

# 講座

UDC. 625.72 : 656.1

## 道路工学特論 I

### 総論 — 道路輸送と道路技術の諸問題

正員 工学博士 星 堃 和\*

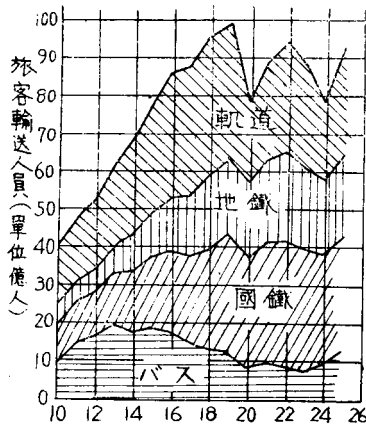
#### 1. 道路輸送が陸運に於て占める地位

道路施設の計画、設計及び建設に携わる技術者の道路車両や道路輸送に対する関心は従来あまり深かつたとは云えない。道路を造る者と自動車を作る者とそれを動かし利用する者とは利害が一致するのであるから互いに協力して道路輸送の向上発達を図る必要があることは最近になつてようやく認められてきたようである。

道路施設は道路輸送の果すべき役割に応じて交通の質と量とに、よく適応したものでなければならないことは云うまでもない。近年自動車の発達による道路輸送の躍進は鉄道の補助的存在であつた道路に陸運の主役としての地位を回復させていると云われるが、我が国の実状は果してどうであろうか。統計による客観的資料に基いて戦争の及ぼした影響や今後の見透しを検討して見よう。

まず、旅客輸送について見ると(図-1 参照)、陸上機関による輸送人員総数は戦時中急増し、昭和 10 年の 40 億人から毎年約 6.6 千万人ずつ増して昭和 19 年には 100 億人に達し最高を記録した。戦後は多少の

図-1



\* 東京大学教授、生産技術研究所

変動が認められるが、なお 90 億人台前後を維持している。その機関別内訳を見ると、国鉄、地鉄、軌道は何れも戦時中著しい膨脹を示し、戦後は平衡状態をたどっているのに対し、バス輸送は昭和 18 年の 20 億を最高として戦争の打撃をうけ戦後 10 億前後に落ち最近ようやく立直りの傾向が見え始めた。受けた打撃が如何に大きいものであつたかは表-1 からもうかがえる。

表-1 輸送人員数の比較

	戦前(昭和13年)		戦後(昭和25年)	
	人員数	比率	人員数	比率
国鉄	13億人	21%	31億人	33%
軌道	22	36	27	29
地鉄	7	11	21	23
バス	20	32	13	14
計	62	100	93	100

表-2 国民1人  
当り年間乗車回数  
(昭和25年度)

国鉄	37回
軌道	33
地鉄	25
バス	16
ハイヤー・タクシー	1
計	112

国鉄と比較する時、バスの輸送人員は約 1/3 であるが、乗車距離を考えるとバスは平均 6km (25 年の 80 億人 1 人より算出)、国鉄ではその 3.5 倍前後と推定されるので人 1 人の比では約 1/10 となる。

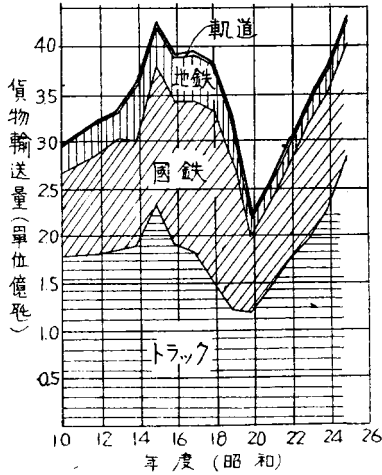
今後のバス輸送は年約 2.5 億人の増加を見込むと 3 年後

(昭和 28 年) に 20 億人、7 年後(昭和 32 年)に 30 億人となる。

次に貨物輸送の面を見ると(図-2 参照)、年間陸上輸送の総トン数は昭和 10 年 3 億トン、昭和 15 年は 4 億トンを突破し、その後著減して終戦時の 2 億トンまで落ちたが戦後急激に回復し、昭和 25 年に再び 4 億トンを突破して更に躍進しつつある。機関別に見ると、国鉄、地鉄は戦後横這い状態であつて、回復の

主力はトラック輸送にあることがわかる。戦前戦後の比較は表-3でうかがうことができる。

図-2



トラックによる輸送量は昭和10年1.8億トン、昭和15年2.3億トン(戦前最高)、昭和20年1.2億トン、昭和25年2.8億トンで、戦後の年間増約3千万トンであるから、この増加率が持続すれば、4年後(昭和29年)にはトラックだけで4億トンの輸送量に達する。

