處には一貫ながら方針もある様に思はれないのであります、縦摩擦係數に比し遙かに小さな數字たる斯る程度の横摩擦係數を示す路面並にタイヤの状態では事實上高速度運轉は不可能であり、恐らく之は高速時に於ける曲線部遠心力作用の甚だ大なるに鑑み座乗安定感の可及的高度化を企圖せる結果と考へられのであります、又米國ペンシルバニア有料道路に於ては標準速度 70 哩/時 (約 113 軒/時) 止むを得ざる場合 50 哩/時 (約 80 軒/時) に對し横摩擦係數の標準を 0.1 とし米雪時最悪の場合で 0.03 位に考へてゐる様であります。

以上に依り摩擦係數は一應速度に應じ變化せしめて考へるの適當であり又滿洲國に於ては冬季路面に薄氷の張る状態もしばしばなるを以て斯る不良の場合にも安全なる運轉が出来るべく考慮し、大體獨逸の例にならひ縦摩擦係數を速度に依り夫々 0.40, 0.45 及 0.50、横摩擦係數は夫々 0.06, 0.09 及 0.12 と取る事にします。

(ハ) 平面曲線半徑と片勾配

今自動車の速度を V 軒/時、曲線半徑を R 米、横摩擦

係數を f 、片勾配の大きさを $i\%$ とすれば

$$i = 0.7874 \frac{V^2}{R} - 100f$$

なる式は遠心力による横過りと、横過りから生ずる車輛の轉倒とを防ぎ曲線部を安全に走行する爲の半徑と片勾配との關係を規定する事は周知の通りであります、之に關し獨逸自動車國道に於ては平坦部、丘陵部、山岳部を問はず又如何なる大曲線といへども必ず最小限 2% の片勾配は附してゐる様であり最大限は地勢に依つて之を區別し次表の如く致して居ります、即ち最小曲線半徑は平坦部 1,800 米、丘陵部 1,000 米、山岳部 600 米とし其の時の片勾配を夫々 4%, 6%, 7% と規定してゐます。

第一表 獨逸自動車國道に於ける曲線半徑と片勾配との規定

	平坦部	丘陵部	山岳部
設計速度	160 軒/時	140	120
最小曲線半徑	1800 米 (1200)	1000 (800)	600 (400)
最大片勾配	4 % (3)	6 % (3)	7 % (3)

註: () は止むを得ざる場合の許容限度

然し止むを得ざる場合は地勢の如何を問はず何れも最大 8% まで之を許容し其の時の半徑の最小を夫々 1,200 米 800 米及 400 米となすべき事と致して居ります、ペンシルバニア有料道路にては速度 70 哩/時に對し曲線半徑の曲度 3° (約 580 米) 以上、高度 3/4 per Foot (片勾配 6.25%) と規定し止むを得ざる場合は曲度 6° (約 300 米) まで許容し其の時の速度は毎時 50 哩に制限してゐます、尙曲度 2° (約 700 米) 以下の緩曲線部に對しては横摩擦係數 0.1 とし片勾配を決定し 70 哩/時以上の速度で容易に走行し得る様になし、曲度 6° の最小半徑箇所では米雪時の危険を考慮し最大 10% の片勾配を附して居る様であります、今此處で論ずる自動車道路に於ては片勾配の限界を排水に必要な限度 1.5% を以て最小とし、又平坦部、丘陵部及山岳部の各速度に應ずる最小曲線半徑を一應 1,800 米、1,000 米及 600 米とすればこの時の所要片勾配は、横摩擦係數を 0.06, 0.09 及 0.12 と假定する事に依り夫々 5.2%、6.45% 6.9% と計算されます、然して此の程度の最急片勾配

らば車輛の安感、施工の難易等よりも恰好と思考されますを以て自動車道路の最急片勾配としては上記半徑の大きさに對し平坦部5%、丘陵部6%、山岳部7%となすが適當であります。其れ以上の半徑の各片勾配に就いては其の大きさの如何にかかはらず1.5%最小を附すべきことを前提とし各最急勾配の範圍に於て考慮すれば善いこととなります。尙ほ因みに日本の國道に於ける構造を見ても曲線半徑は平坦部、丘陵部、山岳部に應じ夫々300米、150米、50米以上と規定し之に對する片勾配は半徑300米未満の場合にのみ附し最少を1.5%最大を6%に取る事になつております。高速度自動車道路の具有すべき構造規格との差盛大なるを思はねばならぬのであります。

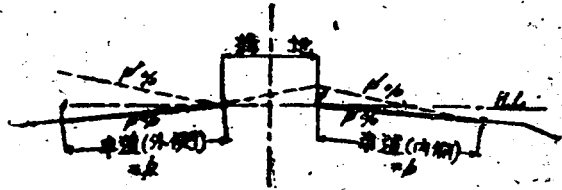
(二) 緩和區間及片勾配摺付長

自動車が圓曲部を通過する場合後輪は前輪より内側に偏倚して通過するものであり、この現象は車輛ガトローラを有する場合又は長物運搬車である場合に於て特に著しく表はれて来る爲に圓曲部半徑が小なる時は道路の擴幅を必要とするのであります。高速度自動車道路として最少半徑600米、一車線幅3.75米の構造となす時は如何なる車輛の運行に際しましても擴幅は必要としないのであります。従つて擴幅を行ふ爲の所謂緩和區間を設けないので片勾配に就いての緩和區間即ち直線部の横斷勾配より圓曲部片勾配に徐々に變化せしむべき摺付區間を設定する必要があります。此の變化の度合は普通摺付勾配の大きさを以て規定され、路面勾配の變移に依る歪曲に依りて生ずる自動車への作用力の考慮からその値は車輛の速度40軒/時~200軒/時に應じ $\frac{1}{80} \sim \frac{1}{250}$ となすが適當なりと考へられて居ります。日本の國道構造令規則に於ては時速80軒に對し之を $\frac{1}{100}$ と規定してゐます。高速度道路に於ては一層緩となすが望ましく、獨逸自動車國道では之を $\frac{1}{200}$ とし止むを得ざる場合 $\frac{1}{160}$ 迄許容する事となつてゐます。今この摺付勾配を g とし直線部に於ける横斷勾配を $p\%$ 、圓曲部に於ける片勾配を $p'\%$ 、車道有効幅員を b 米、摺付長を l 米とすれば第4圖に示す如き片勾配の高度を與へたる時は

