



自動車による路面試験結果に基づく道路改良計畫の樹立に就て

藤 井 眞 透

目 次

- I 緒 論
- II 路面性状と交通量との經濟的關係
- III 試験結果に基づく改良計畫の樹立
 - (1) 試験 結果
 - (2) 砂利道の路面改良着手の順位決定法
 - (3) 砂利道の路面性状と交通量とより見たる舗裝施行の工事費の限度

技 術

I 緒 論

内燃機關の進歩發達は凡ゆる方面に一大變革を齎らさずには置かなかつた。道路に就いて見ても交通の質、量共に年々急激なる變化を及ぼしたので、路線及び路面の經濟的價値の再研討を要求され、全面的に改良を行はざるを得なくなつた。今路面構造を大別して砂利道及び鋪裝道とすると、後者が自動車交通に適應してゐるのは明かであり、殊に走行抵抗によつて著しく左右される運搬費、途中ガソリン消費量は相當軽減されるから、砂利道を鋪裝すべきは今日の急務であるが、財政的見地からして今直に全路線を改良するのは不可能であり、又自ら緩急がある。依つて茲に自動車を用ひて道路試験を行ひ路線の經濟的價値を明かにして、之に基きて合理的なる道路改良の計畫の基準を述べんとするものである。

II 路面性狀と交通量との經濟的關係

道路は交通量を荷重とする構造物であるから、一定の交通量に對してはそれに耐へ得る構造の道路が決まり、又逆にある構造の道路に對しては安全に、即ち經濟的に許し得る一定の交通量が決まる。砂利道及び鋪裝道に就て、道路の築造費並に維持費と交通車輛の運搬費を比較して、

- (1) 鋪裝施行を經濟とする交通量の限度
- (2) 現在交通量に對する經濟的路面築造費の限度

に就て述べる。更に鋪裝道に於ては鋪裝種別の選擇に就て、又改良濟の道路に就ては維持工法の程度の決定に、同様の事

が考へられるがそれ等に関しては省略する。

1 舗装施行を經濟とする交通量の限度

舗装道と砂利道との路面築造費に對する金利維持費及び一年交通量の運搬費の總計を比較して舗装施行を經濟なりと認めらるゝ交通量の最小限度は次の式によつて求められる。

$$T = \frac{m(C_p - C_g) - (M_g - M_p)}{365(K_g F_g - K_p F_p)} \dots\dots\dots (1)$$

故に

T = 交通量 (ton/lane/day)

C_p = 舗装道 1 車線幅延長の 1 km 路面築造費 (圓)

C_g = 砂利道 同 (圓)

m = 金利

M_p = 舗装道 1 車線幅 1 km の 1 年平均維持費 (圓)

M_g = 砂利道 同 (圓)

F_p = 舗装道の自動車ガソリン費 (圓/ton km)

F_g = 砂利道 同 (圓/ton km)

K_p = 舗装道の運搬費係數

K_g = 砂利道 同

即ち $m(C_p - C_0) - (M - M_p)$ は砂利道を舗装した場合の1車線幅延長1kmの1ヶ年當の餘分に要する費用であり、
 365 $(K_0 F_0 - K_p F_p)$ は同じく自動車の1噸當りが1年間に輕減し得る費用である。前者を後者で除したものは砂利道を舗装した場合に經濟的であると認められる1日1車線當りの最小の交通量である。これを現在交通量に比較すると、各路線相互間の施行の順位決定の基準が與へられる。

$$N_0 = \frac{T}{W} \dots \dots \dots (2)$$

$$r = \frac{N_c}{N_0} \dots \dots \dots (3)$$

$$= \frac{365 N_c W (K_0 F_0 - K_p F_p)}{m(C_p - C_0) - (M_0 - M_p)}$$

茲に

N_0 = 最小交通量 (臺/lane/day)

W = 自動車の平均重量 (噸)

N_c = 現在交通量 (臺/lane/day)

r = 施行の緩急度

路面築造費及び維持費は各路線により更に各試験區間により地方的條件の爲左右される數値である。自動車の平均重量

も亦各路線に就きその交通の質を考慮すべきものである。又運搬費係数は運搬費中モーター油費、車體償却費、クイヤ及び車體修繕費等の如く、路面構造に直接關係を有する費用のガンリソに對する割合であり、自動車の種類によつても異なるべき性質の數値である。