表-3 貨物輸送量の比較

戦前(昭和13年)			戦後(昭和25年)		
	貨物輸送量	比率		貨物輸送量	比率
トラック	1.85億トン	54%	トラック	2.85億トン	66%
国鉄	1.2	35	国鉄	1.2	28
地鉄	0.35	10	地鉄	0.25	6
軌道	—	1	軌道	—	0
計	3.4	100	計	4.3	100

表-4 国民1人当り年間貨物輸送量(昭和25年度)

トラック	3.4トン
国鉄	1.45
地鉄	0.3
計	5.15

国鉄と比較する時、トラックによる貨物輸送量は約2.5倍であるが、平均輸送距離は20斤以下で鉄道の1/10程度と見られるので、トン斤数では約1/4の実勢力を持つものと思われる。道路ではその他牛馬車、荷車などの軽車両に

よる輸送量がまだかなり大きいので、上の比はもう少し大きくなるであろう。

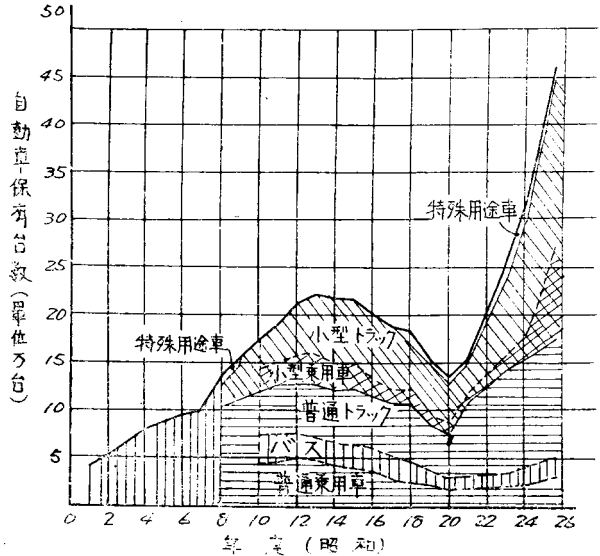
2. 自動車による道路輸送

戦後の道路輸送は自動車保有数の激増と自動車性能

の向上によつて特色づけられているようである。

自動車の増加量は年約10万台で、26年度末には総保有数が50万台を突破する勢いである(図-3参照)。26年9月末の総数は46.5万台、その車種別内訳及び半年間の増加数は表-5の如くである。

図-3



普通車と小型車の比は4:6、年間の増加数は普通車2万、小型車8万で1:4である。小型乗用車の中にはスクーターのような軽自動車が約6万台含まれている。それを差し引いても小型車の方がやや多い。現在

表-5 実在車数及び増加数

車種別	実在車数(昭26.3.末)			増加車数(昭26.4~9半年間)		
	普通型	小型	計	普通型	小型	計
乗用車	32 273	94 257	126 530	2 770	22 783	25 553
バス	20 590		20 590	1 245		1 245
トラック	124 995	175 288	300 283	4 610	19 664	24 274
小計	177 858	269 545	447 403	8 625	42 447	51 072
特殊用途車			13 624			971
牽引車			1 455			-35
被牽引車			2 862			-396
合計			465 344			

の増加率が維持されるものとすれば、5年後(昭和31年)には100万台を突破することになる。この数字は老朽車の整理交換、燃料供給量、道路改良の諸問題が考慮され修正されなくてはならないが、国民100人当り1台の自動車が保有される日はさほど遠くないと思

われ、将来小型車が氾濫して総数の2/3以上を占め、現在放置されている小路小路の隅々まで自動車が入りこむようになることを覚悟しておかなくてはならないであろう。

車両大型化の傾向も注目に値する。戦後改正された車両規則によれば、単車の車巾 2.5m、車長 12m、車高 3.5m まで許され(表-6 参照)、総重量の制限 20トン、最小回転半径 12m となつた。連結車では3両で総長 25m まで許され、その他特別な車両も許可される場合がある。現在これらの制限にはほぼ一杯の車が既に製作されている実状から、将来更に大型車が出現

表-6 車両の制限寸法の緩和

		戦前 (自動車取締令)	戦後 (車両規則)
小型車	高	1.8m	2.0m
	巾	1.2	1.6
	長	2.8	4.3
普通車	高	3.0	3.5
	巾	2.2	2.5
	長	7.5	12.0

