

共通部門一指定課題

第19回建設省技術研究発表会

高含水粘土盛土施工についての
トラフィカビリティに関する研究

///

昭和40年11月

建設省土木研究所

目 次

1. ま え が き	1
2. 調 査 要 領	1
3. 調 査 測 定 結 果	2
4. 室 内 試 験	2
5. 調 査 結 果 の 考 察	4
6. トラフィカビリティ改良のための処置	4
7. あ と が き	6

高含水粘土盛土施工についてのトラフィックビリティ に関する研究

1 まえがき

この調査は過去4年技術研究会のテーマとしてとりあげられ、前半では車両コーン指数の決定をめざしていた。今年も昨年に引きつづきコーンベネトロメータの実用性を前提とし、現場の土が現場の状態や気象条件によつてどのように変化していくかとうこと、現場の土のトラフィックビリティの不足をどのようにしておこなっているかとう点を調査することを目的とした。このような調査をし降雨による土の性質の変化、すなわち含水比やコーン指数の変化を知ることにより、工事の計画をたてるときの資料を作ることができる。最近工程を管理するとうことが云われ、その方法もいろいろ考えられているが、外界の気象条件の変化によつて起る工事の遅れを表わす数値もこの計画をたてるとき必要となるものである。この調査により、この種の値を求めることも可能になると思う。

2 調査要領

I) 土の強さが年間、工事期間を通じてどのように変化していくかを知ることが目的とし、気象のデータと現場のデータすなわち含水比、コーン指数を対比しようとするものである。

1) 気象のデータ

最寄りの地点での降雨量、気温、日照、湿度、風速の観測値のうち、利用できるものを利用しその平均値を記録する。ただ降雨量は一番影響の大きいものであり、かつ地域的なかたよりの大きいものであるから、できるだけ現場で測定するようにする。またコーン指数の測定時刻が降雨開始前か後かの関係をはつきりさせるため降雨の開始時刻も記録するようにつとめる。

II) 現場のデータ

- a) 測定は降雨後作業を開始するまでは毎日、その後は2日に一度ぐらいの割合で行なう。
- b) 測定値のちらばりは非常に大きいものと思われるので測定ケ数はできるだけ多くとり、その平均値をだす。
- c) 含水比は地面から5 cmまでと5 cmから10 cmまでの2種の値をとり、降雨の滲入深さを求められるようにする。
- d) コーンベネトロメータは頂角30°、定面積3.2 cm²のものをを用いる。測定の深さは20 cmとし深さ5 cmごとに貫入抵抗を読みとり、ベネトロメータの底面積で割つてコーン指数を求め平均する。
隙が混入したりしてコーンベネトロメータを押し込めない時はコーン指数〇〇以上と書く。測定の時刻も必要である。
- e) 現場を走行してきた機械の種類を記録する。走行不能の原因がわかり

の状況による走行抵抗の増加でなくわたちの状況は少ないが土の表面がすべるためとゆう場合はこれを明記する。また土質的には問題はないが、工事上のつごうで車両の運行をとめた場合もこのむねを明記する。

f) 現場の状況には地山を切っている所、盛土箇所、運搬路などの別を記入する。

g) 土の表面の状態とは、土の表面がよく締固められているか否か、排水とゆうことに特別な注意をはらっているか否か、トラフィカビリティ確保のための特別の処置をしているか否かとゆうことである。

II) トラフィカビリティの改良のため種々の工法がとられている。ここではこの苦心や工夫が紹介されることを求めている。この目的のため現場の状況がでるだけ定量的に表わされることが必要である。例えば、処理前の原地盤の土の粒度、LL、LP、自然含水比、自然コーン指数、砂利をまきだした時はその粒度、まき出し厚さ、量(どれだけの範囲に何日間何㎡入れたか)、安定処理した場合は種類と添加量、処理厚さ、耐用期間。木材や鉄板をしいた場合その寸法大きさ、走行車両の種類、走行台数、速度、このため必要とした費用などがあげられる。

3 調査測定結果

次にあげる図-1は今度の調査結果をまとめたものである。横軸に日時の経過を、縦軸に含水比 コーン指数などの測定値をとり、雨量と含水比、コーン指数などの変化の対比を行なおうとしたものである。土の性質は図の左下隅に書き込んである。活動度とは塑性指数を粘土含有量で割って求めた値である。図中特殊な表現を用いた場合はその時々ことわつてあるが、含水比コーン指数のところで実線で結んだものは表面から5cm、深さまでの値、破線で結んだものは5cm以下のものの値であり、同じ種類の線が2本引かれているところは報告された値が同一日に2つ以上ある場合その大きいものと小さいものを記したところである。

図-1から降雨量の山の高い時は含水比の山が高く、コーン指数の谷が深いとゆう関係をよくとらなければならない。この図を見て感じた今年度の一般的な特徴は、一日30~50mmとゆう中程度の降雨がすくなく、台風の時大きな降雨があるがそれ以外の時は10mm附近のものしかなくとゆうこと、しかも台風の前夜を含めてこの程度の少量の雨が何日間も降り続いているとゆうことである。また図の最下段には走行車種と備考とゆう欄があつて、その現場で使われている機械の種類、現場の状況がわかり、これとコーン指数を対比することによつて、この調査の前半においてしらべた車両コーン指数の値の再確認もできる。

