

林道路面の安定性について

辰野良秋・堀内照夫

Some Studies on Stability of Forest Road Surface

Yosiaki TATSUNO, Teruo HORIUCHI

1. 緒言

輸送量の激増に伴つて、従来広く且つ多く利用されてきた鉄道輸送に代り、構築費の割安の点からも、高能率の面からも、自動車輸送が深く認識され、重要視される様になった。しかして自動車による輸送力の増強は、良い道路の築設と整備が前提となり、こゝに道路に関する諸問題が提起される。

我々が対照にする林道は築設する目的、場所、更には使用量（交通量）が一般道路と趣を異にしており、主として林産物の搬出と、伐採跡地の再造林のために、即ち産業経済への貢献と森林の価値向上のために最小限に築設されれば良いのであるが、それだけに築設及びその後の維持管理上難しい問題が残されている。まして林道が一步進んで公共的道路としての使命をも強く要求される現在において更に複雑、多難な面を帯びている。

道路工学は学問として非常に進歩した。然しながら我国の道路全般を見ると、技術的な面においてもなお道遠き憾を認めざるを得ない。この様な場合において林道路面言々はいさゝか先走りのきらいはあるが、前述の如く一般の道路と趣を異にしていること、及び林道網が円滑に連繫されず又未利用林を開発する為に、より多くの林道が新設されなければならない段階にあること、更には開設跡地が禍して発生する林道災害及び山地荒廃に対する防災的な観点等から、新しい林道の見方を提起し大方の批判と今後の指導を仰ぎたい。

なお試料の採取、土質試験について森林工学研究室学生、北沢秋司、青木忠男、両君の援助を得た、こゝに感謝の意を表する。

2. 安定性の意味

如何なる場所、どの様な地質地形に林道がつくられても、亦如何なる季節、天候の下においても、交通の為に充分使いものになる道路のことを安定した道路ということが出来る。しかして安定の状態にする為にいろいろな処置を安定処理といふ、こゝでは主として粒土調整式安定土道の示方（後述）に従つて土質試験及び考察を進める。

道路を構成する材料の面から見ると、路面の表層、基層の区別を問わず、土の混合物が安定状態を保ち得るための条件として考えられることは次の様なことである。

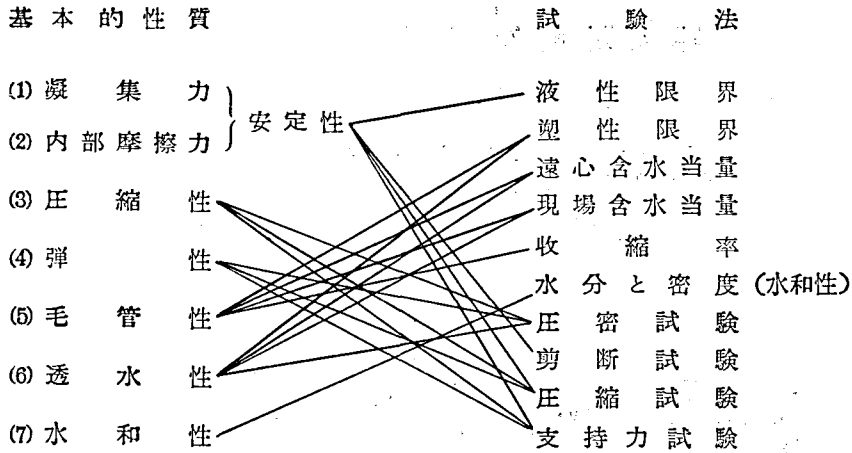
- (イ) 粗細粒が適当に混合しておつて、内部摩擦力も相当大きい。
- (ロ) 毛管性も、弾力性も少ない。
- (ハ) 膨脹収縮性が少ない。
- (ニ) 排水性が良い。

そしてこれ等の問題を現象的に関連づけると次頁の様になる。

土質工学の進歩は安定した道路のもつている土質条件を発見した。これによつて人為的に同じ様な土質条件を再現するならば、安定した道路を構築し得るのである。

3. 試料採取と試験方法

道路の安定を図るためには先づその土質を知らなければならない。安定処理を行うために知りたい



土壌の性質は上述の各種の試験によらなければならないが、林道は主として現地の材料に依存しなければならず、試験の方法も現地で実施し得る実用簡易な方法によらなければならない。本論においてはその中

- (イ) 粒度を調べるフルイ分析
- (ロ) 細粒子の結合力を調べる塑性試験
- (ハ) 最適含水比を得るための突固め試験

を行い林道の性質を明にしてその特徴を比較した。即ち地質、基岩を異にするところの土性に明らかに相違のあることが認められているので、地質を異にするところの林道について、その構成材料である表層土について試験を行い、従来道路工学において明かにされている事柄及び視察の結果を比較した。試験に選定した林道は長野県上伊那郡下に開設されたもので次の通りである。

林道名	築設地籍	築設年度	延長 (m) (総延長…計画)	巾員 (m)	総経費 (万円)	単価 (円) (現行)	摘要
経ヶ岳線	伊那市西箕輪	昭24-x	9540 / 16540	4.0	2278.0	2.300 (5.000)	古生層
桑沢線	辰野町桑沢	昭27-30	2984 / 2984	3.6	549.0	2.300 (2.000)	"
駒ヶ岳線	飯島町	昭21-33	11943 / 14943	4.0	3392.7	2.800 (6.500)	花崗岩
鹿嶺線	美和村	昭25-29	7060 / 7060	4.0	1846.0	2.600 (3.500)	結晶片岩
三義線	三義村	昭18-30	13818 / 15018	4.0	10320.0	7.500	"