しはせぬかと恐れる人もあるが、輸送単位をむやみに大きくすることは自動車の特性にも反することであるので、ごく特殊なものを除いて、当分は現行規則に準じた車を考えればよいものと思われる。

総重量の増大にも拘らず、1輪荷重はタイヤの耐力の限界から約5トンを越すことはなく、ただ複輪、複軸となつた時相互の間隔が狭いと路面や構造物に及ぼす影響は無視できなくなる。接地圧力も単位面積当りは最大 6.4kg/cm<sup>2</sup> 程度で従来よりむしろ小さくなる傾向にあるが、接地面積が大きくなるから路面下深い所まで影響が及ぶことを考えなくてはならない。

25年度の営業用車の1台当り平均走行料は約1万杆で、総走行杆数は34億杆であるが(表-7 参照)、これを米国の走行杆数約5000億杆と比較すると1/150にすぎない。なお貨物輸送のトン杆数で比較すると我が国と米国の比は約1/30となる。

表-7 営業用車の走行杆数  
(昭和25年度)

	台数	総走行杆	1台の平均走行杆
ハイヤ・タクシー	1.5万台	3.29億杆	2.2万杆
バス	1.7	4.56	2.65
トラック	29.2	26.05	0.9
計	32.4	33.90	1.05

### 3. 燃料問題

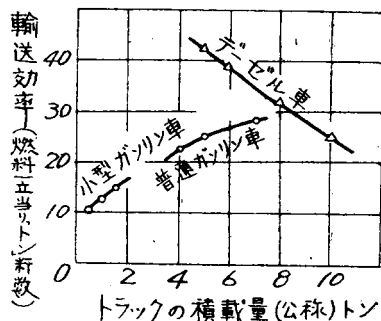
我が国道路輸送の将来は燃料の供給と道路施設の改良にかかっていると云つても過言でない。両者は又密接な関連を持つもので、道路施設の改善による燃料消費の節約は我が国のような燃料資源に乏しく、その大部分を海外に依存する国では特に重要と思われる。

25年9月末の調べによると総数36.8万台の中ガソリン車は23.5万台、ディーゼル車8千台、残りは代燃車及び電気自動車である。今後特殊なものを除いて代燃車は減少し、新車はガソリン又は軽油を使用するものと思われる。戦後の燃料事情はまことに窮屈で、26年度によりやく年間約80万klのガソリンと10万klの軽油が供給されるようになったが、自動車1台当り(普通車換算)4klに満たず、戦前13年の165万kl 1台当り10klには遙かに及ばない。26年度50万台の自動車に対しガソリン190万kl 軽油19万klの確保は是非とも必要だと考えられている。将来100万台の自動車数に対して内輪に見ても戦前の倍約320万klの燃料が必要となるであろう。

このような大量の燃料を大半海外から輸入するのであるから、消費面に於て極力節約を図らなければならない。輸送単位によく適合した車種の撰択、例えば小単位の輸送に対し小型車が普及しつつあるのは、その適例であると思われるが、それによつて輸送効率を高め、又大型車にはディーゼル車を普及させるのもよいと思うが、道路施設と自動車の性能をよく調和させて経済速度を高める工夫を必要としよう。

国産トラックの経済速度は大体毎時35kmと見られるが、これは将来向上の可能性があると考えられる。経済速度に於ける輸送効率は一般に大型の車ほど大きい(図-4 参照)、実際問題では積荷率を考慮して比較する必要がある。又輸送効率も経済速度も路面状態によつて変り路面改良の効果は両者を共に向上させる点にあることを十分知つておかななくてはならない。

図-4 国産車の例



#### 4. 交通調査と道路網計画

我が国道路施設の現状を正しく掴むことは必ずしも容易ではない。それは統計の不備とその基本資料の不完全によるもので、道路台帳を完備しかつ利用し易くすることから始めなければならない。現況の把握は将来計画の合理化に欠くことのできない前提なのであるから、これに要する経費を惜しんではならない。

我が国道路の総延長は約 90 万 km、自動車の通れる延長は約 30%、舗装延長 1.1 万 km、1.2%と云われる。その内容の詳細については頼るべき資料がない。これを主要幹線の国府県道 13.2 万 km について見るとその巾別内訳は表一8 の通りで、内舗装延長は 6 千 km、残り 12.6 万 km は砂利道、自動車の通れない区間は 1.5 万 km と云われる。又バス路線とトラック路線の延長は 7.3 万 km であるから、自動車の通行に適する道路延長は 10 万 km を出ないものと想像

