

講 演

土木學會誌 第十六卷第七號 昭和五年七月

軌近に於ける平面交叉分離 (Grade separation) に就て

會員 工學士 川 口 利 雄

On Grade Separation in regard to the Modern
Traffic Problems

By Toshio Kawaguchi, C.E., Member.

内 容 梗 概

主として都市及都市附近に於ける交通に關し米國及我國の最近の事情を概説し、交通の混亂とそれに依る損害及その對策の種々相を述べ、その内特に平面交叉分離の種類及その各法に就き詳説し、就中軌近自動車交通の急激なる發達に伴ふ由々しき踏切問題に對し平面交叉分離の實施を強調し、尙實施上如何なる方式によるを利とするかに就き二三の研究の結果を述ぶ。

只今御紹介を得ました川口でございます。表題のことに就て餘り纏つた講演といふわけに行きませんでせうが、又時間も餘計ありませんし思ふやうに充分お話することが出来ません。大體の御話の筋道は平面交叉分離に關して先づ前提として交通問題の概要を少しお話しなければならぬかと思ひます。問題の性質上擧げる數字が多くなりまして、或は御退屈になるやうなところもあるかも知れませんが、暫く御清聴を願ひたいと存じます。

都市發展の狀態

何れの國も文化が段々發達しまして、産業が合理化され交通が追々便利になりますと、比較的國全體に亘つて分布されて居つた人口の密度が、或る特別な箇所即都市に集中さるゝ傾向を有するものでありまして、これを假に都市集中性と名付けます。米國の例に取りますと餘り新しい例は見當らなかつたのでありますが西曆 1880 年に於ては亞米利加全人口に於ける都市及地方の百分率は地方に於て約 71%、都市に於て約 29% であつたのが、40 年経つた 1920 年には地方に於て約 49%、都市に於て約 51%、即都市に於ける人口は米國全人口の半ば以上を占めるやうになつたのであります。而して都市の數は次第に増加されて人口 1 萬以上の都市は現在 1032、10 萬以上の都市が紐育市の人口 600 萬を筆頭として 68 あるといふ

状態であります。我國は非常に人口の多い國柄として有名であります。地方に於ける人々が商工業の發達に伴れて都市へ都市へと集つて來てその都市の數も非常に殖えて居りますが、

第一表 米國人口地方都市別の移動

調査年	全人口に對する百分率		米國の都市數	
	地方	都市	人口 1 萬以上	10 萬以上
1880	71.4	28.6	1 032	
1890	64.6	35.4	136	
1900	60.0	40.0	68	
1910	54.4	45.8		
1920	48.6	51.4		

私の調べ得た最近の大正 14 年度の調査に依りますと我國では人口 1 萬以上の都市數は 674、10 萬以上の都市數は 25 であります。斯の如く我國は面積に比して人口が非常に多い爲に、

第二表 我國に於ける都市 (大正 14 年調)

人口 1 萬以上	674
5 萬以上	81
10 萬以上	25
50 萬以上	3
100 萬以上	2

都市と言はず町と言はずその人口の密度は如何にも多いのであります。又同じく都市集中性の現象は争はれないのであります。

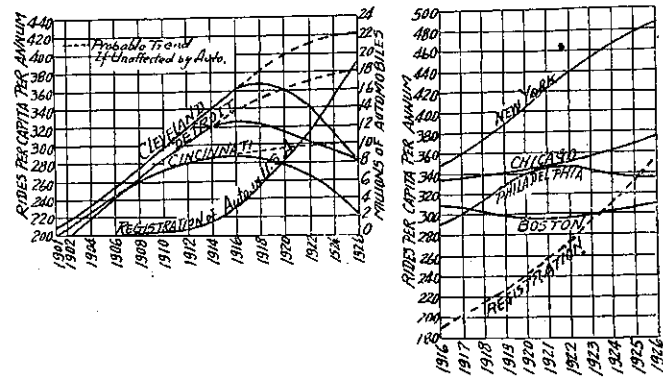
都市の發展と共に現れる現象として著しいものは業務區域と住宅區域と娛樂區域の分離及大建築物の出現で、これ等は都市に於ける交通に非常に大きな影響を投げかけるものと存じます。

都市發展と交通機關の傾向

斯の如く都市が發展して來た場合に交通機關はどんな傾向を現して來るかと申しますと、これを我國の例に取りましても交通機關として及單なる運輸機關として昔の駕籠、馬、牛馬車、人力車、馬鐵、電鐵、蒸汽列車最近になつて高速度鐵道が現れ又自動車の進出、航空機の一般化といふやうなことが、その歴史を順次に形造つて居り或物は衰退して行きますが自動車が近年非常に實用化して來た結果、一般の交通がいろいろの意味に於て影響を受けて來たのであります。第一圖に於て左の方は高速度鐵道の無い場合の、米國の都市の交通機關に及ぼす自動車の影響なのであります。下の方に書いてあるのは登記された自動車數の年次増加の狀をグラフで表したのであります。丁度歐洲戦争の始まる頃までは自動車は發達したとは言ふものゝ、その進歩の速度は漸進的であります。歐洲戦争後非常な勢を以てその數

も殖えクリブランド、デトロイト、シンシナチ等まあ米國の中流都市に於ける乗客の交通機關を利用する場合は、大戰前の勢を以て考へたならば點線のやうに殖えて行くべきものが、自動車が発展した爲に影響を受け次第に減少して居り紐育、シカゴの如き大都市で高速度鐵道のある場合は、勿論同様な現象はあるのでありますが、その影響が比較的かく尙高速度鐵道が都市に於ける大量輸送機關として非常に適して居る爲に、自動車の影響が圖面に著しくは現れて居りませんが何れにしても自動車の都市一般交通機關に影響してゐる事はうかゞはれます。

第一圖 米國都市一般交通機關と乗者習慣



業務區域と住宅地區或は娛樂區域の分離といふことは、交通の流れに一大變革を與へるものであります。業務區域や住宅地區或は娛樂區域が大きく明瞭に分立せずして渾然として一都市内にある場合には、その流れは一定の流れを示さないものであります。斯ういふ區域が分離して業務區域が都市の中心に位置を占め、住宅區域と娛樂區域がその周圍に位置を占めるといふことは日常の通勤時間や或は娛樂時間に對して、交通はある時間的及場所的な特殊性を持つて大きく流れを作るものであります。都市交通を充分圓滑有效ならしむべき諸方針はこの流れの如何に依つて定める事になります。又自動車が段々發達するに従ひまして、一面道路の擴張や改良なども非常に進歩して來て、今日改良された道路の數は非常なもので殊に米國の如き自動車國に於きましては、道路の改良或は擴張といふことに對しては年々 20 億弗以上の莫大な金を費して居ります。我國でも都市街路は勿論産業道路とか或は自動車専用道路とかその外重要な縣道、國道等の改修擴張等に年々少なからざる金を費して居るのであります。

自動車交通の進出

抑も自動車交通の歴史はsteamエンジンを動力として現在の自動車の最初に當るものが出來たのは英國で 1820 年であります。それから現在の自動車と同じ様にガソリンエンジンを動力とするものが出來たのは、獨逸で 1884 年であります。米國は今日世界一の自動車國であります。しかしその發達の歴史はさう古くはありません。始めて米國に於て自動車が登記されて使用されたのは僅々約 35 年前であります。我國は明治 33 年即 30 餘年前 2 臺輸入したのが我國での自動車の最初の出現であります。しかしその後次第に發達を見、大戰後は

特に急激なる勢を以て發達してこれを昭和3年の統計に見ますと世界に於ける自動車の数

第三表 各國自動車概數 (昭和3年調)

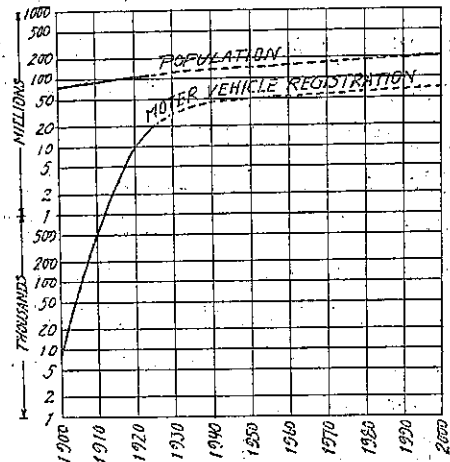
世界に於ける數	約 3 000 萬臺	} 昭和2年
米國 (1)	2 450 萬臺 (80%)	
英國 (2)	132 萬臺	
佛國 (3)	110 萬臺	
獨逸 (4)	53 萬臺	
日本 (20)	5 萬臺	
現今 米 2 600 萬臺	日 7 萬臺以上	

約 3 000 萬臺で、その中米國は 2 450 萬臺、即世界の約 80% を有して居ります。英國、佛蘭西、獨逸等がそれに次いで、日本は第 20 位で、5 萬何千臺と云ふ事になつて居ります。しかし現今では亞米利加は 2 600 萬臺、我國は或人は最早や 9 萬臺位あると申しますが、實際公式に發表されたものに依ると 7 萬臺見當が比較的正確なる數字だと思はれるのであります。

新しい都市の交通機關或は都市相互の交通機關として現れて來た乗合自動車は有名なロンドン・ヂエネラル・モータース・コンパニイのものでこれが始めて出來たのが 1904 年であります。米國は 1912 年で英國よりも 7, 8 年後に現れたのでありますが、最初現れたのは西海岸のロスアンゼルス附近で所謂今日のサイトシーイング・カーに相當したものであります。その後段々普通の乗客の輸送機關として發達したのであります。東京のバスは市營のものは大正 13 年、所謂青バスは大正 8 年であります。今日米國に於けるバスの總數は 92 000 臺であります。(尤もその中約半數は小學兒童を送迎するスクール・バス)我國の例は最近の調べを見ますと一定路線で自動車旅客運輸業を營む者の數は 3 636 人といふ非常に多くの數に上り、その運輸業者の營業線路哩は 66 684 哩、車臺の數は 16 000 臺以上あります。東京に於きましては市營、青バス、その外普通一般の營業者數が 77 人ありまして、線路延長も 722 哩以上、車臺の數は 1 143 臺あります。