而してこれ等の林道各々について、全路線中より任意に試料採取地点5ヶ所を定め、約 20×15cm 深さ 10cm (約 3000~3500cm³) の穴を掘り、その容積と掘り出した土の重量 (約 6kg) を測定して自然土の密度を求め、掘り出した土は実験室に持帰つて他の試験に供した。

試験方法は日本工業規格 (JIS) によつた。最適含水比を得るための突固め試験は、試料不足のため、JIS に準じて規格の半分 (約 500cm³) のモールドを使用し、一層、25回の打撃、突固めとした。

4. 試験の結果及び考察

土道の安定性は前述の如くであるが、道路工学の進歩は、これを数量的に明示している。以下土質試

験の順を追って考察する。

1 粒度組成について

道路は剪断及び摩耗に対して充分の抵抗力を持つだけの密なものでなければならず、この為には粒度が先づ適当でなければならない。しかして粒度分析は更に細粒なものについて物理的方法による分析がなされなければならないが、ASTM (American Society of testing materials) 及び AASHO (American Association of State Highway Officials) で推せんしている示方 (粒度調整式安定土道 - Granular Stabilized Road) に従い、その中主として表層材料についてフルイ分析を行った。(林道は切土が主で、盛土は僅かしか行はれないので、その土性は表層基層も畧一様であると認められる。) その結果は第1表の通りである。第1表によると試験に供した全ての林道において、粒度組成的には安定示方の範囲内にあるが、アメリカにおける示方がそのまま日本その中でも特に複雑性の多い林道に対する示方として適用することは出来ないが、アメリカと日本の気象的な違い即ち、アメリカは降雨量が少なく乾燥している点を考慮に入れて考えると、この示方の最下限の数字が最も日本における事情に近いのではないかと思はれるので、一応この数字に基準を置いて比較検討する。何度も述べる通り林道は築設される場所において、現地の土壌材料がそのまま使用されるのが普通であつて、安定処理工法としての全面的な土質改良は殆んど不可能に近い。(轍跡補強工法が報ぜられている。)従つて勢い路面の土性は、その場所々々の地質条件に帰因する。こゝでは地質条件を異にする林道の特徴を明にすることが主となる。以上より概察するに。

(イ) 地質条件特に基岩の風化過程が強い不連続性を示すものが多いため、各路線とも更に同一路線にあつても各地点毎に第2-第6表に示す如く、粒度組成は適当でない。即ち古生層、結晶片岩(軟岩)地帯には粘土が多く、花崗岩地域には粗砂、細砂が多く粘土、礫に恵まれぬ。従つて前者は外力に対する抵抗は大きいが排水性が悪く、後者は、排水性は良好であるが結合性に欠ける。

(ロ) ASTM の示方によると 0.075mm の篩通過量は 0.4mm の篩通過量の%以下でなければならないとしている。そして桑沢線のみこの示方よりはすれているが、余り少量すぎると却つて結合性を失ふことになるのでその判定は難しいが三義線程度が良いのではないかと思はれる。すると駒ヶ岳線は少な過ぎ他は少々多過ぎるのではないかということが出来る。

第1表 路面表層(B型-粗粒骨材式)フルイ分析表

林道名 通過フルイ	経ヶ岳線	桑沢線	駒ヶ岳線	鹿嶺線	三義線	示方 粒度
80.0mm	97.8	100	98.1	100	100	
25.0	85.8	82.3	96.2	96.0	88.3	100
20.0	82.0	77.7	96.2	94.7	84.8	85-100
10.0	73.4	67.6	95.9	87.2	72.6	65-100
4.8	58.4	62.5	95.5	80.0	63.3	55-85
2.0	60.2	54.1	85.8	64.7	45.5	40-70
0.4	47.3	40.5	43.1	37.5	23.7	25-45
(0.4)× $\frac{3}{4}$	31.5	27.0	28.7	25.0	15.8	18-30
0.075	28.6	29.4	12.2	21.1	10.9	10-25

(註) 各路線とも試料 No.1~No.5 の含量 (%)

第2表 路面表層(B型-粗粒骨材式)フルイ分析表
林道 桑沢線

試料 通過フルイ	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
80.0mm (3")	95.3	100	100	100	93.4
25.0 (1")	73.5	97.0	80.8	91.2	88.4
20.0 ($\frac{3}{4}$ ")	67.2	94.8	76.6	87.9	86.0
10.0 ($\frac{3}{8}$ ")	50.8	87.3	70.4	80.9	83.1
4.8 (No.4)	44.0	80.4	66.5	76.4	82.0
2.0 (No.10)	32.4	68.7	62.6	68.2	79.8
0.4 (No.40)	20.1	53.2	47.0	56.2	72.2
(0.4)× $\frac{3}{4}$	13.4	35.5	31.3	37.5	48.1
0.075 (No.200)	12.5	33.3	18.0	37.6	49.3

第3表 路面表層(B型-粗粒骨材式)フルイ分析表
林道 桑沢線

試料	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
通過フルイ					
80.0mm (3%)	100	100	100	100	100
25.0 (1%)	82.9	72.1	82.1	86.0	91.6
20.0 (3/4%)	79.1	65.4	79.4	81.2	87.8
10.0 (3/8%)	72.7	50.7	73.8	69.2	78.9
4.8 (No.4)	70.7	48.6	63.1	62.7	73.8
2.0 (No.10)	66.6	45.8	49.2	50.9	63.4
0.4 (No.40)	61.5	40.9	28.7	33.1	41.6
(0.4)×3/4	41.0	27.3	19.1	22.1	27.7
0.075 (No.200)	48.9	26.8	21.0	23.9	30.1