表一8 国府県道の概況 (昭. 25.3)

巾 員 別	既改良区間	未改良区間	合 計
有効 7.5 m 以上	0.6 万km		0.6 万km
5.5	1.2		1.2
4.5	1.4	1.2 万km	2.6
3.6		2.4	2.4
3.6 未満		6.4	6.4
計	3.2	10.0	13.2

され、総延長の 90% は自動車の道路ではない実状と見なくてはならない。

このような実状は今まで道路施設の計画がないに等しかつたので、今後の問題として道路網計画や路線改良計画が新たに立てられなければならないこと、然も自動車数の増加、輸送量の増大はこの計画が緊急に実施される必要のあることを示している。米国の道路建設史によると、1930 年に現在の道路網建設が一応終つているが、今日では当時予想しなかつた交通状勢の変化によつて道路網の再編、施設再建の必要に迫られ膨大な調査資料が集められている。

1934 年の Hayden-Cartwright 法に基づき、連邦補助費の 1.5% 以内を支出することによつて行われてきた調査は、経済的根拠のあるかつ社会の要求に合致した完全な道路改良計画をたて、これまでのような見透しのなきまぐれな公共政策によつて道路運輸の将来が危うくされることを防ぐ目的で、道路台帳の整備、交通調査、財政、自動車数、利用状況、耐用年限の各項について正確な資料を集め、更に都市交通の研究を追加して行つている。これら調査研究の方法及び結果は我が国の技術者にとつて参考とすべき点が少なくない

と考えられる。

#### 5. 交通流の特性と交通容量

米国での膨大な交通調査の結論は交通流の特性に新たな知見を加え、道路網計画の方針、道路各部構造の基準決定に根本的な影響を与えている。その 2, 3 の例を述べると、まず都市内交通の混雑緩和方法として従来都市周辺部の迂回路建設が試みられてきたが、調査の結果によれば都市を迂回し得る交通はごく限られていて、大部分が都市内に用件を持つ交通であり、多額の経費を投じて都市内幹線街路の改修を行う他ないことが明らかにされ、その有効な対策が研究され一方都市の混雑緩和には迂回路の効果が確認されている。又都市幹線網の設定に当り、サンプルによる起終点調査 (Origin and Destination Surveys) を行つて利用者の要求によく合致する路線網を決定している。地方路線の等級や改修順位も交通調査の結果に基づいて客観的資料から科学的に決定されるようになったと云われる。

設計速度を決定するに当つても、法令で一面的に強制するよりは、調査の具体的資料に基づいて技術者が適正な判断を下し得るよう考慮している。実測によると一般に地方道での走行速度は 100km を出ることは稀で、多くは 70~80km、最高級の道路で 80~90km、都市急行路線では 50~60km 出すことができれば十分であることが認められ、110km 以上の設計速度を採用する必要はないことを結論しており、又追越し時の速度についても貴重な資料を提供している。

路線が収容し得る交通量即ち交通容量 (Capacity) とそれに及ぼす諸因子の影響についても実状が、かなり明白にされている。交通容量を理想状態の下で理論上可能な最大を示す基本容量と、実際に可能な限界を示す可能容量と、実用上最適な状態を示す実用容量の 3 つに区別し (表一9 参照)、実用容量に影響する因子として、車線巾、車道側面の余裕巾、路肩巾、大型低速の営業用車、線形、平面交叉をあげそれぞれの影響度を具体的に示している。

表一9 理想状態での交通容量 (台/時)

	2車線道路 路の総計	3車線道路 路の総計	多車線道路の 1車線当り
基本容量	2 000	4 000	2 000
都市部の実用容量	1 500	2 000	1 500
地方部の実用容量	900	1 500	1 000

1. 2車線道路、3車線道路では方向別は無視している。
2. 多車線道路での最大交通量は1方向に偏ることが多い。
3. 理想条件の時は基本容量と可能容量は等しくなる。
4. 実用容量に対応する実速度は都市部で、35~40m.p.h.、地方部で 45~50 m.p.h

路線容量の設計に当り基本とすべき交通量について

は年間に於ける時間当りの最大交通量から第 30 番目の時間交通量をとるのが最も経済的であると、その値は年間の平均日交通量の 8~38%に当り、平均値は地方道路で 15%、都市街路で 12%となつている。なお全米の平均をとると平均日交通量に対し最大日交通量は 233%、最大時間交通量は 25.4%となつている。