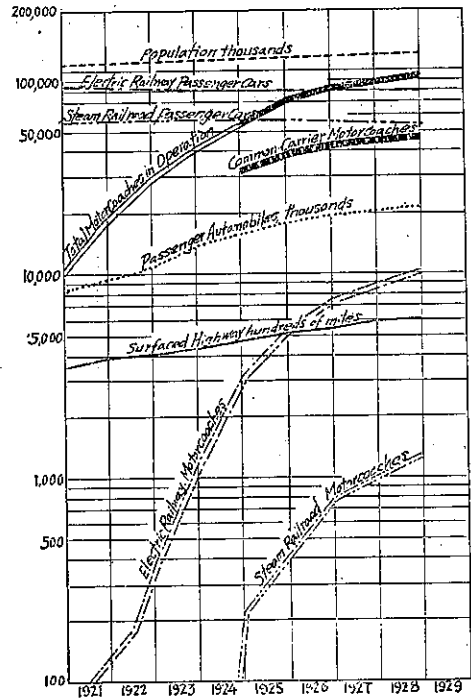
自動車の進出は斯の如く種々の形を以て非常な勢を以て伸びて來たのでありますが、鐵道方面に於ける自動車の影響は今日非常なものとなりまして、何れの國もこの問題に平氣で居る事は出來なくなりました。例へば米國の例に取りますと、米國でバス・サービスを鐵道會社がやり出したのは 1925 年頃ですから僅か 5 年位前であります。これより前からバス

第二圖 米國に於ける人口と自動車數との關係



が一般の交通機関として用られる様になり、普通自動車と共に鐵道に影響を及ぼして居つたのでありますが、鐵道當局者はその影響を割合に輕視して居つて餘り問題にしてゐなかつたのであります、然しバスの發達が段々盛になるに従つてその影響が眼に着き鐵道會社も何等かの方法に出でなければならぬといふ關係から、今日では方々の鐵道會社がバス・サービスを始めその最も新しい調べに依りますと現在米國の蒸汽鐵道の中バス・サービスをやつてゐるものが78會社あつて2389臺のバスを持つて居ります。此の内ニューヨーク・ニューヘブン・アンド・ハットフォード會社は575臺の自動車を持つて最大のサービスを行つて居ります。その他鐵道會社として百臺以上のバスを持つて活躍して居る會社は現在6會社あります。日本でも段々この方面に手を着け始めまして建設線の一部を鐵道自動車網を以て補ふといふ方法も考へられて、一部實現の域に達して居ります。斯の如く自動車が發達して來た爲に交通問題を考へる場合に自動車は今後益々重大なフクターでありまして、恐らく今後交通問題を論議するには自動車は最も重大な相手としてやらなければならぬことは明かな事實であります。

第三圖 米國鐵道の自動車利用の傾向



第四表 米國主要鐵道所有の乗合自動車數 (1929年調)

Santa Fe	60
Baltimore and Ohio	50
Boston and Maine	102
Great Northern	160
Los Angeles and Salt Lake	52
Missouri Pacific	150
New York Central	95
New York, New Haven and Hartford	575
Pennsylvania	150
Reading	60
St. Louis Southwestern	50
Southern Pacific	275

交通の混雑と事故を來す諸因

大都市の交通機關としましては高架鐵道、地下鐵道、路面電車、乗合自動車等があつて、その他一般交通機關とは申されませんが、先づ運輸機關として自動車、自轉車、牛馬車又日本に於ては人力車等があります。さういふ一般交通機關に依る交通者の數は煩を避ける爲に茲に一々擧げませんが、何れにしても世界に於ける大都市に於ては10億とか20億とかいふ

第五表 世界大都市に於ける各交通機關1年乗客總數概略 (大正末期)

	Rapid transit	Str. car	Bus
N. Y.	19 億	10 億	0.7 億
ベルリン	2	8	1.0
パリ	8	7	3.5
ロンドン	5	10	17.0
東京	3	5	0.4

乗客數を1箇年に扱つて居りまして、そのみに依る都市内の交通の流れは如何に澤山あるかと分るのであります。斯ういふ交通機關と一般運輸機關及歩行者に依つて起る混雑は色々な方面に於て大變なものでありますが、今交通の混雑及事故を起す原因を二つに大別しましてお話ししたいと思います。

その一つは交通物の種類に依つて見た色々な原因であります。

第六表 紐育州に於ける自動車交通事故 (1926 年中)

相手の種別	事故數	死者數	負傷者數
歩行者	34 752	1 279	34 647
相手も自動車	14 823	193	22 531
馬車	763	9	886
鐵道	161	151	158
路面電車	1 376	56	2 048
其他車輛	882	24	1 023
固定物	1 773	186	2 677
自轉車	1 550	47	1 562
衝突以外の事故	1 475	180	1 987
其他	262	18	302
合計	51 817	2 143	67 821

第一に歩行者に依つて起る事故を擧げますと、紐育に於ける歩行者の事故の數は1926年に於ては、自動車事故の中約70%を占めて居ります。又我國に於ては警保局の調べに依ると昭和2年中に於ける全事故の中40%が相手が歩行者であります。是等の事故は一般的原因と致しまして、歩行者自身の不注意や、交通に對する訓練の不足や、無暴の行動や、もう一つは小學兒童や小供等が街路上で遊ぶ事などあります。

第二は自動車であります。自動車の通行が交通事故及混雑を起す最大の原因であること

を以て走るといふ意味でなく、普通の状態に於て必要とする道路中の面積は、普通自動車では乗用者一人當りに付て見ますと135平方呎であります。之に對して路面電車に於ては一人當り7平方呎、乗合自動車は10平方呎歩行者はその自由に歩き得るときに必要な面積は約10平方呎であります。斯の如く普通自動車が一人當り135平方呎もの面積が必要だといふことは、さなきだに餘り廣くない街路を多く埋めるものでありまして、紐有邊りの街路が殆ど自動車で埋められてビジネス・センターに於ては寧ろ歩いた方が速いと迄言はれる位になるのであります。

第三に路面電車に就て申しますと、自動車に對する影響はこの第四圖に掲げられて居ります如く、自動車事故が年々非常な勢で上つて行くのに對して路面電車の起す事故は寧ろ下つて來る。是は一つは現在都市の街路の状態が自動車に非常に影響されて、電車などもその影響を蒙つて乗客の減つたこと、又ルートが現在の都市交通に對しては不適當になつた部分を生じたことにも依りますが、もう一つはさういふ一般交通機關が混雜して來る爲に、路面電車も思ふやうにその本來のスピードを出すことが出來ない爲に事故が少なくなつたといふこともあるのであります。大體に於て路面電車の事故は漸次減少しつゝあるのであります。我國の例を申しますと最近全事故數の11%であります。

第四に鐵道の事故は我國に於ては現在僅か2%であります。併し路面電車にせよ鐵道にせよパーセンテージは割合少ないのであります。その個々の事故毎に生ずる死傷者の數は割合に他のものに比べて多いのでありまして、特に鐵道に於ては僅2%とは申しながら、その事故毎に約一人の死者或は負傷者を出す状態であります。以上で大體交通物の種類に依る原因をお話したつもりであります。

次にいろいろの施設の上から見た原因を述べたいと思ひます。

第一には都市集中性と大建築物の出現であります。これに依りまして晝夜に於ける都市内人口が片寄りを生じ、又業務區域や娛樂區域や住宅區域等に分離の結果交通は時間的に又場所的に片寄つて來るといふことから所謂ラッシュ・アワーの現象を呈して混雜と事故の原因を造ります。又大都市に於ては子供達の遊場が乏しいといふことも一原因であります。これは斯様な危険な所で遊ばなくともよさそうなものであります。却つて一種の冒險を好む好奇心から出るのでありまして、その爲に多くの事故を惹起するに至るのであります。

第二には都市内のトラフィック・サブウエーの問題であります。このトラフィック・サブウエーの問題は今日喧しく論議されるのであります。トラフィック・サブウエーの不足は適當な對策や施設をあやまりその爲混雜を招致します。

第三には道街路の不備であります。費用や何かの關係でトラフィックのデマンドに對して充分でない場合で、例へば不規則な形をして居る道路或はその交叉點に於ける設備、自動車

通行に對する面積の不足、勾配或は舗裝の未だ充分整うて居らない點もあります。

第四には消極的施設や對策が原因を造る場合もあります。それは現今普通のトラフィックの状態に於きましては、トラフィック・レギュレーション、トラフィック・コントロールといふやうなことが相當に有効に働かれるのでありますが、しかし或る程度以上のトラフィックになると却つてさういふものが混雜や事故を造る場合を生ずることがあります。

第五は交通者の訓練の不足であります。例へば勝手なる街路の横斷や街路の區分線 (Lane division) 無視等であります。

第六は對策的法律や施設が不統一であること、米國などで各州で決めた法律や施設はその州内では有効であります、自動車交通が非常に大規模になつて、州から州への交通になりますと、各州一定してゐない法律や施設の爲に或る誤解を生じて事故を起すことがあります。

第七は施設が交通量の増加に追付けないことであります。これは矢張り莫大な工費を要する關係からいつも交通量の増加に法律施設が追つ駈けて行く状態にある爲に混雜を惹起するのであります。

第八は思ひ切つた施設が實行困難で數が少ない事。

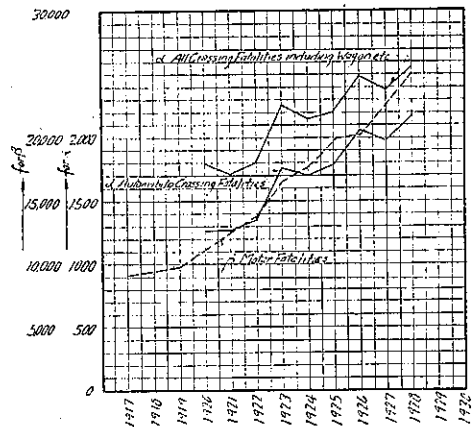
第九はトラフィック・コントロールやレギュレーションが全然無い場合ですがこれは勿論最悪の場合であります。