$$= \frac{b}{2g} (p' \pm p)$$

なる關係が成立し正の符號は外側車道の外縁に就いてのものを表はし、負の符號は内側車道の外縁に就いてのものであります。高速度自動車道路として第3圖の如き構造

第四圖 片勾配高度



断面形状を採用する時は $p=1.5\%$ 、 $b=9.0$ 米となり、 $g = \frac{1}{200}$ として其の時の片勾配即ち曲線半徑の大きさに應ずる片勾配摺付長を決定すればよい事になります。尙ほ此の際曲線半徑が小さくなれば直線部より曲線部に移る際の急激なる曲率の變化をも防止する意味に於て緩和區間内に或る種の緩和曲線の挿入を必要と致しますが、最小半徑600米最急片勾配7%程度で然も摺付勾配を充分緩なる構造となせば高速度に於ても敢て緩和曲線の挿入は必要とせずと思ひますので詳細は省略致します。獨逸自動車國道に置きましても山岳部に於て半徑が550米以下の特殊の場合にのみ緩和圓曲線を挿入致して居る様であります。

(三) 平面曲線長と交角

次に平面曲線長と交角との關係であります。曲線長が小なる時は自動車が圓曲部に來りハンドルをきくと直ちに元へ返へさねばならぬ爲め自動車に横振れの振動を感へ、且つ瞬時に於けるかかる操作は運転に危惧の感を感じ延いては事故發生の原因となる事となります。此れを防止する爲に曲線上の走行間隔普通3秒間を要すると考へられており日本の國道構造規定に於ては2~3.6秒としておりますが此處で考へてゐる自動車道路に於ては高速度なる爲もう少し餘裕を取つて4.5秒位にすれば、各速度に應ずる必要曲線長は夫々200米、175米、150米となります。又一方路線の交角が甚だ小なる場合は規定の半徑を挿入致しましても小なる曲線長しか得られず路線線形に屈折の感と與へる事となり之を防止する意味からしても上記の曲線長程度は必要であります。従つて曲線半徑

曲線長とが規定されれば必然的に交角の最小が限定され
半徑R米、曲線長L米、交角 α の關係は

$$R = \frac{180^\circ L}{\pi \alpha}$$

なる式で表はされます、今R=1,800米、1,000米及600米
L=200米、175米及150米として α の最小を求めて見ると
平坦部 $6^\circ 22'$ 、丘陵部 $16^\circ 00'$ 、山岳部 $14^\circ 19'$ 、となり現地に
於ける路線選定に當り注意を要する所であります尚ほ
前内務省土木試験所長藤井博士は從來道路の曲線箇所
が稍ともすれば多くなり勝たのに鑑み自動車道路に於て
は曲線部延長の全延長に對する比率を規定するの必要が
ありとせられ之を平坦部に於て凡そ30%以下、丘陵部に
於て70%以下、山岳部では90%以下位となすが善からう
といはれてゐます。忽論この數字は建設地域の特性並に
路線の性質等に依り検討さるべきであります、之に關聯
し更に考へられる事は連続せる直線部延長の制限であり
ます、日本の如く比較的地勢急峻なる地域に於てはさほ
どでもないが滿洲の場合は20軒~30軒程度の連続直線部
の設定もあまり困難を感じないのであります、然し長い
直線の連続は滿洲の單調なる風景に一層單調味を加へる
事となり、又運転手の睡氣をも催し返つて事故を發生せ
しむる恐れがあります、獨逸の自動車道路に於ても周囲
の風景との調和を考慮し9軒以上の連続直線箇所は設け
ない様にしてゐる様であります、滿洲に於て之等の數値
を決定するに當つても南滿と北滿とでは非常に民度も地
勢も異なり一語には云へないのであります、今哈爾濱大
連間に標準を取つて見ればこの區間
全部を平坦部と考へ連続直線延長の
最大を10軒、曲線部延長の比率を30
%以下として差支へないと思はれま
す。

(ハ) 安全視距

一般道路の場合の安全視距は互に
向ひ合つた自動車の運転手が相手の
自動車を發見した場合制動を掛けて
向ひ合つて止める場合即ち安全制
動距離並に制動を掛けずに避け合
つて衝突を免れる場合即ち安全避走

距離を計算し之に多少餘裕を取つて決定しますが高速
自動車道に於ては一方交通を原則とするので斯る場合
安全視距は考へる必要がなく、單に前方の自動車が急
車をした場合及び故障車に遭遇せる場合の安全制動距
又は安全避走距離を検討すれば善い事になります。

先づ安全制動距離に就いて考へれば前方の停止車を
めてより制動操作をなすまでの時間即ち反應時間を1
とし四輪同時制動の自動車につき

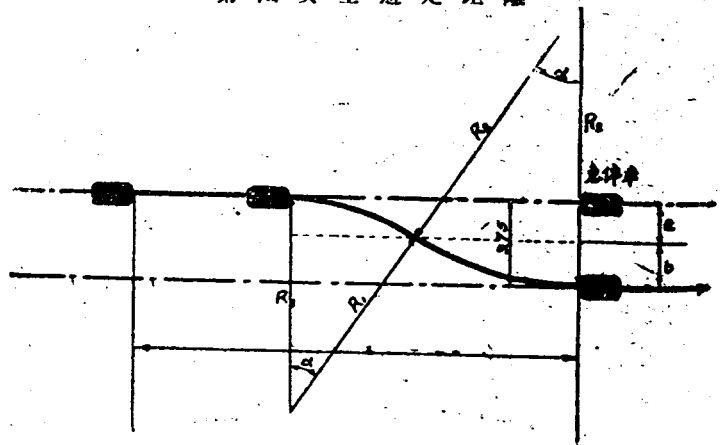
$$S = 0.278 V + 0.00894 \frac{V^2}{f_1}$$

なる關係式が得られる、此處にS=安全制動距離(米)
V=自動車速度(km/h)、f₁=路面とタイヤとの接觸
係數にして第一項は反應時間中に走行する距離であり
第二項は制動を掛けてより停止までに要するエネルギー
費時間中の走行距離であります、Vを毎時160軒、140
及120軒とせる場合f₁の値を前述せる如く0.40、0.45及0.5
としてSを求めれば夫々288米、212米及149米となりま