第4表 路面表層(B型-粗粒骨材式)フルイ分析表
林道 駒ヶ岳線

試料	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
通過フルイ					
80.0mm (3%)	91.1				
25.0 (1%)	82.0				
20.0 (3/4%)	80.8				100
10.0 (3/8%)	80.8				99.6
4.8 (No.4)	79.9	100	100	100	98.5
2.0 (No.10)	67.2	90.9	91.9	93.1	87.1
0.4 (No.40)	25.1	44.5	48.1	50.7	49.2
(0.4)×3/4	16.7	29.7	32.1	33.8	32.8
0.075 (No.200)	7.8	12.1	14.3	13.0	14.3

第5表 路面表層(B型-粗粒骨材式)フルイ分析表
林道 鹿嶺線

試料	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
通過フルイ					
80.0mm (3%)		100		100	100
25.0 (1%)	100	81.8	100	99.5	97.6
20.0 (3/4%)	98.7	79.1	99.5	98.9	96.5
10.0 (3/8%)	91.3	69.4	94.8	93.3	86.2
4.8 (No.4)	82.0	63.6	88.3	87.0	78.1
2.0 (No.10)	61.8	49.5	75.3	71.4	65.2
0.4 (No.40)	33.7	25.0	47.4	44.1	37.0
(0.4)×3/4	22.5	16.7	31.6	29.4	24.7
0.075 (No.200)	20.7	12.0	28.5	25.2	18.1

第6表 路面表層(B型-粗粒骨材式)フルイ分析表
林道 三義線

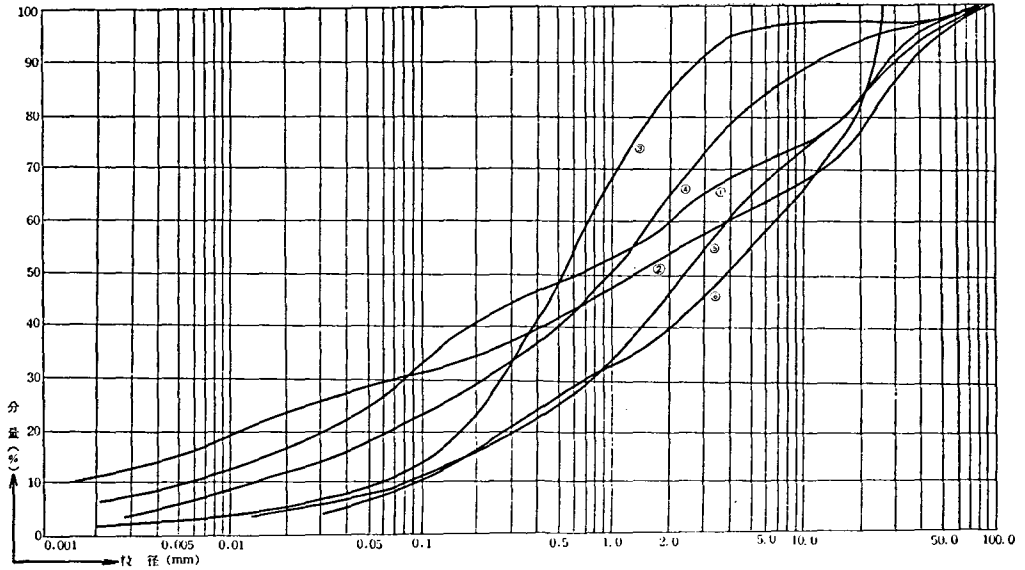
試料	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
通過フルイ					
80.0mm (3%)	100	100	100	100	100
25.0 (1%)	87.4	86.7	96.0	74.2	98.8
20.0 (3/4%)	80.9	82.3	93.4	71.5	97.7
10.0 (3/8%)	64.4	69.4	82.8	61.9	86.5
4.8 (No.4)	56.2	61.5	73.9	52.1	74.6
2.0 (No.10)	41.5	42.2	55.8	39.6	49.0
0.4 (No.40)	23.1	24.4	27.2	22.8	21.3
(0.4)×3/4	15.4	16.3	18.1	15.2	14.2
0.075 (No.200)	12.5	9.6	14.7	11.1	6.8

(イ) 表層材料としては 25mm 以上の所謂礫 (過大骨材) は却つて有害であることは経験上から知られるところであるが、考慮されずに露出している過大骨材が多い。

(ロ) 第1~第6図はこの関係を粒度加積曲線として示したものであり、各路線の粒径組成的特徴が明白に示されている。そしてこの曲線より求められる均等係数は土道の安定性の指標となりうるのではないかと思はれる。

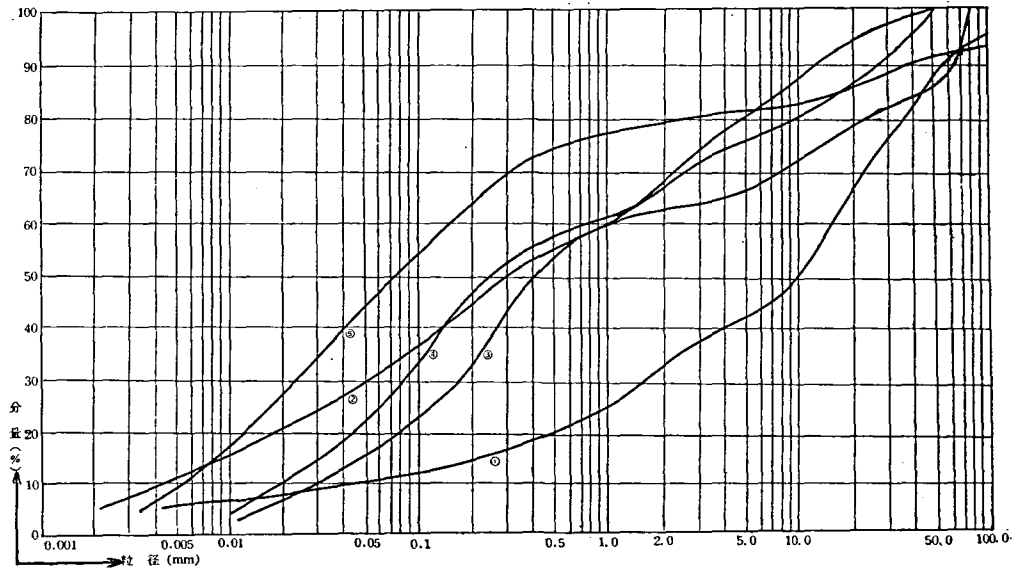
(ハ) 総合的に粒度組成を見ると三義線 (結晶片岩、片麻岩に由来する洪積扇状地) が最も良好な路面をしているということが出来る。しかしこれは視察からうかがへる。