交通事故の分類と混雜事故による損害

第一に事故の分類であります、我國に於ける一般の交通事故は自動車が第一位を占め、次に自轉車、電車、牛馬車、荷車、自動自轉車、汽車、人力車の順になつて居ります。世界に於ける交通事故の爲の死傷者數は 1926 年に死者 3100、負傷者 87500 その中の 80% は米國に起つた事故でありまして、又その米國に於ける事故の中の 80% 以上は自動車に因る事故であります。第五圖で 1928 年の所を見ますと、全事故が約 2500 餘件ありますが、その中自動車に因る事故が約 85% を占めて居ります、段々に増加することはこの圖に依つても明であります、我國の例を申しますと大正 12 年度に於ては踏切に於ける自動車事故の數は 45 件でありましたが、昭和 3 年に於ては 224 件と非常な殖え方を現して居ります。

踏切に於ける事故のことに就て尙お話しますと、鐵道と道路とを別々に擧げた増加率を考へますと、米國に於ては自動車事故が非常な勢を以て殖えて居るのに對して、鐵道事故は過

第五圖 米國に於ける交通事故死傷者數



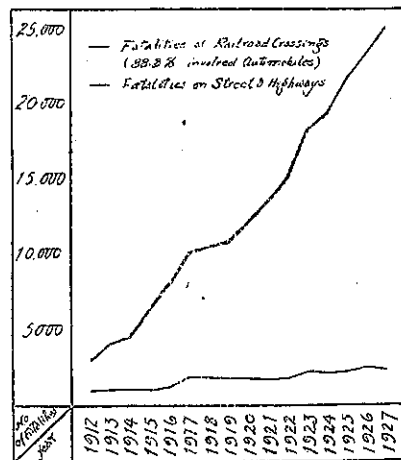
去十数年の間大した増加を致して居りません。十数年の間に僅2倍位に増加したのでありますが、これは一つは米國の發達が速かつた爲に早くその方面に對していろいろな施設が行は

第八表 我國踏切に於ける自動車事故件数及其増加率

年度	事故件数	増加件数	増加率(%)
11年度	44	17	63.0
12 "	45	1	2.3
13 "	95	50	111.1
14 "	95	—	—
元年度	158	63	66.3
2年度	179	21	13.3
3年度	224	45	20.0

れいろいろな保護が行はれて居り、又一面には交通の訓練が段々で行届いて行つた爲の現象であります、しかしこの鐵道事故が米國に於て割合に多くなつてゐなかつたといふことを以て簡単に安心することが出来ないと思ひます。それは死傷者の数は成程餘り殖えて居らないかも知れませんが、平面交叉毎に交通者が非常に注意して、速度を遅くし又は一旦停車して事故を未然に防いで居る一面に、時間的即經濟的にどれだけの損失をして居るかは計り知ることが出来ないと思ひます。米國に於ける保安設備別にした平面交叉に於ける事故数は1926年に於て全事故数が5862件あります。その中踏切設備のある踏切に於ける事故数は約その2割ばかりを占めその設備なき部分に8割の事故を生じて居るわけであります。我國の場合を申しますと第十表は

第六圖 米國に於ける鐵道及自動車交通事故に依る死者數



昭和元年から3年迄の分で自動車が最大事故件数を示し次に牛馬車、自轉車等の順になつて居ります、次に踏切種類別に依る事故及踏切に於ける自動車事故は、第十一表に示す通り第二種踏切が約55%最も多く惹起して居ります。第二種踏切と申しますのは御承知の通り一定時間中に看手が付いて居る踏切でありまして、第一種踏切は晝夜通して看手が付いて居る踏切であります。その第二種踏切が最大の事故数を示し、次は無看手踏切で約31%その次が第一種踏切の約12%の順序であります。尙この第二種踏切の事故を時間的に考へますと看手の勤務が終つた後に於てその大部分の事故を惹起して居ります。殊に看手がその職の位置を去つてから2時間以内に非常なパーセンテージの事故を生じて居りまして、これ等は相

第九表 米國に於ける保安設備別にしたる踏切事故數

Kind of Protection	Number of Accidents		Persons killed		Persons injured	
	1925	1926	1925	1926	1925	1926
Gates	210	227	115	100	143	175
Watchmen	568	603	164	195	734	718
Signals	777	884	392	478	867	999
Fixed Signs	3 897	4 148	1 535	1 718	4 811	5 099
Total	5 452	5 862	2 206	2 491	6 555	6 991

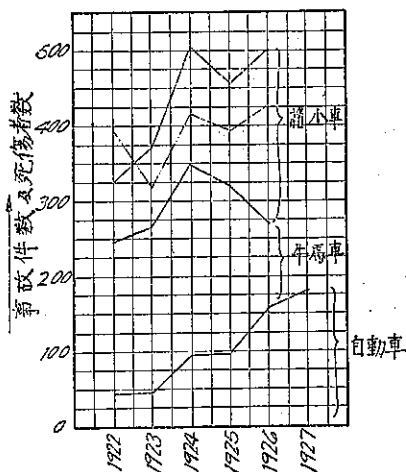
當その現象に就て考慮すべき問題だと思ふのであります。

只今申しましたのは自動車の事故であります、自動車以外の諸車の事故は、無看手踏切が第一位で約61% その次が第二種踏切約19%、第一種踏切約6%の順になつて居ります。

次に列車、自動車の事故を原因別にしますと、多くは運轉手と踏切看手との責任に因るものであります、統計表の示す所に依ると自動車運轉手の過失に因るものが大部分即92%を示して居ります。

次に踏切部に於ける事故の非常に多い原因をなす一つの事由は、我國に於ける踏切は人口が過大な爲に多く線路際まで家屋が揃比して居る所が多いので、その線路際まで來た者が左右を見通すことが出來ない状態になつて居りますがこれが又大きな原因を造つて居ります。直接見通しのきかない踏切部に於ける事故が殆ど全事故の過半数を占めて居ります。

第七圖 國有鐵道踏切に於ける諸車事故及死傷者數



第十表 國有鐵道踏切に於ける列車障礙事故件數及死傷人員表 (鐵道省)

昭和年度	自動車	牛馬車	自動 自轉 車	自轉車	橇	人力車 荷車	他諸車	牛馬匹	計
1	158	155	15	80	31	60	4	97	600
	(¹⁹ / ₂₂₇)	*(⁹ / ₃₇)				*(²⁴ / ₆₈)			*(³⁹ / ₃₃₂)
2	180	170	15	97	36	55	6	112	671
	(²³ / ₃₁₆)	*(⁹ / ₂₇)				*(³² / ₃₃)			*(⁶³ / ₃₂₀)
3	224	179	25	108	39	46	7	102	730
	(³⁷ / ₃₅₁)	(⁹ / ₃₅)	(⁹ / ₁₈)	(¹⁷ / ₅₃)	(² / ₂)	(¹ / ₁₂)	(¹ / ₁)	(¹ / ₄)	(⁷⁷ / ₄₇₈)

*概數、()内上欄は死者、下欄は傷者數

第十一表 國有鐵道踏切種類別とせる自動車及諸車支障百分率(自大正 11 年 6 年間
 至昭和 2 年 6 年間)

		自動車支障	其他諸車支障
第一種	看手勤務中	11.6	6.4
第二種	看手勤務中	6.8	1.5
	” 退勤後	48.0	13.2
	不明	—	4.7
種不詳	看手勤務中	2.1	0.3
	無看手踏切	30.6	60.7
種不詳	不明	1.0	13.2
	看手勤務中	20.5	8.2
	退勤か又は無看手	78.5	73.9
	不明	1.0	17.9

混雑及事故に因つて起る損害は、1926年に於ける世界の交通事故の損害は、或る經濟的見方に依ると少くも6億弗以上と申されて居りますが斯く數字的にあらはす事は困難で、混雑に因る損害に至つては、これを數字的に現すことは一層困難であります、しかし混雑に依つて生ずるいろいろな交通機關の遲延或は通行者の時間を空費することの經濟的損失が如何に莫大であるといふことは言を俟たないのであります。要するにこれ等混雑や事故に因る損害として都市が圓滿なる發達を阻害されること、交通遲延の損害、列車速度の制限に因る損害、事故や混雑を未然に防ぐ爲の諸設備、車輛その他の耐久力を減ずる損害、實際の事故に於ける損害、消防の活動を阻害する爲大火を造る損害及精神的にこれを言へばそれ等混雑や事故に對する人心の不安等に對する精神的損害等であります。

交通混雑及事故の防止法策

これ等の交通の事故や混雑はその影響する所非常に大であつて、隨ていろいろな方法を以て之を防止しなければならぬのであります、その防止する方策に就て述べますと私はこれを二つに分けて、積極的法策と消極的法策と致します。積極的法策とは交通事故や混雑を防止すると同時に、交通そのもの、元來の機能を進んで出来るやうな施設或は法策を假に積極的法策と名付けたのであります。その中に含まれるものは主に非常に大規模のものでありまして、勿論大なる困難なる問題にも遭遇するし、亦經濟的に直ぐ出来ない問題も多々あるのであります、それを簡條的に申しますと、

第一に各種交通機關の整備改革であります。これは先刻も申しました通り自動車の影響と雖もラピッド・トランジットに依つては、大都市に於ては防止し得ることが出来るものであるといふことからラピッド・トランジットを大都市に於ては造る等がその例であります。

第二に都市計畫の立直しと實行であります。これも非常に大きな問題で徹底的に防止する爲には必ず講じなければならぬ問題だらうと思ひます。その爲にはトラフィック・サービ

スや或はその街路のルーティング・スタディや或はカットイング・ストリート、或はバイパス・ロードそれから米國に於てはプレー・ストリートといふものがありますが、これは子供の遊ぶことの出来るストリートで普通の自動車は通させない。その區間にある家に行く自動車のみが極く注意して通ることが出来るやうなストリート又子供達の遊場などを増設するとか、或は主として大建築物の出現に依つて、交通の激しい街路上の危険を防止する爲に、主なる交通機關から直接大ビルディングと連絡させるとかいふ種類のものであります。