次に安全避走距離に就いて考へれば第5圖の様な状
となり同じく反應時間を1秒とすれば

$$S = 0.278 V + \sqrt{2R_1 a - a^2} + \sqrt{2R_2 d - d^2}$$

なる關係式が得られる、此處に第一項は反應時間中の
行距離であり第二項、第三項は夫々半徑R₁及R₂にて
折及び折し完全に逃避するに要する距離にしてRの値
自動車本來速度を變へぬものとした場合の安全走行
必要なる最小値を取るべきであります、即ち車道の横
勾配をi%、路面とタイヤとの接觸係數をfとすれば
第5圖 安全避走距離



R_1 に対しては逆片勾配となり R_2 に対しては順片勾配となる関係上

$$R_1 = \frac{0.7874 V^2}{100f_2 - i}$$

$$R_2 = \frac{0.7874 V^2}{100f + i}$$

となります、今 $a+d$ =車線幅=3.75米、 $i=1.5\%$ としVの160軒、140軒及120軒に対する f_2 の値を0.06, 0.09及0.12に取り安全避走距離Sを求めれば夫々276米、202米及153米を得ます、

第二表 安全視距

速 度	安全制動距離		安全避走距離		安全視距採用値
	i_1	S	f_2	S	
平坦部 160	0.40	288	0.07	276	300
丘陵部 140	0.45	212	0.10	202	210
山岳部 120	0.50	149	0.12	153	150

以上算出致しました各数値を一括すれば第二表の通りになり結局安全視距採用値としては各速度に應じ夫々300米、210米及150米となすべきであります、因みに獨逸自動車國道に於けるものを見れば夫々285米、200米及150米と規定し、ペンシルバニア有料道路にては1000、(305米)ある事が望ましいが最小限50哩/時で425、(130米)60哩/時で565、(172米)、70哩/時で720、(220米)あるを要するとなしており、高速度自動車道路に必要な安全視距としての近時の傾向は300米前後が要求されてゐる状態でありませ、日本の國道では平坦部、丘陵部共に100米以上山岳部60米以上あればよいとされております。

一體道路が自動車の高速性を發揮せしめ得るや否やの根本は何かといふと、この安全視距が常に保證出来る構造となつてゐるかどうかに1つにかゝつてゐると稱しても過言ではないのであります、路面状態が多少悪くとも本屈曲部に於ける半径が幾分小さく、片勾配が不充分でも見透しが充分に得らるれば或る程度の高速は保ち得るものであります、然し之に反し如何に大なる曲線半径の屈曲部又は直線箇所にして路面状態等が良くとも、次に述べる如き縦断勾配變移箇所又は屈曲部に於ける安全視距が充分でないならば運転者に危険感と與へる事とな

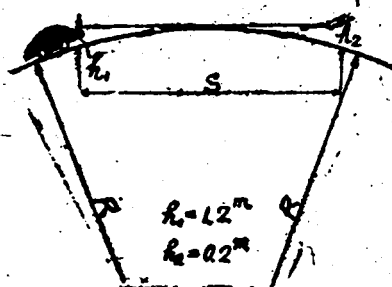
り高速度を期待することだ出来ないのであります、従つてこの縦断上の安全視距を充分得る爲に縦断曲率半径を規定し屈曲部に於ける安全視距を充分ならしめる爲に其の中心線半径及び横方向の建築限界を規定する必要が生じて来るのであります。

(ト) 縦断曲率半径及縦断曲線長

路線の勾配變移箇所に於て充分なる見透しを得る爲に挿入すべき縦断曲線は亦斯る箇所を高速度にて車輛が通過する場合の衝撃を減じ安全走行ならしめる爲にも必要であります、従つて縦断曲率の大小を決定に際しては此の兩方面より考察すべきであります、従來は縦断曲線として道路では拋物線を鐵道では圓曲線を多く使用致しておりますが、其の理論並曲率度を簡單明瞭ならしめる意味で自動車道に於ては圓曲線を使用致したいと思ひます、以下圓曲線とし其の曲率半径の大小を吟味する事とします。

先づ安全視距に就いて考へれば従來道路の設計に際しては運転者の目の高さを1.4米とし、見透し得る障害物もやはり相手の自動車の運転者の目の高さ1.4米として規定の安全視距を得るべく縦断曲線を決定して來たのであります、自動車道路に於ては一方交通である關係上障害物の高さを運転者の目の高さとなすは不適當でありませ

第6圖 安全視距と縦断曲率



す、獨逸の自動車國道に於てはごく些細の路上障害物も危険を伴ふ故を以て之を後輪の差動齒車にかゝらない最大限のもと考へ0.2米としてゐます、つまり高さ0.2米以上の障害物は危険を伴ふものとして常に安全視距内にある如くなし、0.2米以下の障害物は一體差動齒車にかゝらないから之に接近してから發見しても危険をまぬがれ得

るとしてゐるわけであり、尚ほ又運転者の目の高さは自動車の重心がその高速性を増すにつれて低下する傾向に鑑み之を1.2米として計算しております。

さて第6圖に於て h_1 =運転者の目の高さ(米)、 h_2 =障害物の高さ(米)、 S =安全視距(米)、 R =縦断曲率半径(米)とすればこれ等の間には

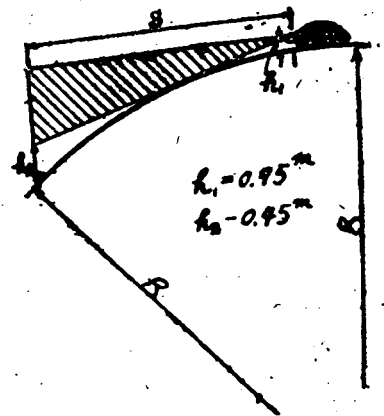
$$R = \frac{S^2}{2(h_1 + h_2) + 4\sqrt{h_1 h_2}}$$

なる關係式が成立することは容易に幾何學的に證明が出來、與へられたる h_1 h_2 に對し規定の安全視距を得らるべき縦断曲率半径を求むることが出來ます、今獨逸の理論に従ひ $h_1=1.2$ 米 $h_2=0.2$ 米を採用する事とし S の値を夫々300米、210米及150米として R を計算すれば結局各速度160軒/時、140軒/時及120軒/時に應ずる所要縦断曲率半径として夫々18,900米、9,260米及4,720米を必要とする事になります。