第1図 粒径加積曲線—林道別



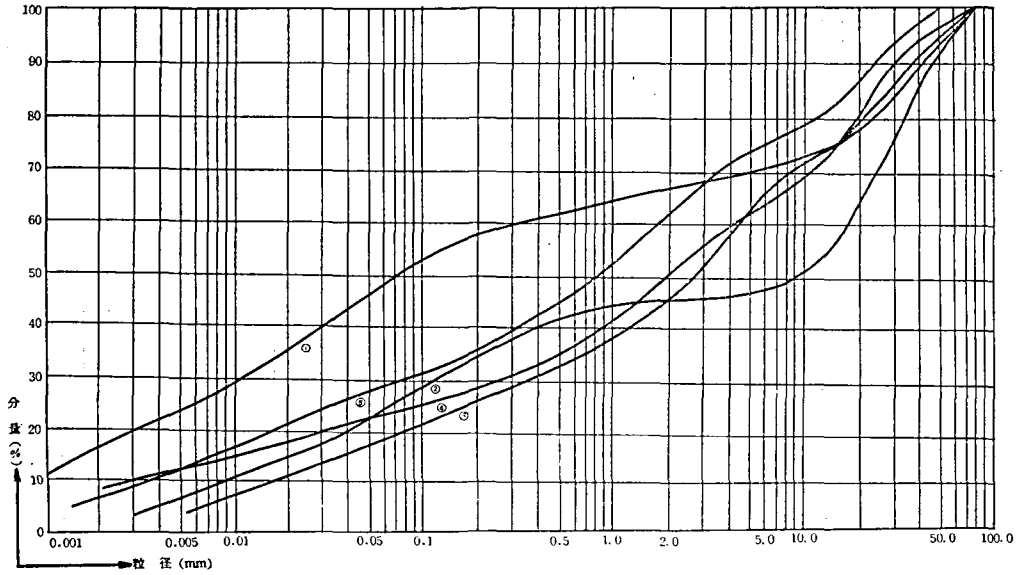
林道名	経ヶ岳①	桑沢②	駒ヶ岳③	鹿嶺④	三義⑤	示方⑥
有効径	0.005	0.002	0.054	0.012	0.063	0.073
均等係数	238	1.700	14	97	57	90

第2図 粒径加積曲線—経ヶ岳線



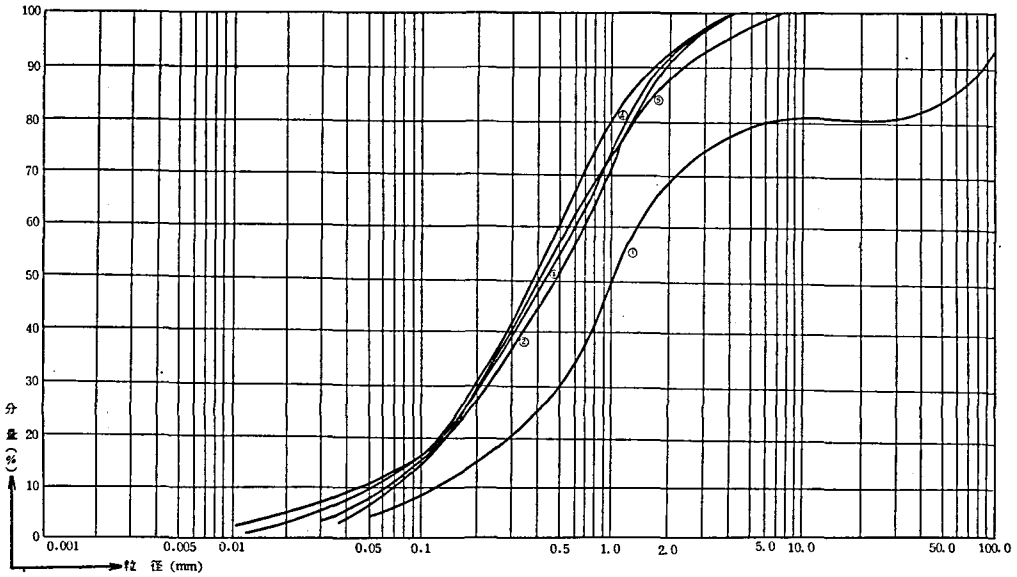
試料番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
有効径	0.029	0.005	0.032	0.022	0.005
均等係数	517	220	28	40	32