第三には道路の舗装や擴張改良であります。これは主として自動車を對象物として改良すべきものであつて、その爲に出て來た目立つた大なる施設の例としては所謂自動車専用道路或はデトロイトに於けるスーパー・ハイウエー或は紐育に於けるエクスプレス・ハイウエーであります。

第四は本問題の平面交叉分離であります。平面交叉分離の一つの方法としてはラピッド・トランジットも出て來るのでありますが、鐵道と道街路との平面交叉分離、尙一層進んでは道街路相互の平面交叉分離であります。

第五に自動車を對象とした爲にギャラージの増設完備、これは世界各國の大都市に於ては近來自動車倉庫の爲に非常に大規模なものがありまして、そのギャラージだけで大ビルディングを造るものが現れましたが街路面の整理と事故防止の爲には随分有效なことと思ひます。

次は消極的方策であります。消極的方策と名付けましたのは勿論防止方策であります。必しも交通物自身の機能を進んで發揮せしめることが出来るに限つてないものを指したのであります。

第一に交通者一般の訓練、

第二に適宜なるトラフィック・レギュレーション及コントロールとその統一で例へば一方通行街路、速度制限、パーキングの制限、車輛速度による街路使用制限、特種又は重量車に對する制限歩行者に對するもの、交通巡查の増派等であります。

第三には安全地帯の設定、

第四は車道の區分即レーン・ディビジョン

第五が鐵道踏切設備の改良等であります。少し永くなりましたがこれで交通問題の内必要な部分を概略お話したつもりです。これから平面交叉分離の各論に入ります。

平面交叉分離各論

平面交叉と申しましても種類として鐵道相互、道路相互及道街路と鐵道との平面交叉等でありまして今日は主として鐵道と道街路との平面交叉分離を論じやうと思ひます。最初鐵道を敷設した當時には交通が左程頻繁でなくて、道路と同じ面を通つて居つたものが段々進むに従つて、トラフィックが殖え鐵道自身の運輸量も殖えて、そこに厄介な踏切の問題を生ずる

のであります。踏切の数は米國に於ては第十二表に見る如く相當設備のある踏切が約 28 000、設備のない踏切が約 207 000 あります。國有鐵道の踏切数は昭和 3 年の調べに依ると 54 989 箇所ありまして、別にいろいろの關係から既に立體交叉のものが架道橋としては 1 082 箇所

第十二表 米國に於ける鐵道關係平面交叉數 (1929 年調)

Kind	Railway with Railway		Railway with Highway
	Crossing with other steam railway	Crossing with electric interurban or street railways	Crossings with Highways
Protected	5 748	1 996	27 927
Unprotected	4 646	2 246	207 231
	10 394	4 242	235 158
Total	14 636		
	Grand total	249 794	

第十三表 米國主要鐵道別に於ける踏切數

Railroad	Miles operated	Highway Grade Crossings			
		Protected		Unprotected	
		Number	%	Number	%
A.T. & S.F.	12 068	1 196	10.6	10 117	89.4
B. & O.	5 196	644	13.4	4 173	86.6
B. & M.	2 357	812	44.0	1 032	56.0
C. Nat. Railway	22 117	865	4.9	18 609	95.1
C. & N.W.	8 642	947	10.0	8 579	90.0
C.B. & Q.	9 397	545	5.4	9 579	94.6
C.R.I. & P.	8 039	605	7.5	7 426	92.5
C.C.C. & St. L.	2 157	496	18.1	2 236	81.9
D.L. & W.	993	598	61.2	380	38.8
Erie	2 447	849	32.3	1 775	67.7
I.C.	6 893	568	8.0	6 573	92.0
L. & N.	5 044	429	9.4	4 155	90.6
L.N.K.	1 662	494	20.5	1 917	79.5
N.P.	7 338	441	10.4	3 800	89.6
N.Y.C. (East)	3 445	715	28.2	1 826	71.8
P.R.R.	10 505	2 108	16.2	10 914	83.8
St. L & S.F.	4 990	313	5.2	5 698	94.8
U.P.	9 577	515	—	—	—
Average			11.5		88.5

それから跨線道路橋になつて居るものが 536 箇所あります。大都市附近として東京附近、近接のある範圍で調べますと 48 箇所であつて大阪附近が 125 箇所であります。前に述べた踏

切數約 55 000 の内自動車が行し得る踏切の數は 6 262 箇所でありまして、第一種踏切が 444 箇所、第二種踏切が 2 313 箇所では無看手踏切であります。之等の内左程でないものも

第十四表 國有鐵道と道街路との交叉數

國有鐵道と道街路との交叉數 56 637	立體交叉 (1 618)	跨線道路橋 (536)	自動車通行し得るもの	
		架道橋及地下道 (1 082)		
	平面交叉 (54 989)	踏切設備あるもの (6 262)	第一種(444)	自動車通行し得るもの
			第二種(2 313)	
踏切設備なきもの (48 727)		無看手(3 505)		

深山ありますが中で困難を感じて居る踏切を立體交叉に改良することに就て精細な調査をされた結果擧げられた重要な踏切數は 198 箇所であります。

鐵道關係に於けるグレード・セパレーションの種類はストリート・エレベーション、トラック・エレベーション、ストリート・デプレッション、トラック・デプレッション或はパーシャル・トラック・エレベーション及デプレッションであります。その外線路に對し歩道だけを上げたり下げたりする方法もあります。道街路相互の平面交叉はいろいろの種類がありますが、先づその型式から云へば高架地下或は堀割の型式をとりますが、又道路の全部をするもの、車道のみをするもの、歩道のみをするもの等があります。現在米國に於て行はれてゐる道路相互の平面交叉分離の種類は一々説明すると長くなりますからその種類だけを申しますと、デトロイトのスーパー・ハイウエー、紐育のエキスプレス・ハイウエー、ニューヨークのリバーサイド・ドライブ、シカゴのワッカー・ドライブ、カンサスシティーの十二番街其他計畫中のものとしてセントルイス、ボストンのアトランチック・アベニュー等の様なダブル・レベル・ストリート、ピッツブルグ高速鐵道計畫案に伴ふ所のサブサーフェース・ストリート、ニューヨーク、デトロイト、オークランド、ピッツブルグ、サンフランシスコ等にある様なヴェヒキュラー・トンネルその他比較的小規模なものとして歩道のみ關係のものはペDESTリアン・サブウエー(スクール・サブウエーを含む)エレベーター・サイドウエーク、アーケイデッド・サイドウエーク、フート・ブリッジ等があります。

平面交叉分離に於ける各法の優劣

平面交叉分離の種類は今迄述べた通りであります。がどの場合に於ても實際問題は種々の條件にかなり左右されて之等の優劣を明確に云ふ事は困難な事であり。然しこゝでは鐵道と道街路との平面交叉分離に就て各法の共通的な利害得失を述べ、且つ我國に於て最も起り易き場合につき相當リゾナブルな標準を考へて各法選擇の參考となるべき分野をたづねて見ようと考へます。

第十五表 踏切を立體交叉にする場合の費額比較表

()内の数字は例の数 *特例又は特例を多く含む場合

Tracks	Street Elevation (道路橋)	Elevation 円	Track Elevation (架道橋)	Street Depression	特 例	
1		128 300 (13)				
	都市	219 200 (6)				
	地方	50 300 (7)	*520 000 ^円 ₍₁₎	21 700 ^円 ₍₃₎		
	都市	max.	270 000	(max. 520 000	(max. 30 000	
		min.	127 000			
	地方	max.	72 000	(min. 8 000	(min. 8 000	
min.		28 000				
2		161 100 (20)	141 000 (5)			
	都市	247 300 (11)				
	地方	56 300 (9)	*179 000 (6)	40 000 (2)	370 000 (架道橋)	
	都市	max.	440 000	(max. 210 000	(max. 50 000	
		min.	165 000			
	地方	max.	100 000	(min. 20 000		
min.		20 000				
3		*204 300 (6)	182 000 (3)			
	都市	272 000 (4)				
	地方	69 000 (2)	*275 000 (4)		563 000 (道路橋)	
	都市	max.	350 000	(max. 191 000	23 000 (道路橋)	
		min.	179 000			
	地方	max.	75 000	(min. 165 000	555 000 (架道橋)	
min.		63 000				
4		181 800 (13)				
	都市	206 800 (8)	*352 000 (7)			
	地方	142 000 (5)	*458 000 (5)			
	都市	max.	340 000	(max. 555 000		
		min.	150 000			
	地方	max.	159 000	(min. 120 000		
min.		120 000				
5		283 000 (3)	203 000 (3)			
	都市	max.	408 000 (2)	(max. 286 000		
地方		32 000 (1)	(min. 160 000			
6	都市	329 000 (3)				
		max. 500 000				
		min. 181 000				

第一にある踏切箇所を平面交叉分離する場合に就て考へますと工費の點に關しては第十五表は國有鐵道に於て最も重要な踏切を立體交叉に改良するもの 113 箇所の内、比較にあま