4 室内実験

前年の調査結果を整理する段階でわかつた事実として、降雨後の含水比、

コーン指数の回復の程度は各現場すなわち各土質ごと一定の傾向があつて、含水比、コーン指数の変化の割合の一日当りの値は LL、活動度に関係するとゆりことがある。この点を室内実験によつて確かめるため、いろいろな値の活動度をもつ土を、いろいろな含水比、密度の状態に締固め大氣中に放置して含水比の変化の程度を測定した。

この実験に使つた土の一部は市販の粘土、カオリンとベントナイトを砂と混合したものである。粘土の混合割合は重量で 35%、50%、65% の三種を選んだ、したがつてこの人工の混合土は全部で 6 種になる、この性質は図-2-1 の突固め曲線と図-3 の中に書き込まれた数値によつて知ることができる。ほかの一半の土はトラフィカビリテイ調査の対象現場から採取した土 6 種であつてこの性質は図-2-2、図-2-3 の突固め曲線と図-4 の中に書き込まれた数値によつて知ることができる。

つぎにこれらの土を締固めて直径 5 cm 高さ 5 cm の乾燥速度を測定するための試料を作つた。この試料の初期の含水比と乾燥密度は、人工土は図-2-1 の上の 1~7 までの点で現場の土は図-2-2、図-2-3 の上の 1~6 までの点によつてあらわされる。この試料の側面と底面にワックスを塗り水分は上面からのみ蒸発できるようにし、実験室の窓辺に直射日光をさけるように置き、その重さを毎日測定した。2 週間ぐらいたつてから試料側面のワックスをはぎ、乾燥炉中で乾燥させてその時の含水比を測定した。この値を使つて大氣中での乾燥過程における各日の含水比を計算した。この結果を図-3 と図-4 に示す。人工土の試験と現場土の試験は日がちがつたので大氣条件が同じでないから気温と湿度を図-3-1、図-4-1 に附記しておいた。

図-3、図-4 を検討しカオリン混合度の密度の小さい場合のほかは乾燥速度は各土質ごと一定で図上の線は大体平行していると判断した。このことは含水比の変化が

$$\frac{W}{W_0} = e^{-mn} \quad \begin{array}{l} W_0 \text{ 初期含水比} \\ W \text{ 含水比} \\ n \text{ 経過日数} \end{array}$$

と表わされこの実験常数 m が乾燥速度を表わすパラメータであつて、しかもこの m は土質によつてのみきまり、含水比、密度、や湿度温度などの気象条件の影響をわずかしか受けていなかったとゆうことを意味する。次の問題は、この m が活動度 A によつてきまるかどうかとゆうことであつて、これによつて前年度調査の推定がきんみされる。図-5 はこの結果を示すものであり満足してよいものである。

5 調査結果の考察

上の室内実験の結果をもつて前年度の一日当りの含水比の変化割合を見なをしてみる。前年度の含水比の変化割合と実験常数の換算を行うと、0.1がmの0.1強に0.2はmの0.25ぐらいになり0.1と0.2の間にちらばっている点のもつ活動度0.5~1.0はmが0.1~0.25として図-5から求めた活動度の範囲0.3~1.0と合致している。今年度のデータは前々節に述べたような理由で整理しにくい、これから乾燥過程にある含水比の変化を半対数紙上にプロットしてmを求めmと活動度の関係を求めると図-5の上の○印のようになり近似した傾向を示す。このような現場乾燥曲線と室内の乾燥曲線の類似から、現場の土の乾燥に関係するパラメータの役割をうかがうことができそうである。

同様の方法を、室内実験を行うことはできないが、コーン指数の場合にも使つてデータを整理してみようとしたが、コーン指数はテラバリが大きく前年度以上に意味の深い図を得ることはできなかった。一般的にコーン指数の回復の程度は前年度のデータに比し小さい、これは少量の降雨が何日にもわたつて降りつづいたのに、一つの単独の降雨の結果を整理するようにしか整理し得なかつたためかと思われる。ただこの結果は車両の走行性の判定手段としてコーン指数が使えないとゆうことではなく、降雨や土のデータとコーン指数が結びつけにくいとゆうことである。したがつてこの問題に関しては前年と同じ種類の図-6に○印の点が追加されたにとどまつた。

6 トラフィカビリティ改良のための処置

前年度および今年度トラフィカビリティ改良のためとられた工法で地建から紹介されたものを、一つ一つ要約していく。

a) 北海道開発局

苫小牧市の2級国道234号線の道路改良工事現場の延長140mの運搬路においてのデータである。巾4m、長さ140m、敷厚0.3mに、施工区間における流用土中において採取される火山礫170^mを投入し、なお運搬路全線約2Kmにわたつて女人夫一人が補修を専門として働いている。補修の方法はわだち以外にある材料をわだちの中に入れるもので新しい材料を投入するものではない。このようにして投入後一週間の記録があげてある。なお原地盤の土の性質は礫分24%、砂分62%、シルト、砂分14%、コーン指数平均7.1、改訂PR分類A-3、含水比50~60%であり、投入材は礫41%、砂56%、シルト砂分3%、均等係数5.8のものである。

b) 関東地建

長野県の1級国道19号線の道路新設工事現場切土部でのデータである。現場の土の状態は、ダンプトラックは切込み砂利をまき出さなければ走行不可能な状態である。砂利を50cmの厚きにまき出すと車の通行に問題はないが、その厚さが30cmになると走行が困難になることが述べてある。