第3図 粒径加積曲線—桑澤線



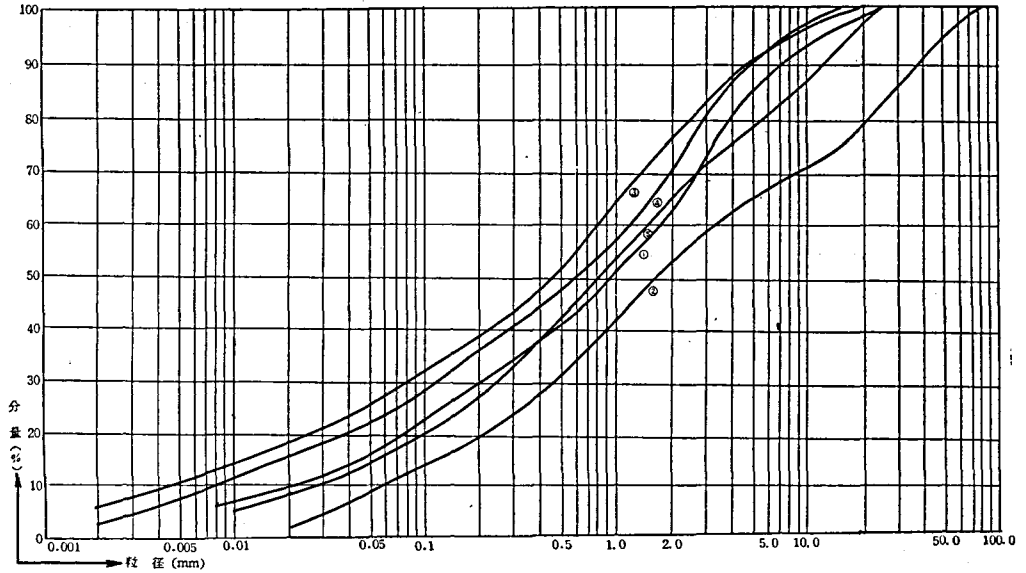
試料番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
有効径	0.0008	0.0089	0.0145	0.0029	0.0034
均等係数	373	1854	283	1310	470

第4図 粒径加積曲線—駒ヶ岳線



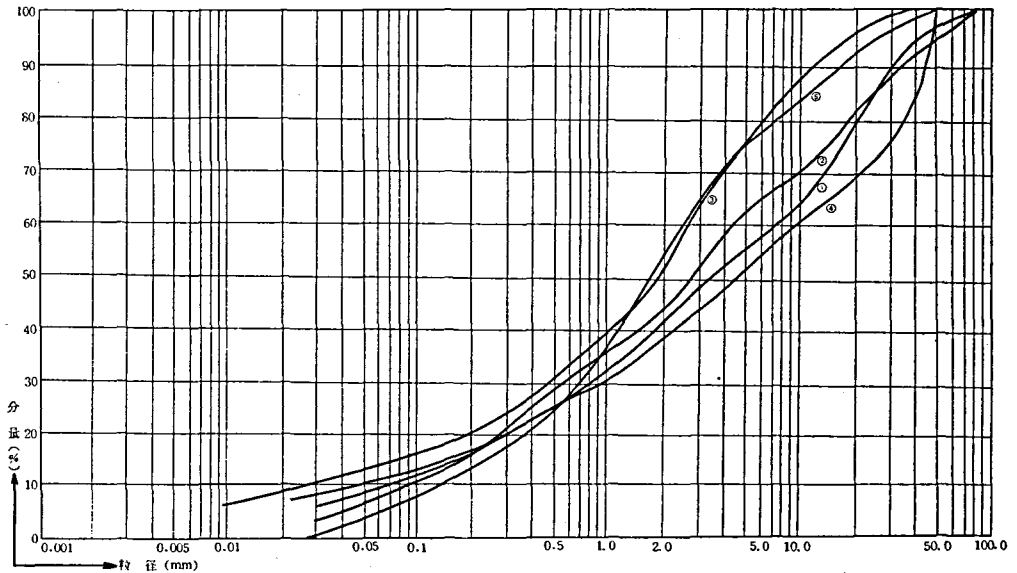
試料番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
有効径	0.105	0.094	0.055	0.060	0.066
均等係数	15	11	11	9	9

第5図 粒径加積曲線—鹿嶺線



試料番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
有効径	0.020	0.063	0.004	0.007	0.026
均等係数	82	54	210	171	58

第6図 粒径加積曲線—三義線



試料番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
有効径	0.042	0.078	0.024	0.062	0.115
均等係数	157	54	106	142	20