り不都合のない分のみの工事所要見込額平均を表示したものでありまして、各個異つた条件の下にある爲平均額に多少の不揃はありますが、大體に於て踏切を Street elevation 即道路を扛上跨線道路橋にして、立體交叉改良するものは單線の場合、例 13 個の平均で 128 300 圓、複線の場合例 20 個の平均 161 100 圓、複々線の場合例 13 個の平均 181 800 圓であります。又踏切を Track elevation 即線路を扛上し架道橋にして立體交叉改良するものは特例なる場合を除外し複線の場合例 5 個の平均 141 000 圓、三線の場合例 3 個の平均 182 000 圓であります。又 Street depression 即道路を低下し線路下を通ずる様にして立體交叉改良するものは單線の場合例 3 個の平均 21 700 圓、複線の場合例 2 個の平均 40 000 圓であります。又 Track depression の場合即線路を低下して道路下を通ずる様にして立體交叉改良した例は 2、3 ありますが条件があまりとびはなれて比較には適當ではありませんから表には特例の部に於て三線に對するもの一つを入れましたが、何れにしても Track depression の場合は他の何れよりも遙かに高い費用を要するのが普通であります。以上の事を綜合しますと踏切を立體交叉に改良する費額 Street depression は線數と都市地方の如何を問はず費額最低であつて、Street elevation 之に次ぎ、Track elevation は相當大なる都市に於て 4~5 線以上の時 Street elevation より低き費額にてすむ事はありますが、一般には第三位でありまして Track depression は何れの場合でも他の三方法より遙かに高い費用を要するものであると云ふ事がわかります。以上は實際問題に當つて見積つた各法の費額上の優劣順序であります之等は各條件がまちまちでありますから之を以て直ちに結論とする事は早計であります。そこで之を更にたしかめる爲に通例最も起りやすい場合につき相當の考慮の下に定めた標準に一定して各法を比較して見たいと存じます。第十六表は之の目的の爲に作つた處の表でありまして、通例最も起りやすい場合として廣く調査した結果線路數は複線とし道路は幅 24 呎で之の平面交叉を Street elevation, Street depression, Track elevation 及 Track depression の四方法によつて立體交叉改良をやつた場合の費額の比較をやつて見ました。比較の爲の標準假定は表の下にあげた通りでありまして、實際の場合に徴してきめたものであります。之の調べに依りますと甲地方と乙地方、上げ下げする道路又は線路の兩側に小道を作る場合と然らざる場合取付道路に支道の有無等によつて全費用には勿論差が起つて居りますが、Street elevation に於ては最小約 8 萬圓、最大約 18 萬圓、Street depression に於ては最小約 7 萬圓、最大約 16 萬圓、Track elevation に於ては最小約 14 萬圓、最大約 16 萬圓、Track depression に於ては最小約 20 萬圓、最大約 22 萬圓と云ふ事になつて居りまして Street elevation 又は depression は主として用地費に支配されて最大最小の差が Track elevation 又は depression の場合より大となつて居ります。此の内我國の如く人家稠密して重要な踏切では多く踏切部に至るまで家屋が並んで居る事が多いのですから、立體交叉改良をするに當りかゝる家屋の人達の出

第十六表 鐵道關係立體交叉各種費額比較表 (其一)

種	別	費			額	
		用地	土工	橋梁	軌道	合計
(A) 道路が線路を乗越す場合	甲地方	支道ある場合	103 000	69 300	8 200	180 500
		支道なき場合	89 000	50 500	8 200	147 700
	乙地方	支道ある場合	72 100	69 300	8 200	149 600
		支道なき場合	62 300	50 500	8 200	121 000
(B) 道路が線路下を潜る場合	甲地方	支道ある場合	94 000	55 600	10 400	160 000
		支道なき場合	82 000	41 700	10 400	134 100
	乙地方	支道ある場合	65 400	55 600	10 400	131 400
		支道なき場合	57 400	41 700	10 400	109 500
(C) 線路が道路を乗越す場合	甲地方	55 000	73 800	10 100	19 600	158 500
	乙地方	38 500	73 800	10 100	19 600	142 000
(D) 線路が道路下を潜る場合	甲地方	69 400	117 300	8 700	23 500	218 900
	乙地方	48 600	117 300	8 700	23 500	193 100

各種費額比較表 (其二)

種	別	道路が線路を乗越す場合		道路が線路下を潜る場合		線路が道路を乗越す場合		線路が道路下を潜る場合	
		順位	費額	順位	費額	順位	費額	順位	費額
甲地方	兩のる側道場に路合	支道ある場合	3 180 500	2 160 000	1 158 500	4 218 900			
乙地方	幅六附	支道なき場合	2 147 700	1 134 100	3 158 500	4 218 900			
甲地方	兩のる側道場に路合	支道ある場合	2 124 900	1 108 800	3 158 500	4 218 900			
乙地方	幅六附	支道なき場合	2 92 100	1 89 900	3 158 500	4 218 900			
甲地方	幅六附	支道ある場合	2 121 000	1 109 500	3 142 000	4 198 100			
乙地方	幅六附	支道なき場合	2 82 100	1 73 600	3 142 000	4 193 100			

假定: 甲地方とは大都市の隣接地にして、用地費としては坪當り 200 圓

乙地方とは地方都市及その隣接地にして用地費としては坪當り 140 圓にて、共に賠償費等を含むものとせり。線路取付勾配は 1/40、道路取付勾配 1/25 にして共に、取付は全高コンクリート土留擁壁を以て兩側を築造する事となし、道路は踏切地點より 200 呎の處にて交叉する幅員 18 呎の支道ある場合をも考へたり。

橋梁は、架道橋は閉床式下路鋼鉄桁、道路橋は鐵鋼コンクリート鋪裝路面を有する下路鋼鉄桁とし橋臺はコンクリート造にて、地盤良好として基礎杭打をせざるものとせり。取付道路面は、厚 6 吋玉石敷上に敷砂利をなすものとす。

工事單價の主なるものは、盛土立坪 10 圓、切取立坪 8 圓、土留擁壁面坪 60 圓、コンクリート工立坪 150 圓、鐵桁噸 200 圓、道路鋪裝面坪 5.30 圓等とせり。

入の爲の小道は作らねばならないので、その最小なる幅員として 6 呎の兩側道を附した場合で考へますと、支道ある場合は大體に於て Street depression が最低費用で、Track elevation 之に次ぎ、次で Street elevation, Track depression の順になつて居ります。支道なき場合は Street

depression が一番安く、次で Street elevation, Track elevation, Track depression の順を示して居ります。一般に考へますとかゝる踏切を立體交叉改良を致しますのに一箇所約 10~20 萬圓位の範圍で、最低費用ですむものは Street depression で之に次で Street elevation, Track elevation の順となり、Track depression は如何なる場合にも最高費用であり、前三者に比して少しとびはなれて高い費用がかゝる事が確められます。工費以外の點については Street depression 又は Track depression は施工の困難なる點、工事中他の交通をも支障する事大なる點、工事期間の大なる點、沿線商工業者に對しても迷惑を多くしおぼせる點、下水、排水、地下埋設物に支配される點、煤煙瓦斯等を多く影響させる點、噪音の大なる點(之には反對説もあります)等多くの點に於て Street elevation 又は Track elevation に劣り、尙 Track depression に於ては街路使用者側から云へば工合はよいのですが鐵道自身としては、竣功後の列車運轉上の點、線路及構造物の保守上から云つて感心しません、又 Street depression は鐵道側から云へば工合がよいのですが、その保存と管理上の難點を免れません。

以上工費その他の點から推して各法撰擇の基準として順位は通例の我國の條件では Street elevation, Street depression, Track elevation, Track depression でありまして、踏切前後とりつけ道路より踏切面が數尺高くて尙排水上の困難なき場合だつたら第一は Street depression 次で Street elevation, 特に線路數が複々線以上多數なる時に Track elevation が第二位となり、Track depression は排水上の心配なく街路幅員が非常に大なる場合その他よくよくの場合にのみ初めて使はるべきものであります。尙因みに歩道のみを線路に對し立體交叉たらしめる方法は多く行はれるものであります、跨線人道橋として線路上を越すか地下道として線路下を通ずるかの二方法ありましてその利害得失は先に述べました事と殆ど同様で費用については、これ又線路數、橋の幅員其他の條件によつて異りますが第十七表の如く複々線位の範圍では地下道の約 5 割位で跨線橋は作られます。然し排水等の心配なく又管理上の困難さへなければ地下道の方が利用者にとつて便利であります。

以上は一踏切箇所の立體交叉改良の各法優劣の大體論であります、尙細部に互つて申しますと踏切地點に於ける構造材種、型式及スパン割、それから取付勾配部分の構造種類は多種多様でありまして、之に依つて工費が先に述べました工費の範圍内を上下する事は無論であります。例へば取付勾配部分を單なる盛土或は切取にすれば工費は一番安くあがりますが増用地が大となりますから買収すべき用地費が高い場合には結局損となり、總工費を最小ならしめる爲に適當の高さには土留石垣、コンクリート擁壁等を使用する事になります。之は又一方道路の幅、線路の數、適當なる土取場又は土捨場の有無等にも支配されるので中々簡單にはきまりませんから實際問題に對しては充分なる比較研究が必要であります。此の事に就ては後にのべる事とします。踏切地點の構造物は Grade separation の種類によつて異りま

すが道路が線路の上になる様な方法は線路が多数でない限り構造やスパン割等をきめるに通例大して困難を感じませんが、線路が道路の上になる様な方法では之等に関して相当考へる必要があります。そこでここでは線路が道路の上になる方法、即 Street depression か Track elevation の場合の架道橋の型式、スパン割等について述べます。實際に於て現今我國の大都

第十七表 鐵道關係人道のみの立體交叉各法費額比較表

踏切道に於て人道のみ立體交叉ならしむる場合の豫算平均 (工務局計畫課)

横断線路數	1	2	3	4	5	6	7
跨線橋 (約6'~9'巾)	5 780 ^円 (3 000~ 7 400)	5 980 ^円 (3 500~ 8 000)	7 420 ^円 (5 000~ 8 000)	7 750 ^円 (6 000~ 9 000)	9 330 ^円 (7 000~ 12 000)	10 570 ^円 ()	11 670 ^円 (11 000~ 12 000)
地下道 (約9'~12'巾)		10 000	12 000	14 000		16 000	