2 現在交通量に對する經濟的路面築造費の限度

砂利道を舗装した場合、ガンリソに對する費用及びそれに附隨する運轉費の軽減を利息と考へたときの還元基本金を全額工事費に充當すると、如何なる程度の路面構造が可能であるかは次の式によつて與へられる。

$$C_p = 365 (K_o F_o - K_p F_p) \times W \times N \times \frac{1}{m} \dots\dots\dots (4)$$

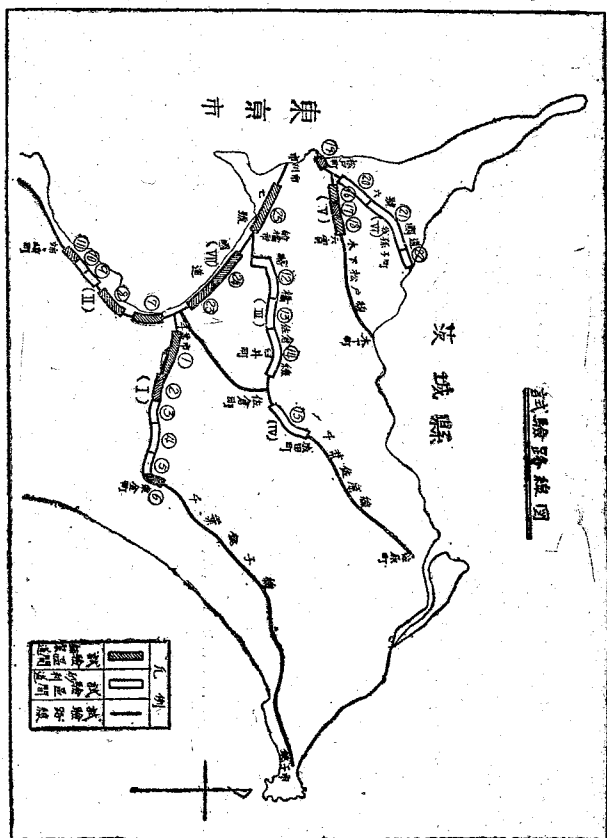
茲に

$C_p = 1$ 車線幅延長 1 km の許容最大路面築造費 (圓)

其の他は前項の通りである。

路面改良によつて生ずる運轉費の軽減を全額工事費に充當し得ないのは勿論であるが、其の他の條件が同一なるときは交通量の多寡により、路面構造を變化さすべき基準を與へるものである。又 (4) 式には路面構造用材の地方的條件が考慮されておかないが、本式にそれに関する係数を乘ずるか、或は單に各試験區間相互の比較をする場合には最初に假定せる路面築造費との比を求めれば、地方的條件を考慮した場合の經濟的に許容し得る路面構造の種別を決める基準を與へるとなる。

以上の2項目は直接相關々係を有するものではないが、交通量の多い路線は施行順位に於ても急速に施行するを要し、又路面構造の方面より考へるも相當高級の舗装を許容し得ることを具體的に表示するものである。即ち自動車を用ひて、ガソリン消費量と路面の凹凸係數とを同時に測定し、一方路線の線形、勾配、路面構造等を調査するときは、今迄概念的に考へられた路面改良計畫に、數量的基準を與へ得るものである。



II 試験結果に基づく改良計畫の樹立

以上の理論に基き最近千葉縣に於て行つた自動車試験の結果より、實例を擧げて合理的改良計畫樹立の考察を行ふ。試験は2日間に亘り、國道2路線と千葉市を中心とする府縣道5路線、即ち次の7路線25區間に就て行つた。(圖一1)

- (I) 府縣道 千葉銚子線 千葉—東金間 6 區間
- (II) 府縣道 千葉北條線 千葉—姉ヶ崎間 5 區間
- (III) 府縣道 船橋佐倉線 津田沼—佐倉間 3 區間
- (IV) 府縣道 千葉佐原線 佐原—成田間 1 區間
- (V) 府縣道 木下松戸線 松戸—大實間 3 區間
- (VI) 國道 第6號線 松戸—我孫子間 4 區間
- (VII) 國道 第7號線 千葉—市川間 3 區間

これ等の路線に就て改良計畫を考へる。先ず試験結果を摘記す。

(1) 試験結果

(a) 試験に基く資料

各區間に就き必要なる試験結果及び其の他交通量、維持費等を表示すれば次の通りである。(表一1)

本試験は同一區間に就き概ね往復2回の試験を行ひ、その勾配、風向等による影響を出来るだけ除却するに努めた。又試験速度は概ね砂利道に於ては 35 km/hr 平均を保つ様に、又鋪裝道に於ては 40 km/hr 平均を保つ様にして行つたが、線形、路面、及び其の他の障害物のために一様の速度を保持し得ざる場合もあり試験區間全般に亘りその平均を採つた。