第7表 土 質 一 覧 表

Soil Properties

林道名	地質	試料番号	自然土の含水比 (%)	自然土		突固め試験			土粒子の比重	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数
				見掛密度 (gr/cm ³)	乾燥密度 (gr/cm ³)	最大湿潤密度 (gr/cm ³)	最大乾燥密度 (gr/cm ³)	最適含水比 (%)				
経ヶ岳線	古生層	No.1	12.1	2.14	1.91	2.03	1.76	15.7	2.68	26.6	N.P	0
		No.2	5.5	2.17	2.05	2.02	1.73	17.6	2.67	26.5	N.P	0
		No.3	22.8	2.00	1.63	1.71	1.27	35.0	2.60	50.8	50.3	0.5
		No.4	33.0	1.72	1.29	2.08	1.71	18.8	2.72	28.0	26.5	1.5
		No.5	7.9	2.38	2.21	1.83	1.34	36.7	2.69	44.2	41.5	3.0
		平均	16.3	2.08	1.80	1.93	1.56	24.8	2.67	35.2	34.2	1.0
桑沢線	古生層	No.1	19.4	1.77	1.48	1.89	1.46	35.6	2.65	36.8	33.5	3.3
		No.2	6.0	2.09	1.97	2.07	1.74	35.4	2.72	44.4	42.6	1.8
		No.3	11.4	1.79	1.56	1.78	1.33	35.0	2.82	28.8	28.3	0.5
		No.4	17.3	2.10	1.79	1.97	1.62	19.5	2.33	28.2	N.P	0
		No.5	8.7	2.22	2.04	1.85	1.50	24.2	2.68	34.2	34.0	0.2
		平均	12.6	1.99	1.77	1.91	1.53	29.9	2.64	34.5	33.3	1.2
駒ヶ岳線	花崗岩	No.1	13.3	2.05	1.81	2.10	1.74	15.1	2.62	27.0	N.P	0
		No.2	11.0	2.05	1.85	2.44	1.75	15.0	2.70	27.9	N.P	0
		No.3	14.4	2.10	1.84	1.98	1.68	18.6	2.52	30.9	N.P	0
		No.4	16.6	1.86	1.60	1.98	1.70	16.6	2.48	33.2	N.P	0
		No.5	19.3	1.98	1.66	1.94	1.64	20.2	2.53	35.3	N.P	0
		平均	14.9	2.00	1.75	2.09	1.70	17.1	2.57	30.9	N.P	0
鹿嶺線	結晶片岩	No.1	6.9	2.14	2.00	2.16	1.91	13.0	2.86	25.6	22.4	3.2
		No.2	10.4	2.07	1.88	2.09	1.83	16.6	2.78	35.4	30.3	5.1
		No.3	13.7	2.27	2.00	2.12	1.85	15.4	2.86	32.1	27.3	4.8
		No.4	9.9	2.14	1.94	2.14	1.86	15.6	2.72	28.8	27.1	1.7
		No.5	12.7	2.18	1.94	2.06	1.74	19.0	2.75	22.1	21.9	0.2
		平均	10.7	2.02	1.94	2.11	1.84	16.0	2.80	28.8	25.8	3.0
三義線	洪積扇状地	No.1	7.1	2.50	2.34	2.22	1.95	13.6	3.06	28.0	27.8	0.2
		No.2	5.8	2.58	2.44	2.33	2.06	13.4	3.09	40.0	30.0	10.0
		No.3	7.6	2.64	2.45	2.32	2.09	11.8	2.79	36.9	28.0	8.9
		No.4	4.4	2.75	2.63	2.32	2.08	11.0	2.84	32.5	26.5	6.0
		No.5	4.2	2.37	2.27	2.29	2.06	11.4	2.51	40.3	30.0	10.3
		平均	5.8	2.57	2.43	2.30	2.05	12.2	2.86	35.5	28.4	7.1
Forest Road's Name	Geology	Test Number	Moisture content of Natural soil	Natural soil		Compaction Test			(The specific) Gravity	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index
				Natural Density	Dry Density	max. wet Density	max. dry Density	Opt. moisture Content				

(註) 1. 各試料共平均値は No.1~No.5 の数字の平均値である。 2. 塑性限界 N.P. は none plastic

收縮限界 ^(%)	收縮比	分散度		
26.8	1.56	0.62	Kyogatake Line	Palaeozoic
26.6	1.56	0.58		
38.4	1.30	0.33		
26.5	1.58	0.41		
34.7	1.39	0.94		
30.6	1.48	0.58		
29.4	1.49	1.22	Kuwasawa L.	Palaeozoic
39.0	1.32	0.74		
21.6	1.75	0.49		
20.7	1.57	0.98		
29.8	1.49	0.66		
28.1	1.52	0.81		
26.8	1.54	0.37	Komagatake L.	Granite (Weahernig)
26.7	1.57	0.41		
30.7	1.42	0.39		
32.6	1.37	0.31		
35.0	1.34	0.30		
30.4	1.45	0.36		
25.3	1.66	0.44	Karei L.	Crys:alline Schist
24.9	1.64	0.25		
26.1	1.63	0.51		
24.9	1.62	0.44		
20.7	1.75	0.31		
24.4	1.66	0.39		
29.4	1.61	0.69	Miyoshi L.	Fautalus
25.7	1.72	0.50		
23.7	1.68	0.58		
20.7	1.79	0.56		
17.0	1.76	0.27		
23.3	1.71	0.50		
Shrinkage Limit	Shrinkage Ratio	Dispersion ratio		

2. 稠度相（塑性試験）について

フルイ分析は細粒なものについて実施することは出来ないの
で、更に細粒なものゝ状態については塑性試験によつて知ること
が出来る。しかして塑性試験は 0.42mm 篩通過分（結合材
の役割を受持つ）について実施する。

土は含水量を交えることによつてその性状、性質を著しく変
化せしめる。今乾燥した状態からだんだん水分を増して行つた
場合の変化を考えると

(1) 乾燥した土砂はポロポロした粘りも何もない。

(2) 或る程度水が加わると土に粘りが出て形を思ふ様
に交えることが出来る。つまり塑性をもつ。

(3) 更に水分を増すとだんだん軟かになり、遂に液状
になり自体で形を保ち得なくなり流出する。つまり塑性を失う。

以上の現象の中 (1) の状態から (2) の状態に移る時の含水
比を%で表はして塑性限界 (P.L) といひ、(2) と (3) の境目
の含水比を液性限界 (L.L) と呼ぶ、即ち L.L と P.L は塑性
を有する含水比の範囲の上限と下限で両者の差を塑性指数 (P.
I) と言ふ。試験の結果は第7表に示す。

(A) 液性限界 (Liquid Limit)