工事費とトラフィカビリティ改良のための費用の比を工事区間 100 m について計算すると 5.2 % になっている。

c) 中部地建

岐阜県の 1 級国道 21 号線の道路新設工事盛土部でのデータである。原地盤はコーン指数 3 以下の水田であつて不攪乱試料の試験の結果サンドマットをすることにした。しかし多量の砂を必要とするためこれに代る土質として次表の A2 の材料を用いることになった。進路は一方しかなかったため、切り込み材 A1 でまずパイロット道路を施工し、これに平行して排水面に充分気を付けて以後は A1 と A2 を 1 : 1 に入れて施工することに決定した。工費の割合は 4.7 % である。

試料番号	礫 分	砂 分	シルト分	粘土分	三角座標	改訂 PR	AC 分類	備 考
A1	4.25	43.5	8.5	5.5	砂質ローム	A-1-b	SM-SC	レキ混り
A2	0	63.5	23.5	13.0	砂質ローム	A-4	SM	

d) 近畿地建

福知山第 5 道路工事の盛土現場でのデータである。原地盤の土の性質は粘土 29 %、シルト 23 %、砂 35 %、礫 12 %、LL 54、PL 29 % の A-7、CH に分類される土で、この上に現物附近からとれる岩砕 930 m³、砂利 150 m³ を 0.2 ~ 0.5 m 厚さに巾 5.0 m 敷均し 3700 m² にひろげた補修日数は 7 日であつた。土工費との割合は約 4 % となっている。

e) 九州地建

熊本県 1 級国道 3 号線の改良工事現場の報告でトラフィカビリティを良くするためにとられた種々の試みを紹介している。

曝気に特に気をつけたこと、降雨に対してはビニールシートを霜に対してはシートの補助に藁をもつて養生したこと。スチールマットを使用したこともあること、しかしそれらの有効性には限界のあつたこと、また石灰安定処理もやつてみたが養生時間に制限のある所ではうまくないこと。5 % の消石灰で 30 cm 厚さの処理をやつて一応の目的をたつしたが、灰土やシラスでは役にたたなかつたこと。山砂利厚さ 30 cm、切込砂利 10 cm の仮設道路で常時補修用の切込砂利を補い毎日数人の人夫でこれを維持して目的を達したこと、冬には山砂利層を 10 cm 余分に厚くしなければならないこともいつている。カーバイト、ポリビニールアルコールによる安定工法も考えてみたことなどを紹介している。

f) 関東地建

千葉県道の 16 号線八千代道路工事に関する報告で (図-1-8 参照) 降雨の日より 3 日目に表面の土が乾燥していると思われたので 6 ton ダンプを走らせ同一わだちを 40 台通過させたところワダチの深さが 30 cm にも及ぶところが数ヶ所でき走行不能状態になつたので時々ブルによる整

地を行つた。ブル整地以前にも常時2人の人夫を整地作業に当てていた。作業開始後2日目すなわちダンプ73台走行後に鉋滓を25 m^3 敷均してトラフィカビリティを補なつた。作業を開始後4日目ダンプ通過台数にて31台の後にワダチの拡大による走行抵抗の増加のためフックウ板を42枚敷設してトラフィカビリティを補なつた。運搬距離600m、作業日数5日間、ダンプ走行台数364台、土量1092 m^3 5日間の間にトラフィカビリティの確保のために行つた処置は、鉋滓(0~60mm)25 m^3 (厚さ7cm)法面からの湧水排除のためのパイプ径10cm 15m、フックウ板42枚(20cm $\times$ 15 $\times$ 5000) 110m、人夫延10人であつた。

g) 中部地建

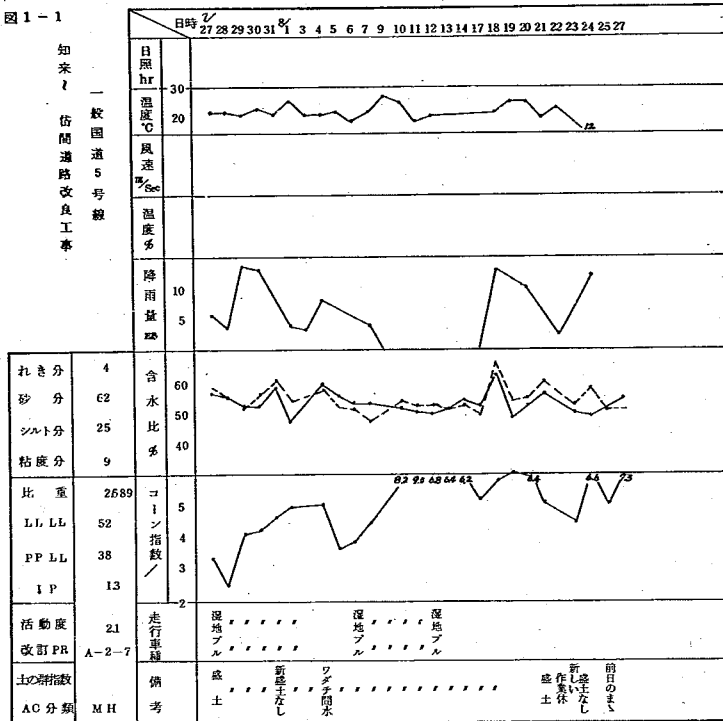
名阪国道の盛土現場でトラフィカビリティ改良のため特に路面排水、切込砂利等をまき出しなを降雨の際には3日間程度作業中止するなどして、盛土施工にあたつている。切込砂利まき出し厚さも10cm位でその効果は比較的良好的な状態であつた。100mの間に約120 m^3 の切込み砂利をまき出している。費用の割合は0.4%とほかのところとに比し小さい。