以上は安全視距内の障害物は常に目撃し得る状態即ち晝間であるか又は道路照明の完全なるかを前提として普通行はれる考へ方であり、一般に夜間に於ては道路照明の完璧を期する事は困難であり唯自らのヘッドライトを頼りに走行する場合が多いのであるから如上の理論の検討のみにては夜間の安全なる高速走行をも保證出來るとは斷言出來ないのであります、夜間に於ても晝間と同様なる高速走行を期せんとする爲には先づ前提條件として晝間と同程度の安全視距を確保し得る事が必要であります、現在日本に於けるヘッドライトに就いての取締規則では最小50米前方の障害物を明瞭に認め得べき燭光を有すべき事として居り、獨逸の自動車取締法規でも最小照明距離は時速30軒で25米以上、時速30軒以上では100米以上としてゐますがこの程度の燭光を有するヘッドライトの能力では夜間の安全なる高速交通は不可能であり殊に速度を低下するより外に方法はないのであります、そこで斯る不便を除く爲にはヘッドライトの能力を更に増大し速度に應じて必要なる安全視距を確保すると共に道路の平面曲線並に縦断曲率等もこの方面から再検討をなす必要ありと考へられるに到つたのであります、此の概念に最初に着目したのは米國であり彼のベンシルバニア高速有料道路の構造を規定する際之を實用化致し

て居ります、即ち米國の實驗に依ると特に注意して製されたヘッドライトランプを使用し2,500燭光とすれ300米前方にある路上白色障害物は完全に認知し得、將來は黑色障害物をも認知可能なるヘッドライトが取り付けられる可能性充分ありとなしてゐるのであります、して道路の縦断曲率半径を決定するに當つてはヘッドライトの照明能力と晝間に於ける安全視距に一致せしめことに依り前述の場合と同一方法を用ひております、ち第7圖に於て h_1 =ヘッドライトの高さ(米)、 h_2 =夜間に於ける障害物の高さ(米)とすれば光線の擴がりは關係き故前同様

第7圖 夜間安全視距と凸縦断曲率



$$R = \frac{S^2}{2(h_1 + h_2) + 4\sqrt{h_1 h_2}}$$

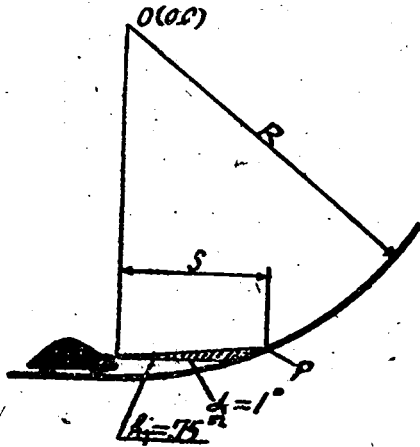
なる關係式を得ます、今米國の實例を採用し $n=0.75$ $h_2=0.45$ 米とし前記 $S=300$ 米、210米及150米の各々對し R を計算すれば夫々19,050米、9,350米及4,770米となり晝間の場合と殆んど同じ値を得る事になります。

尚ほ以上は何れも縦断曲線が上に向つて凸の場合であるが上に向つて凹の場合は第8圖の如き關係となりこの時はヘッドライトの上方への擴がり角度 $=\alpha$ が問題となります、今路上前方の點 P を認知せんとする時の照能力を晝間安全視距と一致せしめることに依り R, S, h_1 の特長は前同様とすればなる關係式が幾何學的に誘導し

$$R = \frac{h_1(h_1 + 2S \tan \alpha) + S^2(1 + \tan \alpha)}{2(h_1 + S \tan \alpha)}$$

得られます、今米國の實驗に基き $\alpha=1^\circ$ と假定し $h_1=0.75$ 米、に取つて前同様 S の各値に對し R を求めれば

第八圖 夜間安全視距に凹縦断曲率



7,500米、4,980米及3,340米となります。

次に縦断勾配変り箇所における自動車に対する衝撃緩和の見地より縦断曲線形について考へれば之に関しては普通次の如きブロックマン氏の公式が使はれてゐます。

$$\text{即ち } R = \frac{V^2}{3.6}$$

(R=縦断曲率半径(米))

此の式は凹凸何れの場合にも適用されるのでありますが今埠速160軒、140軒及120軒に對しを求めて見ると夫々7,100米、5,500米及4,000米となり安全視距よりのものと比較する時は凸の場合甚だ小なる値を示し高速時に於ける適用は不適當と考へられますが、凹の場合は夜間安全視距よりするものと比較的近い値を示しむしろ140軒/

部9,000米、山岳部5,000米とすべく凹縦断曲率半径は夫々7,500米、5,500米及4,000米を要すべき事となります。獨逸自動車國道に於ける規定では之等の値に對し凸の場合夫々16,000米、9,000米及5,000米にして凹の場合夫々8,000米、5,000米及3,000米となつており多少本計算とは値が異なつてゐます。

尙ほ實施設計に當つては縦断曲線長を算出する必要がありますが上記に従ひ曲率半径を規定しておけば次式に依り簡単に求める事が出来ます。

$$l = \frac{Ri}{100}$$

此處には縦断曲線長、iは‰にて表はしたる勾配の代数差であります。

(チ) 屈曲部平面曲線形と安全視距

高速走行に於ては何時如何なる場合と雖も安全視距は確保せねばならず縦断方向のものについては前條の曲率半径を取れば充分であります。屈曲部中心線の半径は片勾配との關係に於てのみ考察せるを以て果して充分に平面的に安全視距が得られるや否や検討を要するのであります。

第9圖 (イ)に於て

R = 屈曲部中心線半径(米) (第10圖) (イ)

S = 安全視距(米) 段切 (ロ)

m = 中心線より之と直角の方向に於ける屈曲部の内側の法面又は障害物に至る最短距離(米)

とすれば

第三表 縦断曲率半径

速 度	晝間安全視距=ヨルモノ		夜間安全視距=ヨルモノ		衝撃緩和=ヨルモノ		縦断曲率半径採用値	
	凸ノ場合	凹ノ場合	凸ノ場合	凹ノ場合	凸ノ場合	凹ノ場合	凸ノ場合	凹ノ場合
平 坦 部 160 軒/時	18,900	—	19,050	7,500	7,110	7,110	19,000	7,500
丘 陵 部 140 軒/時	9,260	—	9,350	4,980	5,440	5,440	9,500	5,500
山 岳 部 120 軒/時	4,720	—	4,770	3,340	4,000	4,000	5,000	4,000