土中の水分は土粒子のまわりに膜状をなして吸着する。水分
が多くなると膜水の外に余裕が出来て、この余つた水分は粒子
間の空隙に毛管水となつて存在する。更に毛管水が空隙を満し
て余りがあるとこの余つた水は自由水となる。この自由水を持
ち得るに至つた時の含水比が L.L である。粘土は土質工学的
に言へば非常に微細な土粒子である。同じ量の土においてはそ
れを構成する土粒子の大きさが小さい程土粒子の表面積の総計
は大きい。従つて持ち得る膜水及び毛管水の量は大きい。結局
L.L が高いことになる。逆に言えば L.L の高い土ほど土粒子
が小さい。つまり粘土分が多いということになる。道路の土質
としては L.L を制限しており、特に基層材料は排水性のよい
ものでなければならぬから表層より低い L.L が要求される。
ASTM の示方では、

表層材料について L.L は35以下

基層材料について L.L は25以下としている。

試験の結果を見ると、

(1) 古生層の経ヶ岳、桑沢線は表層材料の35以下で適当であ
るが基層材料としては不適当である。しかして表層材料として
も全路線中には35より遙かに高い部分が現われており注意を要
する点である。(砂礫を含まない粘土地帯-赤土と俗に呼んで
いる。)

(2) 駒ヶ岳、三義線は表層材料としては良好であるが、基層
材料としては適性を欠く。

(3) 鹿嶺線は基層、表層材料として共に良好である。

(B) 塑性限界及び塑性指数 (Plastic Limit and Plastic Index)

塑性限界と言うのは、土が塑性を有する含水比の最小限界である。砂のような材料においては、いくら水分を含んでも塑性状態にならない、非塑性である。これに水分を増して行くと塑性状態を経ないで一足とびに液状になる。即ち液性限界と塑性限界とが一緒になつた様なものである。従つて砂においては、L.LとP.Lの差塑性指数は0 (None Plastic) である。反対に粘土のような材料であると、少しの水分で塑性を持ちその土相当量の水を加えないと仲々液状にならない。即ちP.Iが大きい。してみると適当な土においてはP.Iが0でもなく又あまり高くもない筈である。ASTMの示方ではP.Iを或る範囲に限定している。

表層材料では 4~9

基層材料では 6以下

これを試験の結果と比較すると

(1) 経ヶ岳、桑沢線における1.0, 1.2は粘土量の点から見て非常に過少の値であるが、これは塑性限界が有機物の含有量に従つてその値を変え、有機物が多いと、塑性限界の値も大きくなり、(この場合液性限界には影響がないと言われている。)従つて塑性指数が過少に試験されたものと思われる。(このことについては更に吟味する必要を感じる。)で表層材料として適当でない。

(2) 駒ヶ岳線は全然塑性を持たないでP.Iは0を示す。従つてこれは表層材料としては適切でないが、基層材としては良好である。

(3) 鹿嶺線、三義線は共に塑性試験の結果は材料的に良好である。

(C) 突固め試験について

安定処理の上から見て、土と骨材の混合物の締め固めは非常に重要である。期待する結果を得るためには、表層、基層ともできるだけ固まつた塊になつていなければならない。締め固めの程度はその塊の密度によつて測定される。然しながら密度は締め固めだけに影響されるだけでなく、材料の組成によつて変るものである。従つて土・砂・礫の混合物について最大の密度を得るための締め固め方が問題となり、適切な水の使用と理想的な輾圧作業が要求される。土砂を一定の容積に、一定の突き固め方法によつて締め固めると、含水量の変化に従つて乾燥重量が変化する。最初水分が増すに従つて乾燥密度は大きくなるが、或る程度を越えると、逆に水分が増すにつれて小さくなる。この最も大きい時の乾燥密度を最大乾燥密度 (Maximum Dry Density) といふ、その時の含水量を最適含水量 (Optimum Moisture Content) と言う。試験の結果は、自然土の密度とともに第7表に示す。これによると、最適含水比が自然土の含水比に比して非常に高いことが知られる。従つて開設時における切土、盛土のまゝの輾圧では真の固さが得られない。

5. 要 約

(1) 林道開設に当つては、特に大規模な路面の安定処理を行うことは経済的に許されそうもないが、決してないがしろには出来ない問題であることが、土性の面から知られる。従つて築設地の地質、土性を十分に理解して最も合理的な工事、処理を施すことが大切である。これがため先づ留意しなければならない問題は、

(イ) 何れの林道においても、表層は過大骨材を除けばほぼ粒度組成的には示方に近い数値を持つているので、過大骨材を除去して充分混合し、突き固めることが必要である。

(ロ) 古生層 (中生層、三紀層) の如く粘土の多いところでは骨材の注入が望ましいが経済的に不可能であるので、(イ)に留意すると同時に排水施設に意を用いなければならない。

(ハ) 花崗岩類、堅い結晶片岩の如きは粘土を欠くため、基層材料としては良好であるが、表層材料と

しては結合弱く摩耗が甚だしい外、地表水による侵食が多く、特に粗砂、細砂質の林道においては、路肩の欠潰が目立つて多いので降雨水の排水処理に留意すると共に補強施設を行う必要がある。

(2) (イ)切土、盛土の安定勾配は土壌の物理的、化学的性質によつて決定されるべきで、土質試験の結果が期待される。この中盛土は基層の粒径組成に特に注意しなければならない。(全路線を通じて盛土の場合は少いのが普通であるが、ほんの僅かでも盛土部分の不安定によつて林道全体の価値を減ずることになる。)

(ロ) 何れの林道においても、突固めのための最適含水量が自然土のそれに較べて高いので、締め固めの効果を挙げるためには盛土の含水量に意を用いて締め固めなければならない。