7 あとがき

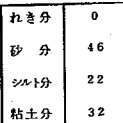
これを昭和40年度の建設省技術研究会指定課題の総括報告としたいと思ひます。長い間忙しい中から多くの資料を寄せていただきましたが、今年度をもつてこのテーマの調査を終りにしたいと思ひます。いろいろな無理を通していただいたことを感謝いたします。

図 1-1

知来
一校園道5号線
傍間道路改良工事



般国道5号線
二股、知来間道路改良工事



比 重	2.684
LL	59
PL	31
If	1.6

活動度	1.3
改訂PB	A-7-5

土の群指数
AC分類 MH

図-1-3

一般国道40号線
豊前町地区33工区道路改良工事
(その2工区)

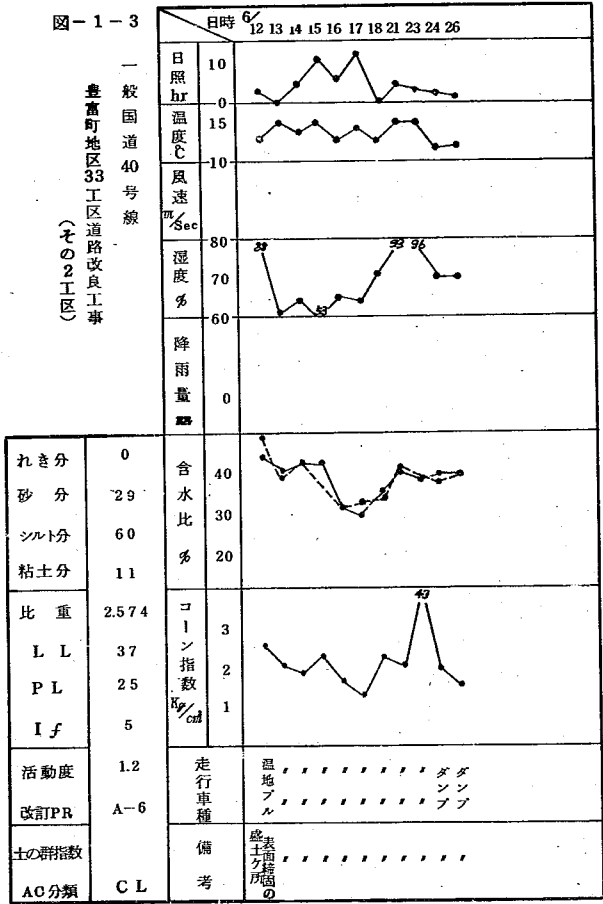
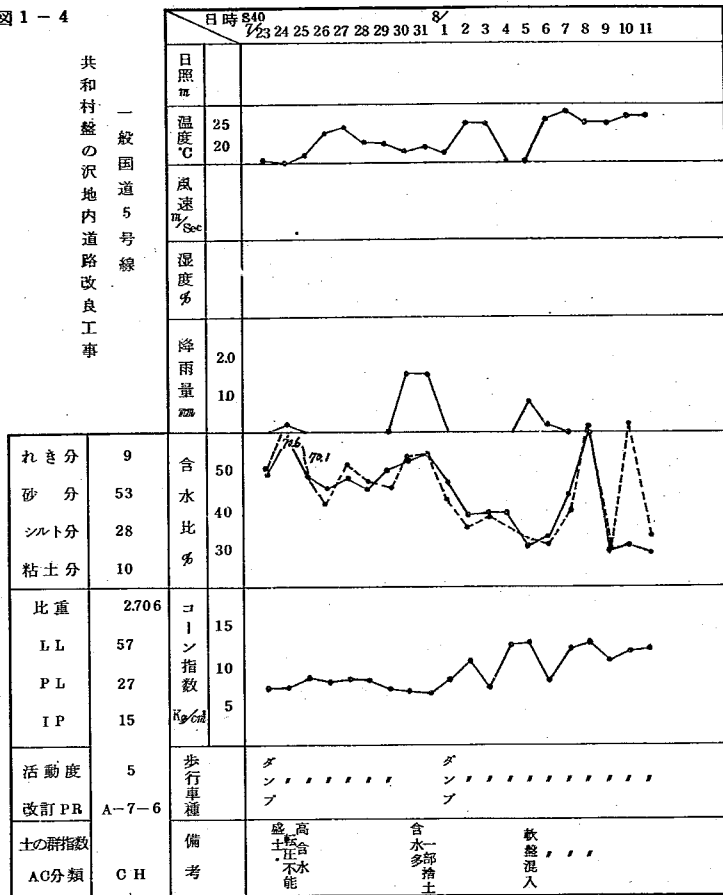