市縁邊、地方都市その他に於て主要なる踏切の大多數はその踏切幅員は3~5間でありまして立體交叉改良を機會として特に道路幅を擴げる場合は別として、一番多く逢着する此れ等3~5間の幅員をもつた踏切の場合、即架道橋として徑間20~30呎位の場合を第一に考へませう。此の場合鐵桁式と鐵筋コンクリート・スラブ式、鐵筋コンクリート函框式等が型式として考へられるものでありまして徑間30呎を超える場合に鐵筋コンクリート構造で二徑間としたものが工費上有利とされる事もありますが、比較的せまい處に中央に橋脚をたてる事に難點がありますから先づ一般には一徑間が通例となります。そして工費の點のみで考へますと鐵桁式が最も安く鐵筋コンクリート函框式、鐵筋コンクリート・スラブ式が之に次ぎます。鐵桁式の内では槽狀桁が最も安くあがります。しかしもし附近に人家多く噪音をきらふとか相當美觀を要求する場合だつたら保存費の安くなる鐵筋コンクリート式のものとする必要があります。

大都市の街路又は重要な道路で道路幅員が廣い場合には型式やスパン割は外觀や噪音等に就いても充分考慮する必要があります。その意味で工費は多少嵩みますけれども鐵筋コンクリート又は鐵桁をコンクリートにて薄く被覆したものが出来れば鐵筋コンクリート構造のものがよい。但し之は徑間が大なる事は困難であるからスパン割の次第によつてどの場合にも使はれるとは云はれません。一般の場合道路幅の大きさに應じて1~4徑間とします、2徑間のものは車道中央に橋脚 (Center post) を有するもの、3徑間のものは歩車道堺に合計2個の橋脚 (Curb post) を有するもの、4徑間のものは1 Center post と2 Curb post からなるものがあります。米國に於ける例に依りますと、一般に鐵桁なら道街幅50呎位では1徑間式、60呎位では3徑間式、80呎位では2徑間式、100呎位では4徑間式として居ります。即幅50呎以上の道路では1徑間式はいつでも工費最高で60呎位の道幅では2,3,4徑間は工費としては大差はありませんが、外觀と橋下交通上の有利なる點から3徑間式が用ひられ、80呎位の道路

も同様な意味で2径間式が用ひられ100呎位の道路では3,4径間の何れかと比較にのぼるものであるが大體4径間式が一層有利とされるものであります。大體に於て工費のみでは2~4萬弗でありまして、もし鐵骨コンクリート又はコンクリート被覆鐵桁にしますと、この3~5割増位の工費がかかります。もし鐵筋コンクリートでやる場合なら一番安くあがりますが4径間式の時に限ります。第十八表は米國で大戰前に道路幅60呎, 66呎, 80呎の三種について工費の比較研究をやつた結果で金額は現今より1~2割位低く出て居りますが、各方法の工費の對比から他の條件を酌量して先に述べました事に大した無理がない事がわかります。

第十八表 架道橋の徑間割とその費額比較表 (其一)

Kind of Span	Width of Street		
	60'	66'	80'
1 span (Steel structure, I-beam & concrete floor)	22 400\$	24 700\$	29 900\$
2 span (")	20 400	22 300	26 100
3 span (")	21 000	23 100	25 600
4 span (")	20 000	21 500	24 100
4 span (Reinforced concrete structure)	16 700	17 900	20 300

扨てそれでは我國に於て架道橋の型式及スパン割はどうしたらよろしいか。私はこゝに標準として比較的ぶつつかる機會の多いと思はれる道路幅30呎, 60呎及90呎の三種について1~4径間の鐵桁式と、4径間の鐵筋コンクリート・スラブ式とについて調べて見ました。第十九表はその工費比較研究の結果を表したものであります。幅員30呎の街路に於ては一箇所費額は型式及スパン割の如何によつて最低10710圓~14210圓の範圍で、幅員60呎の街路に於ては20250圓~27500圓の範圍、幅員90呎の街路に於ては28280圓~49080圓

第十九表 架道橋の徑間割とその費額比較表 (其二)

凡 鐵桁式 道床高1呎、指下端と道路面との有効高は15呎とす、荷重E-40

径間	型式	桁構造	桁重量 (kg)	桁金額 (円)	基礎重量 (kg)	基礎金額 (円)	合計金額 (円)	指数	順位	例
三十呎径間	a	1径間三主桁	347	9530	36	4680	14210	100	3	
	b	2径間二主桁	294	7040	33	4290	11350	80	2	
六十呎径間	c	1径間三主桁	840	20250	55	7150	27500	100	5	
	d	2径間二主桁	799	19180	40	5200	24380	89	3	
	e	3径間二主桁	785	18840	43	5590	24430	89	4	
	f	4径間二主桁	600	14400	45	5850	20250	74	1	
	g	4径間二主桁 スラブ被覆	19	15,020	35	4550	20360	74	2	
九十呎径間	h	1径間三主桁	1590	38160	84	10920	49080	100	4	
	i	2径間二主桁	1218	29230	57	7910	36640	75	3	
	j	3径間二主桁	1217	29210	46	6240	35450	72	2	
	k	4径間二主桁	913	21910	49	6570	28280	50	1	

※ 鉄桁の重量は桁間隔10mを以て算出する。

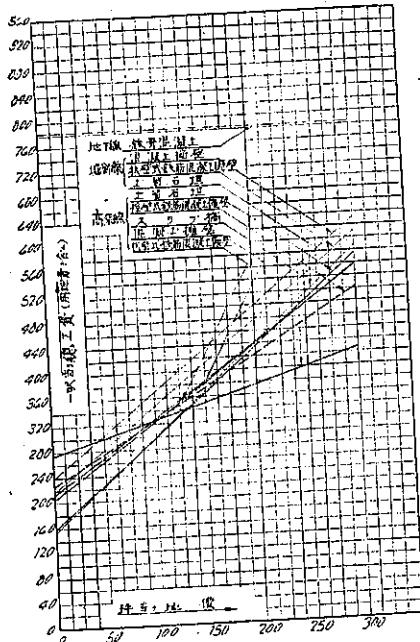
の範囲となつて居ります。之等を1スパンにて街路を横断する架道橋の費額を100とせる各種の指數を考へますと、幅員30呎の街路に於ては1スパンよりも2スパンのものはるかに安く、ことに2スパンの鉄筋コンクリート・スラブ式は1スパンの鐵桁式の約25%も安く、幅員60呎の街路に於ては4スパンの鐵桁と鐵筋コンクリート・スラブとは同指數であります。前者の方が幾分安く、2スパンと3スパンの鐵桁はやはり同指數となつて居りますが前者の方が幾分安く、1スパンのものは4スパンのものよりはるかに高くなつて居ります。幅員90呎の街路に於ては4スパンとした時に鐵筋コンクリート・スラブに對しては、車道を2スパンとする如きはスラブにとつて少しく長徑間すぎ、従つてあまり經濟上得策でなく、さりとて車道を3スパンにする事は工費の點はよいが街路交通上感心しないから、除外して鐵桁のみで考へました處4スパンは指數58にて一番安く、3スパンの指數72で第二位、2スパンの指數75で第三位となり、1スパンが一番高つく事になります。もし街路幅90呎よりも大なる場合に於ては1スパンのものは愈々高つく事は勿論で、之を要するに街路幅30呎以上に於ては何れの場合も1スパンの架道橋の工費は他の多スパン式に比して街路幅が廣くなる程、指數のひらきが大きくなるものであります。之は單に工費のみの事で街路交通に對する利害得失を考へる時は、少くとも車道に於ける橋脚があまりに街路交通能率を損失するなら、むしろ少し高くとも車道に橋脚ををかざるスパン割のものをとる事となり、先程米國の通例の方針が我國でも一應同様に適用される事にもなります。併しながら米國に於ては街路面を使用する交通物種は、車道では自動車のみ又は路面電車及自動車のみであると云つてよろしいので、車道はLane divisionとして9~10呎にあまり端數のない施設が有利であるのに對し、我國に於てはまた種々なる點から推して街路に於ける自轉車交通は容易に減退しないであらうと思はれますから、現今ではある程度のこの端數が意味あるものともなりますので工費、交通上等の點から考へて必ずしも米國流のスパン割の標準がよいと云ふわけには勿論ゆきません。

第二に一路線上相連続した數多き踏切を立體交叉改良せしむる場合についてお話し致します。都市内に於ける路面電車の如きは交通繁劇を極める大都市内では無數の平面交叉と一方自動車交通の激増の爲に影響を受け、現今では充分なる能力を發揮する事が出来なくなりまして之の爲に高速鐵道と云ふ大量輸送の機關が續々出来る様になりました。此の高速鐵道は主として路面との平面交叉をさけた高架線、地下線、堀割線の型式をとるものであります。施設の目的が既設の市街内の交通及市街とその縁邊住宅地との間の交通の便にありますので通常の鐵道の立體交叉改良の場合とは少しく趣きを異にする點があります。踏切が一鐵道線路に近接連続して數多ある場合は近接の度合が甚だしい時には勿論であります。一踏切を立體交叉改良し隣接の踏切の立體交叉改良の結果その間に小區間全く施工基面の上下を要せ