(3) 降雨にあえば如何に安定処理を施した林道も土道では、多少の損傷(路面、路肩、法尻、排水溝)を受けるもので、僅かな損傷が蓄積されて大きな破損になり、災害の禍根ともなる。従つて激しい損傷でない限り少い労力で手入出来るので不断の管理が必要である。

(4) 林道は主として経済上の理由から切取りに重点が置かれるが、浮土砂の処理については特に意を注ぐべきで、山地災害の禍根となる。従つてこのことは、設計時に解決すべきで、これがため予測、実測に時間をかけなければならない。

(5) 林道開設が原因して発生する災害の主なものは

(イ) 切土を無関心に処分するため、山腹斜面の植生を荒らす外、浮土砂が谷に堆積して土石流の禍根となる。

(ロ) 花崗岩類の如きは粘土分に欠けるため、切取斜面が侵食、崩壊を起し易く、流亡し易いので、林道開設のための切取斜面が山地荒廢の端緒となる。

この種の災害に対しては次の如き注意が肝要である。即ち前者に対しては、切土の処分を合理的にし、若し余分の浮土砂を谷側へ放出しなければならないときは、開設工事の附帯事業として編柵、粗架立等の山腹工事を併用し無頓着に散乱せしめない。後者に対しては土壌の性質を明かにして切土斜面の勾配を適切にし、擁壁を堅固にするとか、切取斜面を早く緑化せしめる等の工法を施すべきである。

6. 結 言

林道路面の安定性に関する諸問題は、一般道路における安定処理の発展に伴つて進展するのであろうが、先にも述べている通り林道は、場所的にも又地形、地質的にも一般道路と趣を異にしており、開設するだけに経費の大半が支出され、更にはその経費すら客観的には過大視され易い状態である。従つて安全、迅速、合理的な輸送に不可欠である路面の安定処理も経済的に実行出来ないというのが実情ではなからうか。然しこの様な場合にも技術的な面において、即ち路面の構成材料である土壌の諸性質を明かにすることによつて、何らかなりとも施工上の指針を得ることが出来、僅かでも安定性の方向に進めることが出来るものと思う。北部印度の森林地帯では、粘土質で排水の不良な林道に対して、轍跡の部分だけに集中的に骨材を注入、輾圧し(Rutways or Trackways)路面の安定性を強化している様である。しかして北部印度地方は気候的にも(多雨地帯)、地質的にも(酸化鉄、硅酸アルミナに由来するラテライト(淡紅色))我々の林道とは趣を異にしてをり前述の工法をそのまま適用することは出来ないが、過大骨材を一概に除去してしまふことなくこの骨材を活用し、不良ヶ所に対しては局部的にでも注入することにより不安定路面を補強することも考えられる。林道については更に霜柱、凍上等の問題が山積してをり、その研究分野も広いものと考えらる。

参 考 文 献

1. 道路工学持論 谷藤正三 東海書房(昭和26年)

2. 応用土質試験とその解説 谷藤正三 理工図書 (昭和29年)
3. 現場土質試験法 " " (昭和26年)
4. 路面安定方法の実際 三野定 土木工学 (1953.2-4)
5. 道路工学 竹下春見 金原出版 (昭和30年)
6. 地質工学 渡辺貫 (昭和26年)
7. 土の科学 " (昭和21年)
8. Fundamentals of soil mechanics Donald W Taylor (1948)
9. Soil mechanics in engineering practices Kare Terzaghi (1948)
10. ホゲントグラール土の工学的性質 宇都宮寿夫訳 コロナ社 (昭和19年)
11. 林道設計法 西垣普作 (昭和24年)
12. 山地荒廃の土性的考察 辰野・堀内 信州大学農学部学術報告第4号 (昭和30年)
13. Forest Engineering J. L. Harison (1951)

Summary

Some Studies on Stability of Forest Road Surface

Yoshiaki TATSUNO, Teruo HORIUCHI

It is a most important thing to construct a good forest road for the purpose of developing the natural resources of a virgin forest as well as of increasing the reproduction of the forest resources.

Now the question in hand which is essential to the present purpose is to construct a road with a stabilized surface and then to maintain by all possible means its surface stable when once constructed.

The way will be as follows.

1. There may be many measures to be taken for the stabilization of a forest road, but it is necessary, in the first place, to make clear the properties of the structural material, i. e., soil, of the road surface, and then in accordance with them to construct the road and deal with its surface. In this subject we investigated the soil properties of the roads respectively in the regions of Palaeozoic, Granite (weathring), Crystalline Schist, and Fantalus (originating in Crystalline Schist and Gneiss.)

The results were as shown in Table I to VII.

2. The soil grain textures originating in these different regions are very complicated and only few are the ideal ones.

Though it is almost impossible to change natural textures into ideal ones, we ought to do as much as we can to approach to the ideal. We know the fact that among the rest the existence of very big stones loses the roads value very much so the work to eliminate the obstacle in the way is necessary, any how, and it is one of the measures that we are able to do for the security of the foundation and the stabilization of the roads surface. (In India "Rutways or Trackways" has been used as a economic measure.)

3. Soil properties — grain texture, plastic limit and plastic index etc. — show unstability against precipitation to a considerable extent. Soil becomes to be more flowing in

proportion to the moisture content in soil. Therefore, in order to secure the roads surface, we must take some precaution steps against precipitation, such as drainage, reinforcement of road's edge, and stabilization of banking's slope.

4. Optimum moisture content which is known by compaction test in order to obtain maximum dry density is higher than the moisture content of natural soils.

So we can not fully expect the effect of compaction, if the operation above described are carried out on the natural soils as they are.

5. We must note that it is a matter of no uncommon occurrence that mountainous disasters are caused in traces of forest road construction.

This is a problem which requires another consideration.