図 1 - 4

共和村盤の沢地内道路改良工事
一般国道5号線



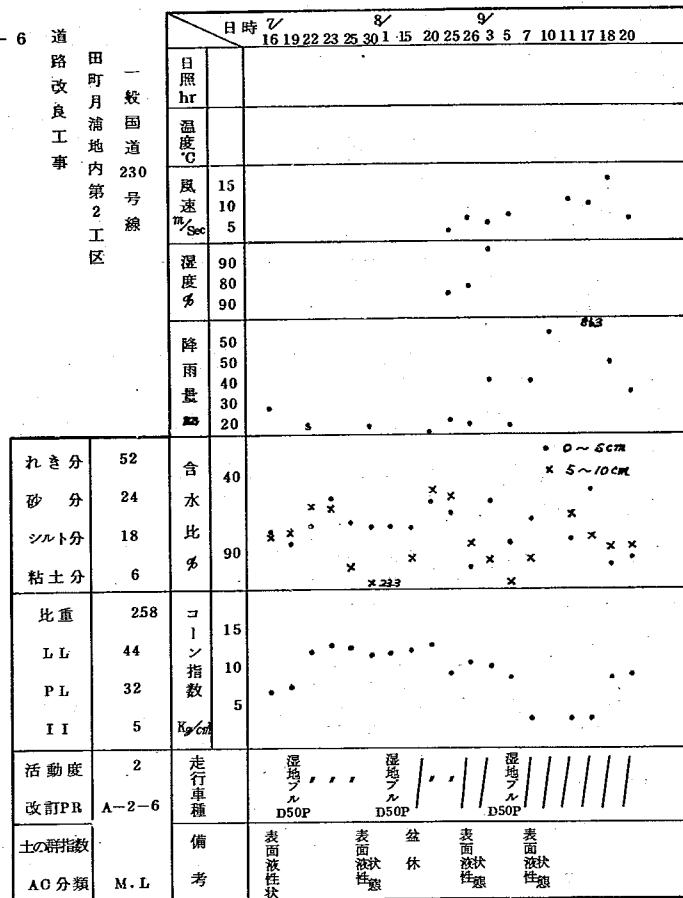
紋国道5号線
栗岡、美畑間道路工事



図 1 - 6 道

路
改
良
工
事

田
町
月
浦
地
内
第
2
工
区
一
般
国
道
230
号
線



三陸国道工事事務所
待浜道路改良工事

[illegible]

図-1-8

千葉県
八千代
国道工事
事務所
道路工事

		日時 9/ 17 18 19 20 21 22 23 24									
		日照 hr		雨晴 / / / / 曇曇							
		温度 ℃	25 20								
		風速 m/Sec	4 3 2								
		湿度 %	90 80 70								
		降雨 量 mm	5 0								
れき分	0	含水比 %	90 20								
砂分	67.01										
シルト分	27.0										
粘土分	6.0										
比重	2.970	コーン 指数 kg/cm ²	40 30 20								
LL	29.70										
PL	22.63										
If	6.6										
活動度	1.2	走行車種		6t ダンプ							
改訂PR	A-24										
土の稠度	0	備考		ブル整地							
Ac分類	SMSC										