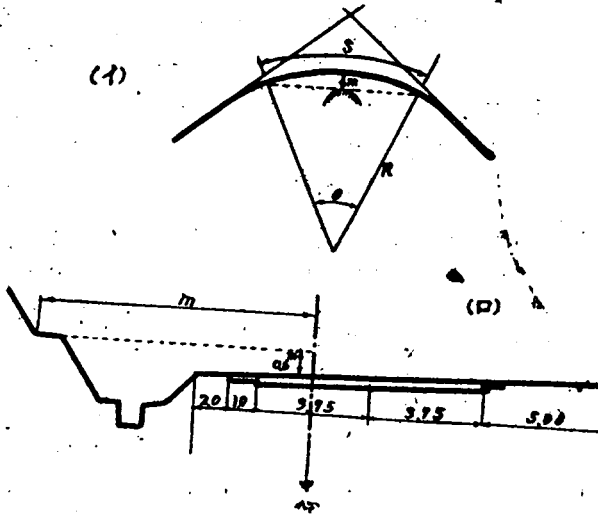
時及120軒/時の速度では之より大なる値となつております。

以上各方面より算出せる値をまとめれば第三表の如くなり結局凸縦断曲率半径の最小は平坦部19,000米、丘陵

$$S = \sqrt{3m(R - \frac{m}{2})}$$

なる關係式を得、RとSとに規定の値を代入しmを求めれば夫々平坦部6.5米、丘陵部6.0米、山岳部5.0米となり、第3圖の横断形となす時は路肩及び側溝までの幅で足

第9圖 曲線部に於ける安全視距



り、切取の場合でも段切を要しない事になりますが、この際路肩に於ける標識等の設置は許されないのであり、尚ほ路面上の障害物の高さは0.2米運轉者の目の高さは1.2米として見透すを以て縦断曲率を考慮すれば其の平均高さは0.6米となり、従つてmの値は道路中心線上0.6米の高さに於て測らねばならないのであります、其の關係は第9圖ロの如くであります。

次に夜間に於けるヘッドライトに依る安全視距確保の見地から考察するに之もペンシルバニアに於ける有料道路設計の際考慮された新しい概念であります、夜間自動車が屈曲部を走行する時ヘッドライトの左右の擴がりを用ひ安全視距の限度にて先行車を発見し得る如く曲線半徑を規定せんとするものであります、今此處では之を逆に考へヘッドライトの左右の擴がりをどれだけ調整すれば晝間と同様な安全走行が可能なるやを検するに第10圖に於て最も悪條件即ち先行車が同一車線上にある時を考へることとし、曲線半徑をBとせる場合の照明能力限界もxを安全視距Sに等しからしむべき條件よりヘッドライトの所要擴がり角度を求めて見ますと

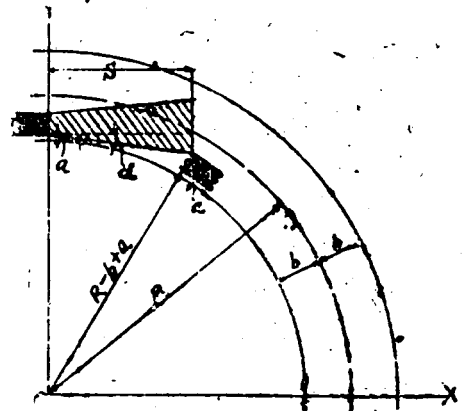
$$y = (R - b + a) - S \tan \alpha$$

$$y^2 + S^2 = (R - b + a + B)^2$$

なる二つの關係式を得る事が出来ます、此處でaを0.6米bを一車線幅として3.75米、Bを自動車幅として2.2米を

取り各速度に應じてyの値を求めれば夫々4°25' 5°28' 及 6°25'を得ます、即ち換言すれば夜間にも毎時160軒の高速安全走行をなす爲には自車のヘッドランプとして300米の照明能力を有其の光線の左右擴度4°25'以上に調整されおるのを取付けらるべく、道路の曲線半徑も1,800以上たるを要する事になります、又毎時140軒及び120軒の速度を目標とする場合は照明能力夫210米及び150米で善きも擴度は夫々5°28'及び25'以上を要し、道路の曲線半徑も1,000米及600以上たるを要するのであります、實際問題として6°30'程度までは調整可能なるを以て充分なる明能力さへ得らるれば本規定の曲線半徑で夜間全走行に差支へないわけであります。

第10圖 夜間安全視距と平面曲線



(リ) 縦断勾配及び其の制限長

次に縦断勾配及其の長さの問題であります、之が決に當つては高速運轉に於ける勾配の經濟理論を考究する必要があります、最近自動車の發達に伴ひ路面の播氣及び線形の狀況等が燃料消費其の他輸送費に影響する所が大となつて來て居り、就中勾配の如何は最大なる關を有し道路運輸の經濟並に能率を支配する最も大なる要素であるといふことが出来るのであります、従つて得は出来るだけ緩となし其の長さも出来るだけ小なるを以て得策と致しますが一方土工費を増大する恐れがあり其處に或る限度を必要とします、從來の道路に於て混合交通である爲馬の牽引に無理を生じない程度を

慮して之を限定すれば自動車に対しては充分でありませ、日本の國道では特殊の場合を除き平坦部3%、丘陵部4%、山岳部5%を以て最急とし勾配が4%より急なる坂路に於ては其の長を制限し適當距離に緩なる勾配を有する區間を設置すべき事と致しておりますのは馬の勞働力の能率化を主として計つた結果であります、然し自動車の交通のみを主とする専用道路に於ては自動車の能率的及び經濟的運轉の立場から考へねばなりませぬが自動車の構造はその型態、目的、性能等變化甚しく且つ其の能率並びに燃料も多種なる爲各種の自動車に對し合理的な勾配及び其の制限長を決定する事は甚だ困難であります、之に關する理論的研究としては從來アツグ氏のものがあり自動車交通に對する經濟勾配の設計に當つては次の條件を滿足する事が必要であるとして居ります、即ち坂路を上る際にはギヤーを變更することなく前の勾配を下る際にたくわへた運動量を利用し燃料消費經濟の範圍内速度にて登り得る勾配及びその制限長を有する事、又坂路を下る際には何らの驅動力を要せず且つブレーキをかけないで而も道路の構造以上の不安なる速度に達せずして下り得る勾配及び其れに對する制限長を有する事の2つであります、之等の條件は經濟速度即ち40軒/時~60軒/時の範圍内に於て適用さるべきが本則であります、が車輛に高速度が要求される場合即ち自動車道路の構造を決定する場合に於ても一應經濟勾配設計理論として適用することが出来ます、以下代表的なる性能を有する高速度自動車を想定し100軒/時~160軒/時の速度に於て上記理論を考究せる結果につき若干申し上げる事と致します。