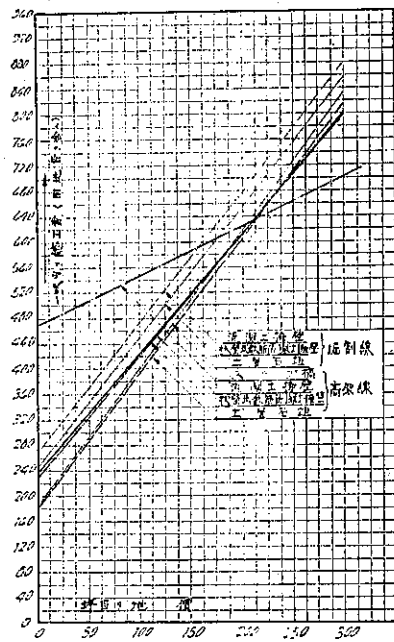
ざる部分があつても、かゝるものがつゞいて相當の數ある場合に之等の踏切を立體交叉改良するに當り一つの高架線又は地下線にて覆ふてしまふ方が得策とする事が多いのであります。何となれば先程も御話し致しました通り、一踏切の立體交叉改良又は複線で凡そ平均して 15~20 萬圓位を要します。そうして一立體交叉改良の爲に鐵道施工基面を上下すべき部分は長さに於て約 1400 呎内外となり、即一哩に 5 箇所の踏切を一々別に立體交叉改良すれば線路は全く 1/40 位の勾配の波状を呈して、線路の保守から云つても運轉能率上から云つても感心しないものになり、しかも之に要する費用は連続した立體交叉改良の費用の 50% 以上になります。こう言ふわけで大都市内及その附近に於ける如く踏切が比較的連続して數多ある場合には是等の全部もしくは大部分を覆ふ如き一大平面交叉改良をする事が多く、従つてかゝる場合には如何なる方法によるをよしとするかゞ問題となります。勿論この問題はその地方的及地形上の如何によつてちがふのでありまして、こゝには通例の場合について大體論を述べるものであります。扱つかゝる場合の各法の優劣であまりませんが、比較の型式として盛土、切取のみ又は一部石垣等を用ふる如き型式はかくの如き場合には明かに損な型式でありますから除外し、地下線としては鐵骨コンクリート構造、堀割線としてはコンクリート擁壁、扶壁式鐵筋コンクリート擁壁及土留石垣、高架線としては土留石垣、控壁式鐵筋コンクリート擁壁、スラブ橋、コンクリート擁壁及扶壁式鐵筋コンクリート擁壁等の 3 種の 9 型式についてその複線なる場合及複々線なる場合の新設總工費を先づ比較して見ます。第八圖及第九圖はこの目的の爲に作つたものであります。この設計の標準として高架線の高さは地盤上施工基面まで 20 呎とし、基礎は地盤良好にして杭打を要せざる場合とし、土取土捨の場所は近所にあつて格別の困難なきものとし、スラブ橋はその橋下を地價の 7 分の料金を以て賃貸し得るものとし、その収益に對し 8 分 8 厘の利廻とする元金を總工費より減額するものとし、その他設計は國有鐵道の設計標準に従ひ、單價は近年の平均單價によつて定めたものであります。此の表にて御覽になります通り複線分に於ては工費一呎當りは高架、堀割線では約 160~200 圓位の範圍でありまして、土留石垣が共に最低でスラブ橋が最高となつて居り、地下線は 780 圓位かゝり遙かに高いものになつて居ります。之に用地費を考へますと順位がだんだん變つて來まして坪當り 120 圓位からはスラブ橋が却て最低となつて、一般にも高架線が堀割線よりも安くなります。複々線分に於ては工費一呎當りは高架線、堀割線では約 180~470 圓位の範圍でありまして、スラブ橋の最高、土留石垣の最低は前同様であります。此の場合はスラブ橋が少し飛びはなれた高價のものとなつて居ります。尙地下線は複々線の場合には比較すべくあまりに飛びはなれた高價のものとなつて居りまして圖の範圍に入りません。之に用地費を考へますと坪當り 160 圓位から順位が變り出して坪當り 210 圓位からは却てスラブ橋が最低となり、一般に高架線が堀割線よりも安くなつて居ります。然

るに我國大都市及其の縁邊に於ては用地費として少なくも坪當り 150 圓以上、多くは 200 圓以上でありまして、又かかる問題の起るのはやはり複線又は複々線の場合が多いのでありますから、是等の事から推して工費の點に於て先づ高架線、その内でもスラブ橋が有利であつ

第八圖 高架線、掘割線、地下線總工費比較圖 (複線分)



第九圖 同上 (複々線分)



て、もし用地費が 200 圓以下位の時掘割線を考へ、用地が甚だしく高い時又はよくよくの事情の時初めて地下線を考へる事にするのがよいのであります。以上は新設の場合でありまして現在ある平面交叉を分離する場合には新設の時程の用地買収を必要としませんが、それでも施工上やはり相當の用地買収を必要とし運轉中の工事ですから可成のやりづらさもあり、従つて工費も新設の場合より幾分高みます。之等の事を考へると結論はやはり殆ど同様でありましてその工費の點と工費以外の諸點を合せ考へ相當區間を一大立體交叉改良する場合に、複線又は複々線では通例は高架線を以てし、高架線の内ではスラブ橋を最良とすと言ふ事が言へます。もし線路敷が複々線以上多數ある場合例へば大停車場等にあつては擁壁盛土式を内方に、外方道路に面する部分をスラブ橋たらしめる事の有利なる事は完成後の事から考へても明かな事でありまして。

然らば高架線の内でも最も有利なるスラブ橋としてどう言ふ型式があるか、又その各個の優劣は如何であるかを述べなくてはなりません。此の問題に對して國有鐵道の既設の高架線の例について考へて見ます。主要なる型式としては Arch, Simple slab, Continuous slab,

Square slab, Flat slab 等がありまして構造物工費は複線1米當り 700~900 圓位であります。此の内 Arch は橋下利用率小なる點に於て Simple slab は工費が他に比し一番高くなる點に於て通例はあまり使はれないのでありますから、主としてあとの三者即 Continuous slab, Square slab 及 Flat slab の優劣を述べようと思ひます。第二十表は國有鐵道の東京、大阪、神戸に於ける高架線スラブ橋の色々の型式のものを更に細別して表にしたものでありまして多くの場合徑間18 呎位になつて居ります。此の内 Continuous slab として3 徑間式、5 徑間

第二十表 國有鐵道高架橋工費

一般標準條件

線路覆線分 (約 9.0)^m基礎底面より軌條面迄の高さ (約 8.2)^m徑間 (約 4.6)^m 支間 (5.5)^m

鐵筋コンクリート、ラーメン橋脚、鐵筋コンクリート・スラブ

基礎鐵筋コンクリート杭

工費は請負契約單價に依る

型

式

i. 3-Span continuous slab

型	所要鐵筋コンクリート	延長1米當り費額	摘要
三柱式	A. 13.3 立方米	657 圓	
	C. 10.1	577	
	D. 15.2	705	
	I. 14.6	*1 099	東京
	J. 15.7	*1 247	基礎杭なし 東京
	E. 15.2	*641	
二柱式	B. 13.1	726	
	G. 16.2	*901	高さ大
	F. 14.3	635	基礎杭なし 高さ大
	H. 16.2	*798	

ii. 5-Span continuous slab (三柱式)

L.	9.2	731	
O.	11.6	*1 077	基礎杭なし 東京
Sq. slab	K.	9.8	816
	M.	8.3	718
		10.9	862
	N.	10.3	815

iii. Rahmen, simple alternately (二柱式)

P.	14.4	*1 399	東京
----	------	--------	----

iv. Flat slab

Q.	8.9	770	東京
----	-----	-----	----

式の二種が多く用ひられますが何れも工費に於て大差なく線路が何線分でも向く處の普通よく行はれるものであります。之に對して Square slab のものは Continuous slab より材料小に

して却て構造物の剛性は幾分増されますが鐵筋の配列が少しく複雑し工費に於ては Continuous slab より僅か大となり勝ちであります。此の種のものとして一徑間ラーメンに次ぐに Simple slab を以てするやり方もありますが之は工費も大となりあまり感心しません。以上の型式の各々で橋脚は Solid のものよりラーメンの橋脚が橋下利用の爲にもよいのですが、之を複線に對して三柱式にするか二柱式にするかどちらがよいかと言ひますと、橋下を線路方向に使つてしかも出来るだけ大なる幅をほしい時は二柱式にするより仕方なく、又此の時は多く Square slab の線路方向に 3~5 徑間 Continuous にしますがそれだけ工費は幾分嵩んで來ます。之を要するに鐵道スラブ橋としては通例は 3~5 徑間の Continuous slab で橋脚は複線に對し三柱式が一番無難と言ふ事になります。歐米に於ては鐵道高架線としてのスラブ橋は例が甚だ少ないので表示して參考にする程の事ありません。只フラット・スラブを鐵道高架橋として用ふる事が近年米國で例多くラッカワナ鐵道のニュージャージー附近、シカゴ、トロント、最近ではセントルイス等のユニオン・ステーション等で續々と用ひられて居ります。此の型式は種々なる點で非常に有利なものであります、例へば所要の頭空に對し最小の高さですむ爲その構造物及前後取付の工費を小となし空中に暴露する面積の最小なる爲温度大なる地方にても耐久性大で耐火の力も強く突出する桁なき故橋下利用率大で、又通風彩光等にも効が大である等であります。たゞ今の處困るのはその計算法が鐵道の如き大なる荷重しかも集中荷重に對してまだあやふやで、わづかに一般の倉庫等の場合の計算法を modify した方法で計算するに過ぎない點であります。それで假定等の多少安全をとつて居るけれどもそれでも尙工費は他の型式より小であつて、出來たものも今迄に於ては別段の不都合も起つて居りません。我國では阪神急行で一部に之を用ひ又東京の秋葉原驛脇に此の型式を最近作りましたが何れも工費やすく、秋葉原の分は複線一呎當り 233 圓位で他の最も安い型式より約 1 割安あがりとなつて居ります。もしこの型式の計算法がよく研究されて立派な計算法が確定されれば眞に結構で工費の點も一層小ですむ事は明かな事と思ひます。

平面交叉分離の費用分擔

平面交叉分離に要する費用は中々小額ではありません。しかし此の方法が交通の混雜や危険をさけ交通能率を増大し、ひいては文化發展に貢獻する事の大なる點に於て過去に於てもかなり斷行されて居ります。此の内鐵道と道路との平面交叉分離の既往を少し考へて見ませう。シカゴは今日踏切問題は大部分去られて居ります、しかし 1920 年までに各鐵道との踏切 963 箇所の立體交叉改良は實に 1 億弗を費して居ります。フィラデルフィアは 1887~1913 年までに鐵道幹線の主要踏切は大體分離され、1922 年までに 1 250 萬弗を費して居ります。ボストンはつとに立體交叉改良にかゝり現今殆んど踏切問題に悩んで居りませんが、それに要した費用も又莫大でありました、ニューヨークに於ては近年ニューヨーク・セントラル鐵道

だけでも 105 箇所の踏切を立體交叉改良する爲に約 2 000 萬弗を投げだして居ります。又ニューヨーク附近だけでも第二十一表の様に一年間に大した費用を投じて居ります。その他多くの米國都市で年々平面交叉分離の工事を行ひ、年々 200~300 箇所位づゝかたづけて居りますが、今後も益々やらなくてはならない事情にあり、或専門家の見積りによると米國の今後