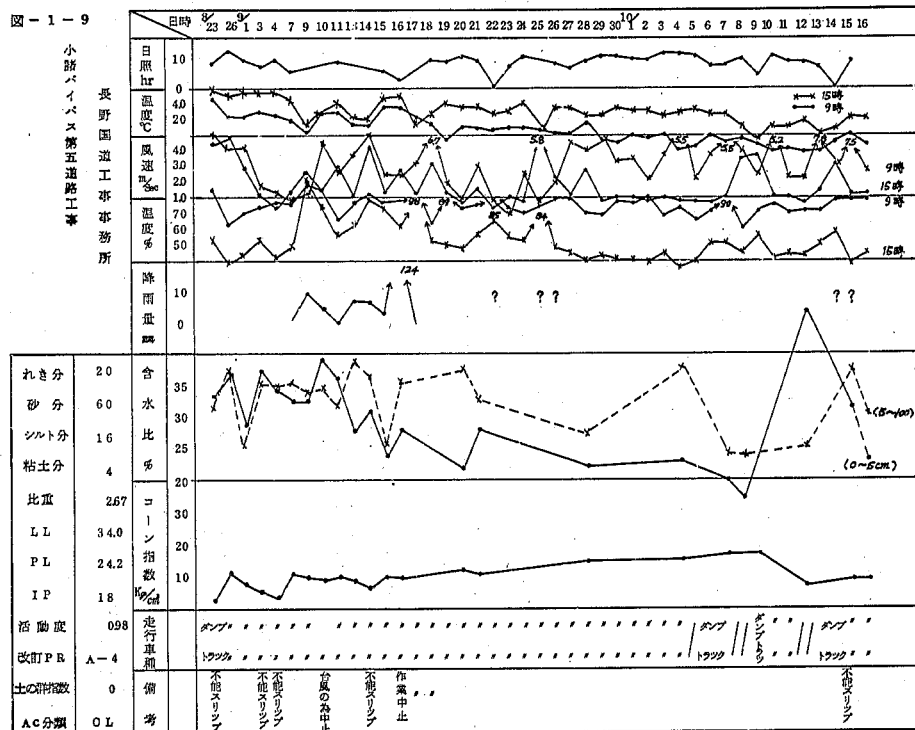
長野国道工事事務所
小諸バイパス第五道路工事

図-1-10

長岡工事事務所
牛ヶ島道路工事

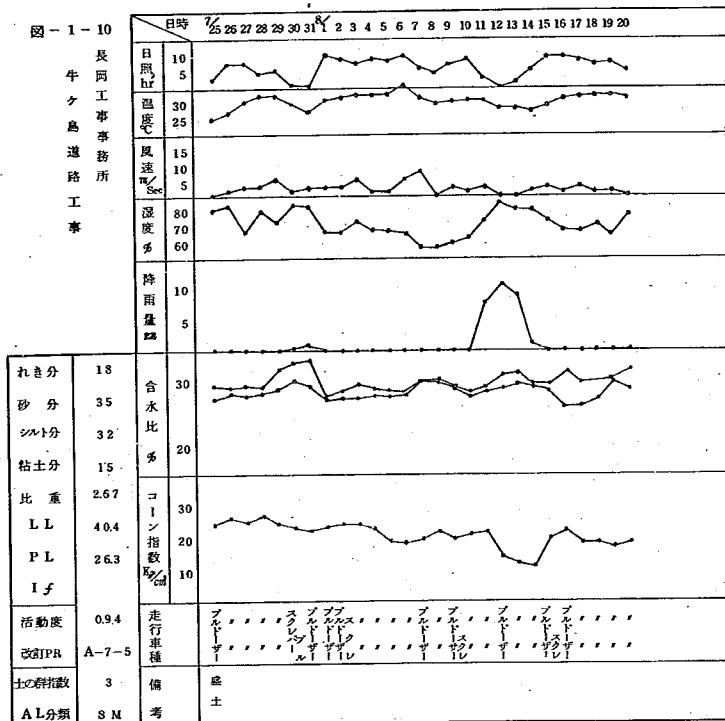


図-1-11

高田工事事務所
竹ヶ鼻鋪装工事

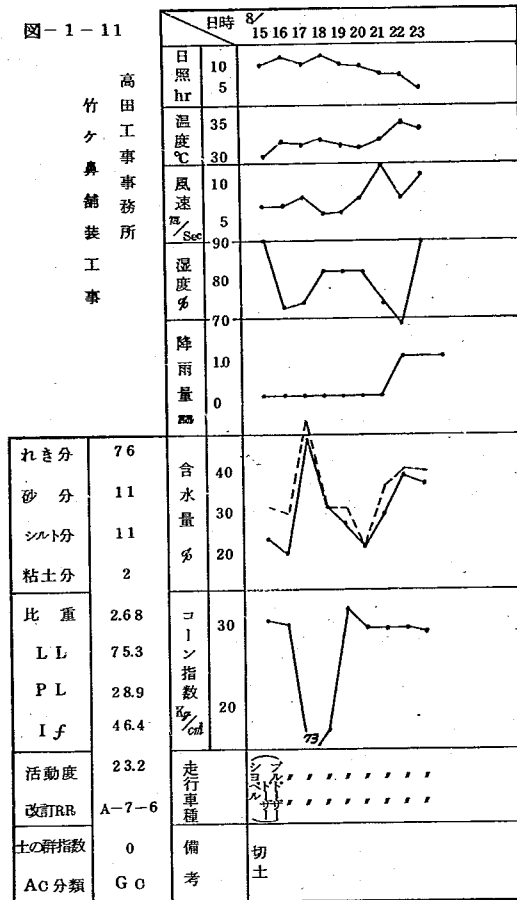


図-1-12

多治見工事事務所
次月地区道路工事

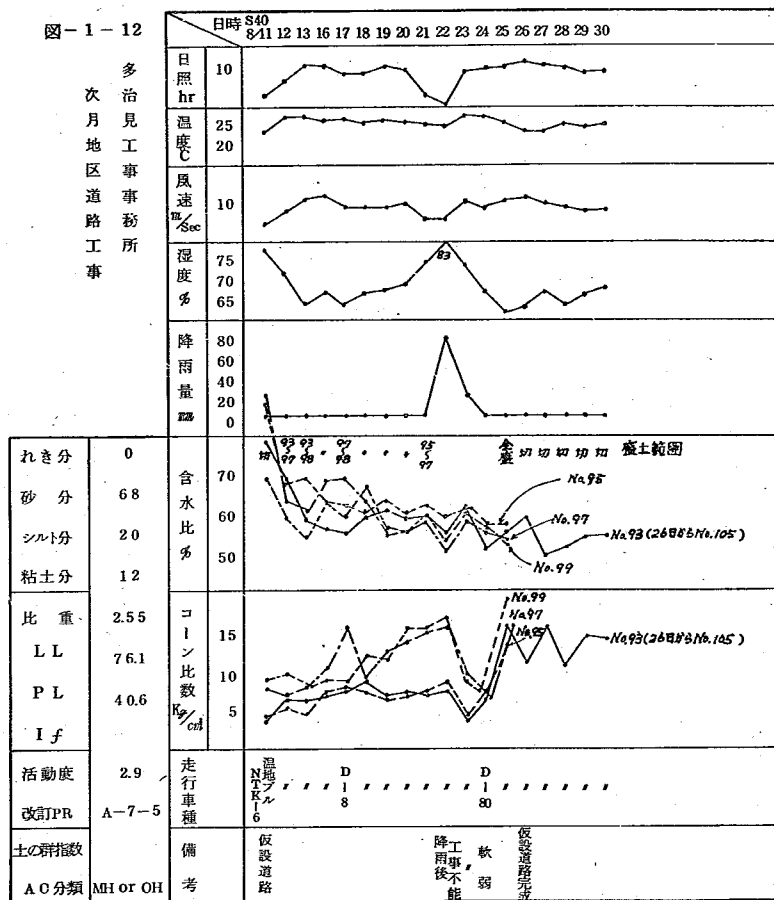


図-1-13

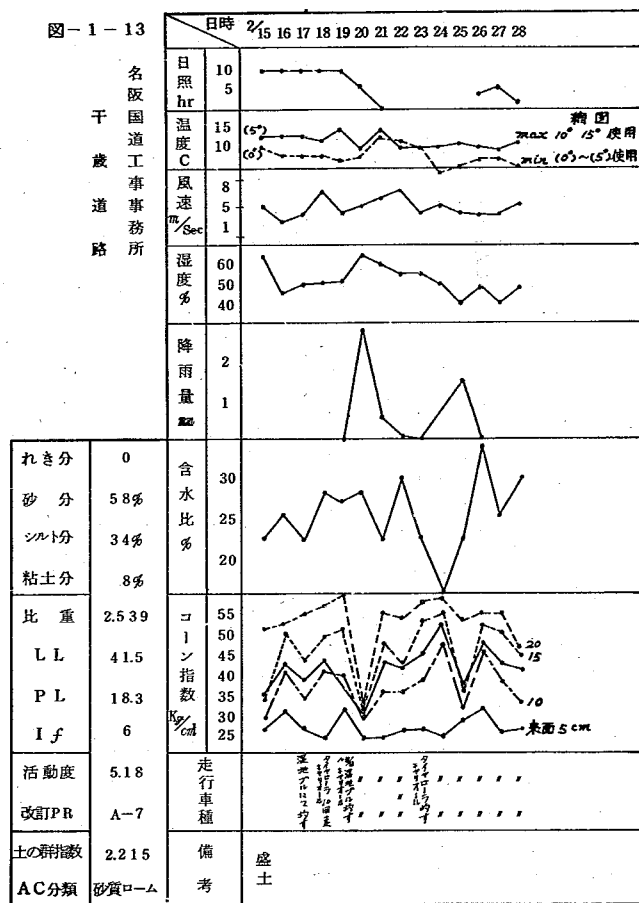


図-1-14

豊岡工事事務所
和田第2道路工事

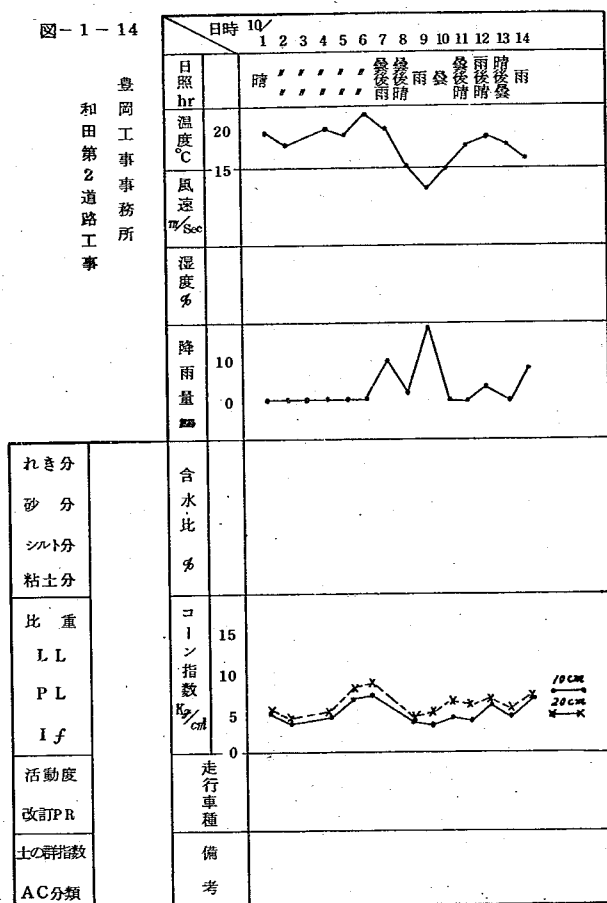


図-1-15

豊岡工事事務所
和田第3道路工事

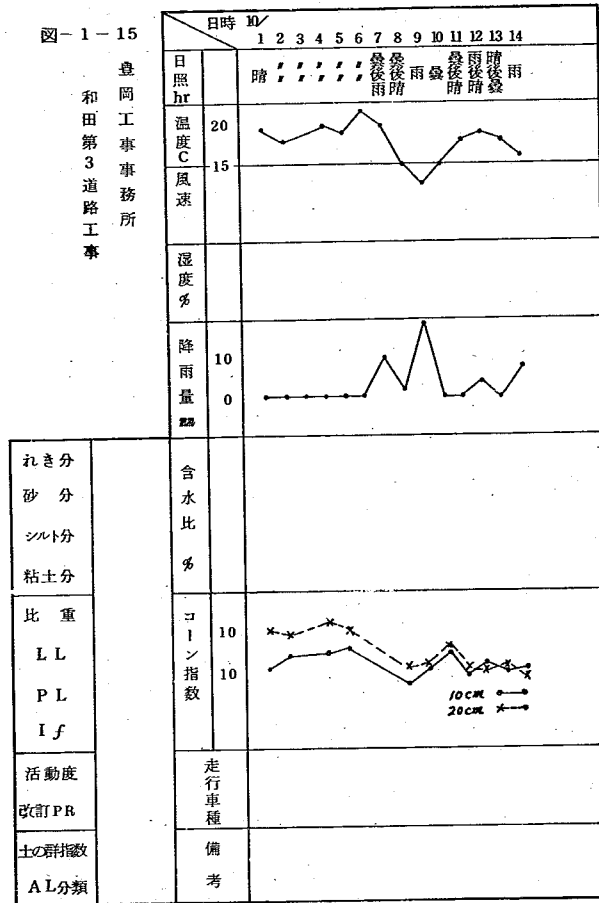


図-1-16

出雲工事事務所
五十猛第6改良工事

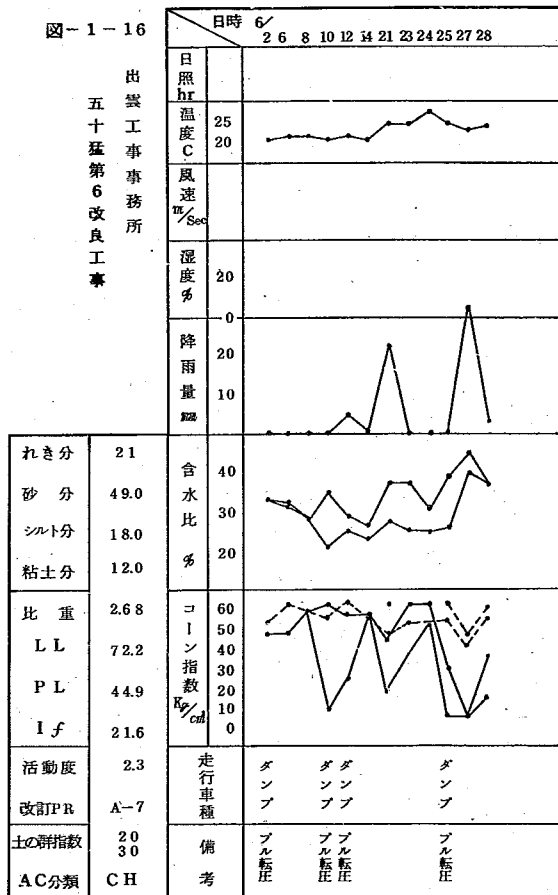


図-1-17

武雄工事事務所
大堀築堤工事

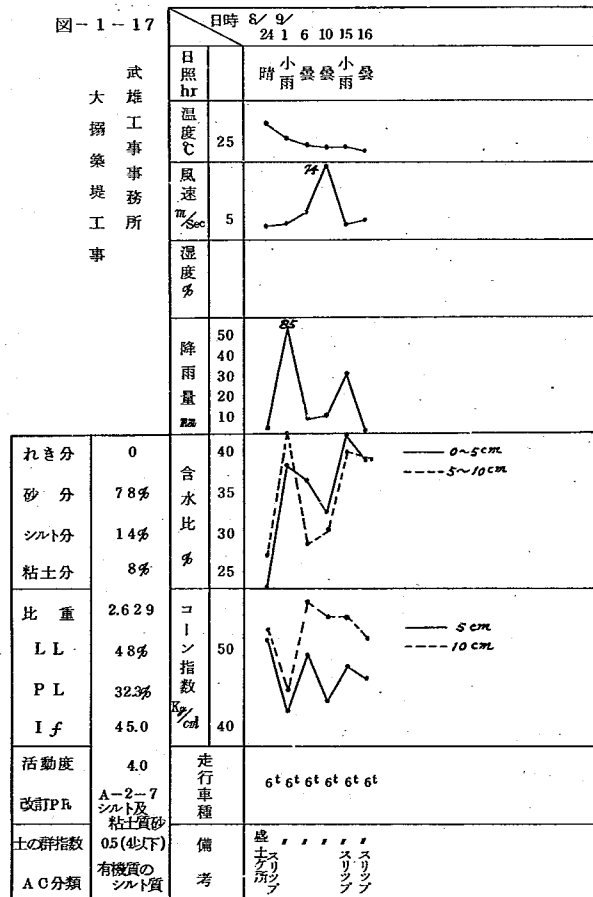


図-1-19

長崎工事事務所
船越堤防工事
後期調査分の一部

図-1-19

長崎工事事務所
船舶堤防工事
後期調査分の一部

日時 8/		21	24	30	1	2	3	6	8	10	日時 9/		23	24	25	26	28	30	1	3	8	日時 8/		21	23	24	25	26	28	30	1	2	3	6	8	10