#### 6. 道路構造基準の決め方について

道路の巾員、勾配、線形、交叉のような幾何学的設計の基準を合理的に決定するためには、又その路線を利用する車の寸法、重量、性能を予定し、その利用状態を考えに入れなくてはならない。

米国では現在各州で基準が異なつてゐるが、その統一を図るため A. A. S. H. O. で認定基準 (Accepted Standards) を定めつつある。それによると車の最大寸法及び重量は次の如くである。

車高—12.5 呎、車巾—96 吋 (できれば 102 吋)  
車長—単車のトラック及び 2 軸バス 35 呎、3 軸バス 40 呎、トラクター、セミトレーラ連結車 50 呎、その他連結車 (2 単位以下) 60 呎、1 軸当り最大荷重、18000 ポンド更に全重量と車軸間隔の間に一定の制限を付している。

設計に当り交通のタイプを 3 種に分け、P 型 (乗用車と軽トラックのみ)、T 型 (大型トラック及びバス) 及び M 型 (P と T の両者が混合したもの) とし、設計交通量は予想される年間 30 番目の時間交通量を取り設計速度は時速 30, 40, 50, 60, 及び 70 哩の 5 種を採用している。

我が国の道路構造基準は現行のものが近く改正される予定で、その際米国の例を参考にすべきは勿論であるが、それをそのまま全面的に採用することはできないであろう。

大型車の制限寸法は大体国際的水準に近くなつたから、当分は現在の車両規則による車を基準にとつてよいと思われるが、制限一杯の大型車が凡ての路線を自由に走行し得る必要は認められない。大型車の自由走行を考えるべき路線はせいぜい 1, 2 級線の一部と都市幹線であると考えられ、その他はその行き交ひ通過が可能なきりぎりの限界を考えればよいであろう。交通のタイプについてはトラック、バスを優先的に考え、できれば乗用車の高速性を満足させる配慮を加え、将来小型車の氾濫による一種の混合交通状態に対処する方策も考えておく必要がある。

設計速度は現在の国産トラック、バスの最高速度 80km、経済速度 35km から判断すれば、50km 程度で十分と思われるが、将来の向上を考え余裕をとつて最高 70km とし、乗用車では最高 100km 位が適当

ではないかと考える (表—10 参照)。設計速度は通常の条件でバス、トラックに対し安全を保証できる又実現の可能な速度にとり、更に条件のよい場合に乗用車が出しうる速度に対する余裕を見込むことができれば現想的であろう。

表—10 道路設計の基本となる  
車種及び速度の一案

車 種	車 巾	車 長
小 型 (乗用車, トラック)	1.6m	4.5m
普通型 (乗用車, トラック)	2.2	8.0
大 型 (バス, トラック)	2.5	12.0

車 種	最高時速	基準時速	経済時速	勾配時速	最低時速
乗 用 車	100km	70km	50km	35km	25km
バス, トラック	70	50	35	25	18
セミ・トレーラー	50	35	25	18	12

#### 7. 道路構造設計上の 2, 3 の問題

我が国のような地形が複雑で、気象や地質の条件が悪い所では、名目上の設計速度をむやみに高くしても実際には実現できないことが恐れられる。高速走行に対し安全を保証するためには車線両側にとるべき余裕巾、障害物の除去、見越し距離、勾配、線形などについて適切な処理を必要とし、完全な釣合のとれた設計がなされなくてはならない。特に道路網の細密さのため、無数にある横断路線は幹線路の高速走行を妨げる最大の障害であつて、経済的な交叉部の処理方法が案出されない限り、改良の実は挙らないと考えられる。

我が国ではなお混合交通対策が大きな負担となつており、又屈曲部緩和区間の設計、勾配の限度及びその制限長、勾配曲率間の関係などについては欧米に於ても論争が行われていて、今後の研究課題として未解決のまま残されている。

#### 文 献

- 1) 自動車便覧 1951 年版 (交通出版社)
- 2) 運輸省自動車局: 陸運月報 1951 第 4 巻 9
- 3) Am. Road Builder's Assoc.: A Discussion of Highway Practice in the United States of America. Part 1, Part 2, 1948.
- 4) Highway Research Board: Highway Capacity Manual.
- 5) 星 桢 和: 自動車の運動と道路の構造, 道路昭.25—11, 12.
- 6) 星 桢 和: 自動車輸送と道路構造, 生産研究 2 巻 12 号 昭.25—12.
- 7) 星 桢 和: カーブを曲る自動車の動きについて, 生産研究 3 巻 11 号 昭.26—11.