表—1—

路線春號	區間番號	試驗區間	路面種類	延長(米)	凹凸係數 (cm/km)	ガソリン消費量 (toon km/l)	交通量 (自動車臺數)	維持費 (錢/m ² /年)												
路線春號	區間番號	試驗區間	路面種類	延長(米)	凹凸係數 (cm/km)	ガソリン消費量 (toon km/l)	交通量 (自動車臺數)	維持費 (錢/m ² /年)												
									1	自至	都北	橋小學校前	詰	粗粒式瀝青	5,820	125.8	16.33	—	1,251	
									2	自至	同	野呂橋	西詰	同	同上	4,410	120.3	16.85	157	0,417
									3	自至	同	本郷	城道分岐	上砂	同上	1,570	1,017.6	14.46	—	4,512
									4	自至	同	山	道路分岐	上砂	同上	5,480	1,037.2	15.37	180	4,551
									5	自至	同	東	金大網線分岐	上砂	同上	3,800	997.8	18.37	—	4,281
									6	自至	同	東	金田間舖裝終點	上粗粒式瀝青	同上	2,360	145.0	16.93	214	0,625
									7	自至	同	五	村田保橋	B北詰	同上	5,030	212.2	16.99	535	1,251
									8	自至	同	八	幡井宿	北南詰	同上	5,120	171.1	16.70	234	0,625
									9	自至	同	養	白老踏切	北南詰	同上	2,980	747.5	18.40	176	2,222
									10	自至	同	白	塚踏切	南端	同上	2,030	742.0	16.28	—	2,289
									11	自至	同	始	崎舖裝終端	上乳劑混合舖裝	同上	1,520	359.0	18.50	188	0,834
12	自至	同	津	田沼四等道分岐	同上	同上	8,090	937.9	16.00	332	6,714									

Ⅲ	13	自至	同京成志津驛	上	4,590	888.4	15.80	201	7.363
	14	自至	同鹿島橋西詰	上	8,000	1,021.9	15.67	125	7.471
Ⅳ	15	自至	同倉田町北詰	上	9,330	841.2	15.22	245	7.525
	16	自至	同日暮軍用軌道交叉	上	3,110	138.7	17.15	156	0.292
Ⅴ	17	自至	同五香軍用軌道交叉	上	2,820	323.8	16.16	—	0.834
	18	自至	同六實踏切西詰	上	3,190	252.2	17.31	—	0.834
Ⅵ	19	自至	同葛飾戸町橋東詰	上	1,380	103.6	16.28	959	2.085
	20	自至	同松戸町竹ノ花	上	5,310	776.5	14.78	291	8.375
Ⅶ	21	自至	同我孫子町踏切	上	12,520	711.6	15.50	—	8.917
	22	自至	同我孫子町柴崎分岐	上	2,430	862.4	13.94	233	8.278
Ⅷ	23	自至	同千葉登戸市道分岐	上	5,990	357.2	15.41	486	1.043
	24	自至	同船橋花輪鋪装端	上	7,230	327.7	16.04	953	2.085
(6)	25	自至	同西成菅野驛入口	上	5,090	309.5	16.34	1,117	2.502
			路面構造別集計						

前項に表示した試験結果を砂利道及び鋪装道に就き路面構造毎に集計すれば次の如くなる。(表—2及3)

概 算

平均

表—2 (砂 利 道)

試験區間番號	ガ (cc/km)	リ (ton km/l)	消 費 量 (ton km/l)	凹 凸 係 數 (cm/km)
3	13.73		146.0	1,017.6
22	13.94		144.0	862.4
20	14.78		136.5	776.5
15	15.22		131.8	847.2
4	15.37		132.3	1,037.2
21	15.50		129.4	711.6
14	15.67		128.1	1,021.9
13	15.80		127.5	888.4
12	16.00		125.5	937.9
10	16.28		123.2	742.0
5	17.72		113.2	997.8
9	18.40		109.1	747.5
平 均	15.56		128.9	882.3

表—3 (鋪 裝 道)

試験區間番號	ガ (cc/km)	リ (ton km/l)	消 費 量 (ton km/l)	凹 凸 係 數 (cm/km)	摘 要
23	15.41		130.2	357.2	