日照 hr	温度 ℃	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	日照 hr	温度 ℃	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	日照 hr	温度 ℃	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
30	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
風速 m/sec											風速 m/sec											風速 m/sec														
湿度 %		90	80	70	.	.	.	.	.	.	90	80	70	.	.	.	.	.	.	.	.	90	80	70	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
降雨量 mm		50	40	30	20	10	.	.	.	.	50	40	30	20	10	.	.	.	.	.	.	50	40	30	20	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
含水比 %		50	40	30	.	.	.	.	.	.	50	40	30	20	10	.	.	.	.	.	.	50	40	30	20	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
コーン指数 kg/cm ²		15	10	5	.	.	.	.	.	.	15	10	5	.	.	.	.	.	.	.	.	15	10	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
走行車種		トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	トラック	
備考		測点 V ₁₀₀ ~ 12.00 ^m									測点 V ₁₀₀ ~ 15.00 ^m											測点 V ₂₀₀ ~ 6.00 ^m														

☒- 1 - 18

長崎工務事務所
船越堤防工事
前期調査分の一部

図-1-18

	日時 8/4 6 19	日時 8/6 9 11 17 19	日時 7/30 8/6 9 11 17 19	日時 7/30 19	日時 7/30 4 6 9 11 17 19
日照時間 時分	晴時々	曇時々晴時々	晴時々晴時々晴時々	晴時々	晴時々晴時々晴時々
最高気温 ℃	30	30	30	30	30
風速 m/sec	20	20	20	20	20
湿度 %	80	80	80	80	80
降雨量 mm	0	0	0	0	0
含水比 %	40	50	50	含水分	含水比
比重	2712 2226 2501	20	20	15	15
L L	52 581 501	10	10	10	10
P L	365 530 4185	20	20	15	15
I f	108 111 128	20	20	15	15
活動度	108 111 128	20	20	15	15
改訂PR	2-6 2-5 2-6	20	20	15	15
土の相対含水量	4. 砂 5. 粘 3. 砂 1. 土 1. 質 1. 質	20	20	15	15
AC分類	108 111 128	20	20	15	15