先づ緩急勾配決定につき考へますに想定自動車は現時自動車工業の發達より考へて機關最大出馬力を100、其の時の機關回轉數毎分3,800回の性能を持つものとし、今所要馬力及速度と勾配との關係を導けば理論的に次式が成立します、

$$H = \frac{(11w + 10iw + \mu V^2)V}{75 \times 3.68}$$

此處にH=所要正味馬力數、W=荷重時に於ける重量(噸)、V=速度(軒/時)、i=勾配(%), δ =傳達效率、 k =風壓係數×風壓抵抗面積にして上式右邊の分子括弧

内第一項は車輛運轉時に於ける迴轉抵抗であり第二項は勾配抵抗、第三項は風壓抵抗であります、今高速度の考究の意味を以て乗用自動車にのみつき考へれば $W=2.0$ 噸、 $\delta=0.9$ 、 $\mu=0.0027$ (乗合自動車に於ては0.0042、貨物自動車にては0.016)と想定して時速160軒、140軒及120軒の時登り得る勾配を求めて見ると平坦部、丘陵部、山岳部として夫々3.0%、4.9%、7.1%及を得る、然して之は機關出力が常に最大値を出しておとした場合の理論的値であります、實際には機關の回轉數を一定に保つことが出来ず又其の最大出力を以て常時運轉するは不經濟なるを以てかゝる高速度を保持する爲には更に機關に餘裕馬力を有せしむるか、勾配を緩にするか或は速度變化の範圍を限定して勾配の制限長を規定するか何れか又は之等の併用を行はねばならぬのであります、之は乗用車に就いての結果であります、他の重量貨物自動車等の運轉經濟の立場のみから考へる時は勾配抵抗の所要馬力に及ぼす影響は非常に大なるを以て勾配を緩にするが最も得策といふことになりませぬ、因みに1%勾配を緩にすれば乗用車にては10馬力、貨物車にては20馬力の節約となり同じ馬力条件では乗用車で20軒/時の速度増加をもたらす事が出来る計算となり勾配緩和の運轉經濟に及ぼす所如何に大なるかと思はれるのであります、獨逸自動車國道の例を見ると平坦部、丘陵部及山岳部に於て夫々4%、6%及8%以下となつており佛蘭西の自動車道路では5%以下、ペンシルバニア有料道路に於ては特に全線3%以下となしこの爲總延長7哩の隧道を掘鑿した程であり極力勾配緩和を計つてゐる様であります、これ等の實例並に計算結果を見、加ふるに滿洲の地勢等を勘案する時は平坦部、丘陵部及山岳部に應じ夫々3%、5%及6%を以て最急勾配となすが適當と考へられるのであります。

次に此の勾配規定の下に勾配制限長を考へるに當り上記アツグ氏の經濟勾配理論を適用しエネルギー式より速度、勾配及び其の長さの關係を導けば

降り勾配に對し

$$\Delta a = \frac{1000(1+k)(V_2^2 - V_1^2)w}{3 \times 3.6^2 g} - \frac{(10i - 11)w - (V_2^2 + V_1^2 + V_2 V_1)}{3} \mu$$

昇り勾配に對し

$$\angle u = \frac{1000(1+k)(V^2a - V^2u)W}{2 \times 3.6g} \frac{1}{(10i+11)W + \frac{(V^2a + VuVa + V^2u)}{3} \mu - Tm}$$

なる式が得られます。此處に $\angle a$ = 降り勾配に對する制限長(米)、 $\angle u$ = 昇り勾配に對する制限長(米)、 Va = 坂路の下部に於ける速度(軒/時)、 Vu = 坂路の上部に於ける速度(軒/時)、 g = 重力の加速度(m/sec^2)、 K 及び μ は自動車の種類に依り異なる係數(乗用車の場合 $k=0.05$, $\mu=0.0027$ 貨物車の場合 $k=0.1$, $\mu=0.016$)、 W = 荷重時總噸數、 Tm = 速度 Vd に Vu 於ける車輪周邊驅動力の算術平均であります。然して此等の式は下り勾配に於ては重力に依る作用力が走行抵抗より大きい場合、昇り勾配に於ては走行抵抗が機關の出し得る驅動力より大きい場合即ち結果として何れも $Vd > Vu$ となる場合に就き算出せるものであります。理論的には勾配の如何により此等の條件が逆になる場合及び等しい場合が考へられます。 $Vd = Vu$ となる如き勾配に於ては降るに當つて、ブレーキをかけず又昇りに當つてもギヤの變更を行はないで、機關の餘裕馬力を利用するのみにて無限に一定の速度を保ち得る事となり最も理想的なる勾配にして何等の制限長を必要としないのであります。今この等速運動を可能ならしめる勾配を i_0 (%) とすれば

降り勾配に對し

$$i_0 = 1.1 + \frac{\mu V^2}{10W}$$

昇り勾配に對し

$$i_0 = \frac{Tm}{10W} - \frac{\mu V^2}{10W} - 1.1$$

なる關係式を得て算出する事が出来ます。勾配が i_0 より大となれば一般の場合降り勾配に於ては速度が漸次増大して危険を伴ひ、昇り勾配に於ては漸次減少して遂にギヤの變更を要する事となるを以て勾配を制限する必要が生じて來るのであります。又 i_0 より小なる勾配に於ては理論上 $Vd < Vu$ となり、勾配を降るに當つて速度が漸次減少し、昇るに當つては逆に増大する結果となるのであります。實際に於ては前者の場合惰力に依つて最低速度になる迄走行し後遂次速度を増す如き操縦を行ふを以て別に危険を伴ふ事はなく又後者の場合に於てはギヤ

の變更を行はずして速度の増大を計り得るを以て制限の設定の必要は絶對的でないのであります。従つて一制限長としては $Vd > Vu$ の場合を考へれば善い事になります。さて以上の理論に従ひ今 Vd 及 Vu の値を平坦部に於て 160 及 140 軒/時、丘陵部 140 及 120 軒/時、山岳部 120 及 100 軒/時とし最急勾配夫々 3%、5% 及 6% の條件の下制限長所要限界勾配並制限長を前述の想定乗用車に就求めれば第 4 表及第 5 表の如くであります。