24	16.04	125.1	327.7	
1	16.20	124.6	125.8	
25	16.34	122.8	309.5	
2	16.69	120.2	120.3	}
8	16.70	120.1	171.1	
6	16.93	118.7	145.0	}
7	16.99	118.3	212.2	
平均	16.31	122.5	221.1	
17	16.16	124.1	323.8	}
18	17.31	116.0	252.2	
11	18.50	108.6	359.0	}
平均	17.32	116.2	311.7	
16	17.15	120.6	138.7	

更に各平均値を一括表示すれば次の通りである。(表-4) 表-4 路面構造別集計

凹凸係数(cm/km)	路面種別	砂	利	道	舗装				
					瀝青コンクリート	乳	剤	舗	装
882.3					221.1	311.7			138.0
128.9					122.5	116.2			120.6
15.56					16.31	17.32			17.15
1.103					1.049	0.995			1.032

平均

同 上 比 率	100	95	90	93
試 驗 回 數	12	8	3	1

摘 要：ガソリン1ガロン65錢とす。

ガソリン消費量は自動車の走行抵抗により左右されるから、路面構造だけでなく試験速度、勾配等各種の條件に依るのである。故に今直に上記の數値を以て各路面種別の代表的なる數値とすることは出来ないが、本試験の目的は路線の經濟的價値の絶對値を求めんとするものでなく、改良計畫の方針に數量的基準を與へて合理化を計らんとするものであるから許容さるべきものである。

(2) 砂利道の路面改良着手の順位決定法

先ず最初にとどの位の交通量がある路線は路面改良の必要があるか、即ち舗裝施行を經濟とする交通量の限度を求め、次にその交通量と現在の交通量とを比較研討するときはその必要性の輕重が出て改良工事着手の順位を決定することが出来る。

路面改良案は千葉縣に於て最も多く又試験回数も比較的豊富なる瀝青コンクリート舗裝を行ふものと假定した。砂利道及舗裝道の路面築造費は各試験區毎に材料の産地、勞力費の差異等地方的諸條件を考慮して算出假定した。維持費も亦各試験區毎に算出したもので、砂利道に就いては縣に於て實施せる保存修繕費の額に基きたるものであり、舗裝道に就いては同じく他路線の實施額を参照して交通量、築造年月等を考慮して算出した。運搬費係數は試験路線の交通車輛の性質から考へて、トラック及びバスの代表的營業に就き運轉費を調査して決定した。その結果トラック 1.795, バス 1.791 なる

略相等しき結果を得た。又これは路面種別の如何によつて異なる係数であるが上記の調査は路面種別に關係なく行へるものであるから劃一なりとして

$$K_0 = K_0 = K = 1.79$$

を使用した。

自動車の平均重量は試験路線たる國道第6號線（於松戸葛飾橋）、國道第7號線（於市川橋）、府縣道千葉銚子線（於成東町）、府縣道千葉北條線（於五井町）に於て同年行つたトラック並にバスの重量調査の結果と、交通調査に基く車輛の性質の實數比とを併せ考へて決定したものである。即ち試験車の重量（2,006 kg）を基準とすると2.93倍になり、平均重量は5.878噸となる。又自動車の平均重量も亦路線の性質に依つて異なる數値であるが本試験に於ては全體の平均値を用ひた。交通量即ち自動車通行臺數は昭和3年及同8年に行へる交通調査を基準として、その間及その後局部的に執行した調査、自動車臺數の増加率、自動車1臺の平均運轉回數の増加等を考慮して試験當時のものを推定した。

斯くして求めた諸數値を前節の(1)式及び(2)式に代入すれば、砂利道を改良するのが有利なりと認められる最小限度の交通量が出るその結果を表示すれば次の如くである。（表—5）

表—5

路 線 名	番 號	試 驗 區 間		路 面 架 造 費	一 年 平 均 維持 費	最 小 經 濟 交 通 量		
		C_p (圓/km/ane)	C_s (圓/km/ane)				M_p (圓/km/ane)	M_s (圓/km/ane)
千葉 線 銚子	3	7080	2160	34.50	135.30	96.00	268	46
	4	7140	2190	34.50	136.50	96.00	268	46
	5	7080	2070	34.50	128.40	106.50	298	51

表 毎

中尺

千葉線 北條	9	6660	1830	34.50	66.60	161.10	450	76	
	10	6690	1890	34.50	68.70	157.80	441	75	
	12	8310	1890	43.20	210.30	98.70	277	47	
	船橋線 佐倉	13	8610	2040	34.50	220.80	76.50	214	36
		14	8730	2070	34.50	224.10	76.80	215	37
		15	8730	2070	36.30	225.90	76.80	215	37
	20	7890	1680	62.10	251.40	59.10	165	28	
	6 國 道	21	8130	1770	57.90	267.60	44.70	125	21
		22	8040	1650	57.90	248.40	65.10	182	31