第二十一表 紐育市外に豫定されたる踏切の平面交叉分離費額 (1928 年中)

Railroad	No. of crossing to be eliminated	Estimated Cost (\$)
New York Central	44	7 137 000
Long Island	12	4 780 000
Erie	27	4 297 000
Lehigh Valley	26	3 562 000
Delaware & Hudson	19	3 265 000
Pennsylvania	12	1 620 000
New York, Ontario & Western	12	1 510 000
Westshore	10	1 480 000
Buffalo, Rochester & Pennsylvania	2	1 220 000
Other 9 railroad Co.	19	5 129 000

やらねばならない立體交叉改良だけでもその費用は米國全鐵道の財産に匹敵する程の巨資を要すると言はれて居ります。歐洲に於ても英國の如く比較的早くから徐々にかたづけ又鐵道計畫にあつて初めから此の點に注意した爲諸外國程の困難にはあつて居ませんが、他の諸國はいづれも此の問題に頭を悩ませて居ります。フランスの如きは特に此の問題に對して眞剣になつて種々考究中ではありますが、最近の同國工部大臣の發表によればさしあたり重要な踏切 30 箇所に對し、政府は約 100 萬圓を補助する事として居りますが今後問題の踏切立體交叉改良には少くも 16 億圓を要し、その内最も危険なるものゝみに對しても少くも 1 600 萬圓の費用と、10 箇年の歳月を要する旨を述べて居ります。

かくの如く巨資を要する工事に對して鐵道自身のみがその費用を負擔する事はどうあつても不合理で、この改良によつて他も國家も充分利益を得るものでありますが、かつて交通があまり繁劇でない時分には分擔の事については問題にあまりされずに居ました。米國などでもそうでありまして初めは多く鐵道が全部負擔して居りましたが、それが次第に問題となり今日では大部分の州で分擔率の制定又はそれに類似の方法をとつて居ります、即州法、市令或は協議的方法でその關係團體の間に標準的な分擔率をきめて居ります。現今米國 48 州中州法にて分擔率をきめて居る州は 13 州、州委員會で都度會議割當てる州は 24 州、残る 11 州は關係團體の協議の上又は時として裁判の結果にまつて居ります。州法による分擔率は第二十二表に示す様なもので、大體鐵道は全工費の 50~75% を拂はされますが、残りを州又は市が補助し、時に路面電車等が入る場合にはその資産状態と關係の大小に従つて市の分擔に

屬する部分の一部を拂ふ様にして居ります。是等の分擔率制定の重要な區分は責任による分擔法か利害による分擔法かの何れかによるのでありまして、時にこの分擔率の公平を期する爲に複雑な考慮を要するものでありますが、我國では別にかゝる制定はなく多くは鐵道が全負擔をなし、時に協議によつて分擔をきめて居ります。その協議は中々面倒な要素を處理するものであります爲に隨分遅延をまぬがれません、やはり或程度までは分擔率を制定したら今後續々起り又急速を要する此の問題の解決に資する處大でありはせぬかと考へられます。

平面交叉問題及その將來

文化の進展と交通の發達膨脹交通の混亂危険とその對策の種々相を今迄かなり御話し致したつもりであります。そうして今後はこれが益々激甚を極め一層複雑化する事は火を見るよりも明かな事であります。就中平面交叉問題は最も考慮を要するものでありまして多く行はれる如く Traffic control や Traffic regulation は元より結構です、踏切設備の改善これ又可です、しかし平面交叉をそのままにして如何なる方法を講ずるともそれは或程度までの交通量に對して初めて有効でありましてそれ以上の交通量に對してはむしろ有害となるものであり

第二十二表 米國州法による平面交叉分離工費分擔率

State	Division of Cost (%)			Remarks
	Railway	State	Municipality	
Connecticut	Remainder	—	50 (max.)	Highway constructed after Railway
	Remainder	—	25 (max.)	„ „ before „
	75	25	—	Elimination ordered by Pub. Util. Com.
Indiana	50 (max.)	—	—	For state highway.
	75 (max.)	—	—	For other road.
Maine	65	25	10	
Maryland	50	50*	—	For state road.
Massachusetts	65 (max.)	25	10	
Mississippi	100	—	—	
New Jersey	100	—	—	Some minor exception.
New York	50	25	25	
Ohio	50	50	—	Main market roads
	65	—	35	Other roads.
Oregon	50	50	—	
Vermont	65	25	10	
West Virginia	50	—	—	50% state, county or municipality.
Kentucky	—	—	—	Code fixes division of cost.

ませう。交通のスローガンは go-stop でなくて、あくまでも go-go でなくてはなりません、踏切設備はなる程立體交叉改良に比して工費はよほど安あがりです。第一種踏切一箇所約 1000 圓位、第二種踏切 500 圓位、警報機一箇所約 2000 圓であります。しかしその經常費を考へます

と第一種踏切一箇所約 2000 圓、第二種に約 600 圓、警報機で約 150 圓もかかり、第一種の經常費を年五分の利として投資元金に換算しますと一箇所 4 萬圓となり、あまり安いとは言はれません、ことに踏切による一般交通の遅延や時としてやはり事故をかもす事を思へば有形無形にかなり高いものにつきます。平面交叉分離は此の點に對してたとへ最初に投資する額は大であつても都市に對する利益として公衆の安全道路交通を遅延せしむる原因除去、消防自動車遅待原因の除去により大火災の減少、貨物車の遅待原因の除去、高速度運轉により人口偏稠を防ぎ都市の圓滿なる發達を助ける事、鐵道自身に對する利益として踏切設備費の省略、事故に對する失費の省略、無用者侵入の防止、列車速度をまじ作業が自由なる事、營業の發展、諸施設及線路の改良に好機を與ふる事、個人に對する利益としては事故の不安一掃、業務行樂を問はず目的地へ行くに樂にして福利増進する事、地價の高騰による地主の利益等をあげる事が出來ます。

我國は現今鐵道官有私有合計延長 15000 哩以上を有し、自動車もその數 70000 以上を算し、年々多額の費用を投じて鐵道道路等を改良し都市又何れもその交通改善に汲々とし居り、その發達の急速なる事もまことに世界に冠たるの勢を示して居りますが、交通は漸く行き詰らうとして居ります。交通の文明は一國文化の縮圖である事は言をまちません、その進否は一國文化にもたらず處のものに大きな差違を生ぜしめます。都郡と言はず鐵道の増新設可なり自動車の増加又可なりであります、しかしその進路に何等かの障礙を認めつゝも之を放置し又は躊躇するものは後年必ずやその障礙の更に大なる姿に驚き、その解決に困迷するであります。平面交叉の問題はその一つであります。平面交叉を最も困難なる條件に陥れる一面は鐵道に依る交通の膨脹と自動車交通の發達とであります。そうして鐵路に依る交通の膨脹と自動車交通の發達を障礙して一國一都の文化を遅待せしむるものゝ大なるものに平面交叉があります。我國文化の源泉の地である處の東京、大阪、神戸等は都市一般交通機關として路面より離たる高速鐵道を新設又は續々計畫中であり、鐵道も又多く立體交叉改良を遂行しつゝあります。然しこれ位では到底満足し得べくもありません。今日我國に於ける自動車數は 70000 以上と言ひます、しかし全人口から考へまだ大した數とも思はれません、たゞその増加の狀が急速な點に注目せねばならないのであります、たゞこの僅か 70000 の自動車で都市の街路交通が行きつもらんとする點に注目せねばならないのであります。或る専門家は我國は今後十年にして 35 萬臺以上になるだらうと言つて居ります、けれども現狀を大して打破しないでこんなに増加出来るものでせうか、又そうなつたらどんなに交通が混亂するでせうか、東京には今約 20000 臺、大阪には約 15000 臺の自動車が動いて居ます、そうして殆んど行きつまりに近い状態にあります、又地方に於ては凡そ自動車の通ずる道路には必ず兼合自動車が營業されて居つて随分便利となりましたが、まだ車臺を増し營業路線を澤山増す

事が出来るでせうか、私は道路を擴築改良又は續々新設しない限り又重要な踏切の立體交叉改良等を斷行しなければ甚だ疑はしい事と考へます。それをやらなければ最早行きつまりです、そしてこの行きつまりは文化進展の行きつまりを意味ませう、所謂交通とその施設とは深き因果を爲し施設良ければ交通發達し交通膨脹すれば又更に新らしい施設を必要とする事、又他の世相と同様であります、しかしその間に國の文化はぐんぐんと進展するものでありませう、國有鐵道にて自動車通行し得る踏切の數は前にも申しました通り 6262 箇所あります、その内最急に立體交叉改良すべきもの 113 箇所で費用 2600 萬圓を要し、よく行つて數年かゝらねばやり終らないでせう、しかも今後數十年の間には少くも現在第二種踏切以上の重要な踏切 2757 箇所は立體交叉改良を要する事になるでせう、かゝる場合一箇所假りに 15 萬圓を要するとして 4 億圓以上の工費と、數十年の歲月を要するにちがひありません、その間交通量の激増により重要踏切の増加もあるであります、又これは國有鐵道の話で之に加ふるに私有鐵道の分も考へたら如何にその要する費用の莫大となるかは全く想像以上であらうと思はれます。かくて平面交叉問題は局にあたるものをして狼狽せしめそれが實施の資源に頭を悩ます事でありませう、此の問題たるや實に刻下より着々解決が急務でありまして將來に問題をのこす程大問題たるものであらうと考へます。須く鐵道も道路も都市の計畫も手にする事遠からざるこの問題に對して可及的の研究をとげ、少なくとも協議計畫の有能なる機關を設け相寄り相助け共力熟議して先づその importance を極め次順に應じて實施を斷行し然らざるものと雖も將來の計畫と大方針を探究し、有能なる施設の根據を確立し實行の指針を定めなければならぬと考へます。大分長い間御清聽を得ました事を深く感謝致します。