上表は驅動力の算出に當つて次式を用ひ $H=100$ 馬力、 $n=3300$ 回/毎分、 $\delta=0.9$ D = 車輪直徑 = 82 釐 r = 機關性能曲線の形狀

$$T = \frac{60 \times 75 \times 10C \gamma \delta H G}{\pi n D}$$

に依る係數 = 1.28, π = 圓周率、 G = 最小ギヤ比 = 2.51 想定して得たる $T=133$ 疋を使用した結果であります。應この結果のみよりすれば平坦部、丘陵部、山岳部の急勾配に對する制限長としては夫々 5,000 米、1,500 米、800 米位となすべしとなりますが、之等は坂部に於ける速度の許容範圍、自動車の種類並性能等に影響する所めて大でありますので乗用車を主體としたる上述の値のみを以て制限長の規定となすは不適當であります。實際には尚種々なる場合を考慮して決定しなくてはならないのであります。之等に関しては未だ明確なる結論を得て居りませぬので省略する事と致します。

以上に依り高速度自動車道路構造決定に關する概略題の大なるものにつきその大體を説明致しましたが此の外屈曲部に於ける横斷形狀、反向並同向曲線、斜勾配の諸問題が残され緩和曲線、勾配制限長等に關し尙ほ細なる検討を必要とするのであります。時間もありませぬので一應此の程度に止め次に鋪裝其の他の點に就き干渉して見たいと思ひます。

5 鋪 裝

自動車道路に於ける高速性を發揮する爲には路面の粗性が極度に要求せられる事は絶對であります。百軒/時といふ如き速度に於ては路面の些少なる凹凸も輾に及ぼす衝撃の如何に大なるか想像に難くないのであります。獨逸の自動車國道に於ては毎時 160 軒の速度を目標としてみるだけに路面に關しても 4 米につき 4 疋の粗

度を要求してゐる事は周知の通りであります、線形の良 瀝青舗装は伸縮目地を要しない特徴を有し、伸縮性を
 異なる又維持修理の完全なる砂利道に於てもそれ相應の 有し維持が簡易なるを以て地盤の甚だしい不等沈下を起

第4表 下リ勾配制限長所要限界

規 格	速 度	最急勾配	等 速 下 配	制限長所要 限 界	制 限 長 計 算 例
平 坦 部	160	3%	4.5%	不 要	不 要
丘 陵 部	140	5	3.7	3.0~5.0	3.5% / 場合 18,900
山 岳 部	120	6	3.0	2.4~6.0	4.0 // 3,500
	100	6	2.4		5.0 // 1,200
					3.0 // 7,000
					4.0 // 1,400
					5.0 // 800
					6.0 // 560

註: 總重量2.0噸、最大馬力100、乗用車

第5表 上リ勾配制限長所要限界

規 格	速 度	最急勾配	等 速 上 配	制限長所要 限 界	制 限 長 ノ 一 例
平 坦 部	160	3%	2.1%	2.0~3.0%	3.0% / 場合5,000米
丘 陵 部	140	5	2.9	3.6~5.0	4.0 // 3,900
山 岳 部	120	6	3.6	4.2~6.0	5.0 // 1,200
	100	6	4.3		4.5 // 3,100
					5.0 // 1,700
					6.0 // 870

註: 總重量2.0噸、最大馬力100、乗用車

高速度性を發揮せしめる事不可能ではないのでありますが、砂利道等の簡易道路には多大の維持費を要し、タイヤ等に車體の損耗も大となり又砂塵に依る視界の不明は高速度交通上支障を來す事となりますから原則上舗装を缺く高速度交通の開通は考へられず、瀝青舗装又は瀝青系舗装の高級的なものが必要である事はあらためて申し上げるまでもない事であり、即ち舗装としては極度の平坦性が得られ路面摩擦係数大なるものを選ぶと共に地域に應じ容易に取得し得べき經濟的材料に依るべきであります。但し瀝青系と瀝青系と何れが適當であるかと云へば概念的に次の事が云ひ得るのであります。瀝青舗装の場合に路面の摩擦並に摩擦抵抗大で維持費が少く、又瀝青の明るい色が夜の交通に都合が善いとされてゐます。但し瀝青はかへつて運轉手の眼を勞れさせ事になり又伸縮目地を設けなければならぬ點は施工の面倒と路面の平滑性が失はれ易き缺點があります。瀝青の龜裂防止の爲めの線目地は其溝自動車の走行車線を示すに役立つのであります。

す心配のある箇所並に高地にて工事用水の得難き箇所等に用ひられるべきであります。但し諸洲にては瀝青資材の入手甚だ困難なる現状に鑑み、時勢瀝青系舗装の採擇が好都合なるべきと思はれるのであります。

尚ほ高速度道路の舗装形態の1つの特徴として考へられます事は瀝青と瀝青を互に車道及路肩又は綠地帯との限界として役立たせる事であり、此の着想はドイツの自動車國道にて最初に實施されこの限界部分を周縁帯と稱して、車道が瀝青舗装の時には暗色の瀝青舗装を實施し車道が瀝青舗装の時には明るい色の瀝青舗装を用ひて霧や薄明の中でも安全なる高速運轉が可能なる様に車道を明瞭に浮き立たせております。尚ほ又車道の兩側にかゝる地帯を設置する事は路肩又は綠地帯よりの水が車道へ直接浸出するを防止するに役立つと共に故障車が車道中心部をよけて一時停車する場所としても役立つのであります。獨逸ではこの周縁帯の幅を路肩及綠地帯側に夫々1.0米及0.4米を標準と致して居りますが、前述第3圖に示せる標準横断面形にては夫々1.0米及0.5米と考

へて居ります。

尙ほ舗装厚並に施工方法の決定に當り特に滿洲にては冬期凍上の心配もあり又路盤構成土質の不良なる個所の不可避並に路盤構築後短年月に於ける舗装實施の必要等の爲餘程慎重を期さねばならず、場合に依りては特殊なる工法をも採用すべき必要があるのであります。之等に関しては何の機会に譲る事と致します。