摘要：m (金利) は 0.04 とす

更に上表の結果を推定現在交通量と比較するため、(3)式に代入したるものは表—6に示す通りである。

表—6

試 験 路 線 名	區 間 番 號	交 通 量 (臺/line/day)		$r = \frac{N_0}{N_1}$	船 行 區 間 期 別		順 路 線 位 別
		N_0	N_1		區 間 期	位 別	
千葉 線	3	150	46	3.26	10	3	3
	4	175	46	3.80	8		
	5	170	51	3.33	9		
千葉 北條 線	9	180	76	2.37	11	4	4
	10	175	75	2.33	12		

船橋 線 佐倉	12	235	47	5.00	7	}
	13	190	36	5.28	6	
	14	200	37	5.40	5	
	15	225	37	6.08	4	
6 號 道	20	320	28	11.42	2	}
	21	315	21	15.00	1	
	22	270	31	8.71	3	

以上の結果の示す如く、各路線共現在交通量を安全に消化するためには、鋪装施行を必要とすることが明かである。即ち表—6中(3)式より得たる數値が何れも1より大なるは現在交通量を以てしても此等諸路線を砂利道のまゝで存置するのは、維持費、燃料等の點から見て甚だ不經濟であることを示す。然らば何れの路線、何れの區間を先ず第1にすべきかは、rの數値の大なる區間より急にすべく、路線も亦區間の順位に準じて決定出来る。

表—7

試 驗 區 間 路 線 名	番 號	交 通 量		路 面 築 造 費 の 限 度	
		N_e (圓/lane/day)	C_p' (圓/km/lane)	C_p'' (圓/m ²)	
千葉 線	3	150	7890	2.60	
	4	175	9210	3.10	
鉦子	5	170	8940	3.00	
	9	180	9470	3.20	
千葉線 北條線	10	175	9210	3.10	

船橋 線 佐倉	12	235	12360	4.10
	13	190	10000	3.30
	14	200	10520	3.50
	15	225	11840	3.90
	20	320	16830	5.60
6 國 道	21	315	16570	5.50
	22	270	14200	4.70

摘要：1 lane 3m と假定す

表—8

試驗區 路線名	間 番號	路面築造費 (圓/lane/km)		C_p/C_p	順 區間別	位 路線別
		C_p'	C_p			
千葉 線	3	7890	7080	1.11	12	4
	4	9210	7140	1.29		
	5	8940	7080	1.26		
千葉 線 北條	9	9470	6660	1.42	5	2
	10	9210	6690	1.38		
	12	12360	8310	1.49		
船橋 線 佐倉	13	10000	8610	1.16	11	3
	14	10520	8730	1.20		
	15	11840	8730	1.35		

6 號 國道	20	16830	7890	2.19	1
	21	16570	8130	2.03	2
	22	14200	8040	1.77	3

(3) 砂利道の路面性状と交通量とより見たる舗装施工の工事費の限度

次に現在交通量と砂利道の路面性状とから考察して路面築造費の経済的限度を求めたために、(4)式に諸數値を代入したものは表一7に示す如くになり、更に當初に假定した路面築造費と比較したものは表一8に示す通りである。

上表に示す如く舗装する場合にどの程度の路面構造を行つて経済的に成立つかと云ふと、1平方米當り、5.60圓程度迄許し得るが、これも亦國家的大局より逡觀した場合である。表一8から考へると國道6號線は相當高級舗装を施行し得るものである。又府縣道千葉北條線は地方的條件から路面築造費が他路線に比較して割合に廉價なる爲、國道6號線に次ぎ相當高級舗装が可能となる。

國道6號線の舗装施行は何れの方面から見ても緊急事である。千葉桃子線は交通量比較的動きため今回の試験路線中では千葉北條線と共に施行順位は遅く、且路面築造費も亦餘り多額投下するのは經濟的でない。船橋佐倉は國道6號線に次いで早急に改良を必要とするが地方的條件の不良なるため餘り高級舗装は不經濟である。

尙表一6及8に表れた比率は共に前述の如くその必要性の程度を示すに過ぎず、此處に示された程差のあるものではない。即ち循環論法を爲し維持費の差が交通量の大きな程大きくなり(3)式中のrの數値も亦大きくなる。又國道6號線の數値が特に大きいのは他の路線に比較して通行自動車の重量が重く、現在實際に必要な維持費が大きい影響も見出し得ない。