6 路線の選定

高速度自動車道路建設の目的が軍事上若しくは國防上の要請第一にあり交通の多元的並に遠距離輸送を確保すると共に、國內のあらゆる重要施設並に據點を有機的に連絡せしむるにある以上自ら之が路線網の構想は明瞭になつて來るのであります。即ち首府を中心とし國內遍く配置せられて重要都市港灣航空基地等を連絡し可及的速かに國境に向はしめて戰線の短絡を計るべきであります。然して之が構造は普通道路の其れとは其の規格に於て著しく異なる關係上路線の選定及構成に當りましても亦新なる觀點を必要とし次の様な2,3の問題が考慮されねばならないと思ひます。

(イ) 新線建設

高速度自動車道路は在來道路の改良に依らず全部新設とし在來道路は此の幹線の培養線として其の重要性を失はないようにし、共に一體となりて輸送機能の強化を計るべきであります。之が爲には從來の道路に對しても改良を加へ地方交通の使命の達成をも充分企圖さるべく路線の選定をなすべきであります。

(ロ) 建設難易の考慮

地方開發及多元的輸送の企圖の觀點から自動車道路は鐵道と鐵道又は其れらと他の有力なる道路との中間位置に選定するのが原則である事は獨逸の自動車國道の構成に於て見られる所であります。我が滿洲國の如き未だ充分に交通網の發達を見ざる所では之が建設に當り資材其の他の輸送に關し極度に困難を伴ふ事が予想される状況に鑑み鐵道と比較的距離並に並行して選定を行ふ事も亦止むを得ない所であり、むしろ或る場合には建設資材輸送上の難易を第一義的に考慮して路線の選定を行ふ事も必要であると思ふのであります。

(ハ) 都心外通過

都市通過に際しては道路の本質上其の中心を貫通す事をせず市街計畫區域外を通過せしめるべきであり、然し都心より必要以上に離れる事はかへつて都市の連絡に不便を來すおそれがあるを以て都市の將來性充分考慮の上出来るだけ近く選定さるべきが理想であります。都市通過に際しての形態並に市街地との連絡方には次の4種類が一般に考へられてゐます。

- (1) 環狀線に依り都市を包圍するもの
- (2) 分枝線に依り都市内重要地點と連絡するもの
- (3) 本線が直接都市内重要地點と連絡するもの
- (4) 市街路の延長が直接連絡するもの

然しての(1)場合は首府又は之に匹敵する大都市に於て畫され、(2)の場合は中級都市又は重要な産業都市にて分枝線の都市内輸入を必要する場合、(3)は自動車路の終發都市又は港灣都市、(4)は普通小都市通過の型られる所であります。

(ニ) 立體交叉

道路に於ける他の交通路との平面交叉が如何に道路通過の危険性を増大し迅速性を妨害するかは論を俟たざり所であり、高速度自動車道路と總べての他の交通路との交叉個所は完全なる立體交叉となし必要に應じ適當な連絡路を設けねばならぬのであります。立體交叉の構成並に方法に就いては幾多研究を要する興味ある問題であります。概略之を分類すれば次の通りであります。

(一) 連絡立體交叉

立體交叉に依り自動車道への乗り入れ及取りよりの乗り出で可能なる装置にして更に之に分けると次の如くなります。

1. 自動車道路同志の交叉(クローバー型)
2. 自動車道路の分枝(三叉型及喇叭型)
3. 自動車道路と他の道路との交叉(半クローバー型及喇叭型)

(二) 不連絡立體交叉

之は一般に行はれてゐる立體交叉のみのもので次のものが考へられます。

1. 陸橋

地下道路線選定に當つては之等の構造並に設置個所を考慮すべき要あるは當然であります。他の總べての交通路との交叉個所を全部立體となすは莫大なる費用を要する事であるから既設道路の近接せるものは之を一個所にまとめて行はしめ、又滿洲の如きに於ては暗渠及橋梁の下をも雨期以外に於ては通行出来る如く考慮すべきであります。大體我が國の現状に於ては10軒乃至15軒毎に連絡立體交叉を設置し約3軒毎に之を橋斷し得る如く陸橋又は地下道を配置する要ありと思はれます。

(ホ) 技術的問題

路線選定に當りては架橋地點、池及浸水地區、骨材採取地、等々考慮すべき幾多の技術的問題がありますが特に滿洲の如き寒地の道路構築上留意すべきは路盤凍上防止の問題であります。凍結に依る路面の隆起は遂に路面工を破損し自動車道路の如き高級舗裝に於ては其の修理も容易ならざるを以て之が路盤の構築には細心の注意を拂ふべきであります。斯る高級舗裝の技術的成否は舗裝の問題もさる事ながら其の基礎たる路盤の支持力の如何が決定的要素である事亦いふまでもない所であります。然して路盤の支持力といひ凍上といひ何れも土質の良否に依り殆んど決定的に左右されるものである以上路線選定に當りての土質調査が如何に重要視さるべきかがうなづかれるのであります。毛細管現象に依りて水を吸収し且つ吸水能力の大なる土壤を以て路盤を構築する事

は甚だ危険であつて遂には路盤が軟弱となり結氷期に著しい凍上を起しますので砂礫、砂質土の如き吸水能力少なく且つ支持力の大なるものと置き換へるか又は根本的に路線通過地點の變更を行ふべきであります。獨逸に於ける建設状況を見ましても土質の如何は最も意を用ひたる所であり、機械的土壤分拆の結果悪土質と判定される個所は路線を變更するが最良策であるとなし、それが止むを得ざる場合は300軒をも遠しとせず良質土壤を運搬し入れ換へを行つてゐる個所もあるとの事であります。凍上防止の方法としては此の外盛土高の増大毛細管上昇力底層の設置、地下水位の低下等種々の工法が考へられる事は周知の通りであります。土砂の置き換へとか底層の設置とかは工費も大であり施工も面倒である關係上實際問題として滿洲の現状では困難であります。従つて路線選定に當つては特にこの點に注意し可及的土質の良好なる個所を通過せしめると共に其の構築に當つては盛土高を増大する事に依り凍結深度を地下水の毛細管上昇限界以上に置くのが工費も低廉にして最善なる策と考へるのであります。尙ほこの問題に就きましては幾多の研究發表も行はれてゐますので一寸觸れた程度といふ事に致し度いと思ひます。

以上を持つて高速度自動車道路の構造に關する私の講演を終る事と致しますが時間の都合上甚だ概念的となりました點は深くおわびする次第であります。

x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		x		x	x	x			