

フィリピン共和国パンタバンガン地域
森林造成技術協力プロジェクト
森林土木報告書

昭和54年8月

国際協力事業団
林業開発協力部



フィリピン共和国パンタバンガン地域
森林造成技術協力プロジェクト
森林土木報告書

昭和54年8月

JICA LIBRARY



1046034[3]

国際協力事業団
林業開発協力部

國際協力事業団	
受入 期日 '84. 4. 25	118
登録No. 04000	88.3
	FDD

巻 頭 言

本件報告書は、国際協力事業団農林業協力事業の一環として昭和51年6月発足したフィリピン国パンタブンガン森林造成技術協力プロジェクト実施による長期専門家派遣計画に基づき派遣された治山担当品川正義専門家（派遣期間昭和52年8月3日より昭和54年8月2日迄2年間）によって本件プロジェクトの森林土木業務に係る報告書として取りまとめられたものである。なおすでに第1回長期専門家として帰国した浅川澄彦、田中正則両氏によって作成された英文報告書「THE FIRST TWO YEARS' REPORT ON THE RP-JAPAN TECHNICAL COOPERATION PROJECT FOR THE AFFORESTATION OF THE PANTABANGAN AREA」にも森林土木分野に関して一部掲載されたところであるが本報告書は、特に、治山及び林道分野を大きくとりあげ、今後の技術指導を行っていく上で問題点を指摘する見地から詳細にまとめあげたものである。なお、本報告書が関係者各位にとって有益なる基礎資料として参考になれば誠に幸である。

国際協力事業団

林業開発協力部

部長 堀 健 治



マリンガロの現地センター事務所



バルアルテ苗畑の崩壊地復旧



パーセルⅠの崩壊地復旧工事
サモン株分工法
手前は ジャイアントイビルイビルの実播工



全 左



道路法面に法面
被覆のために植
栽したジャイア
ントイビルイビ
ル1年で約樹高
3mとなる



1978年8月パーセルⅠカラングラン川のそば
の地すべり性崩壊 約5ha

1

2

3

4



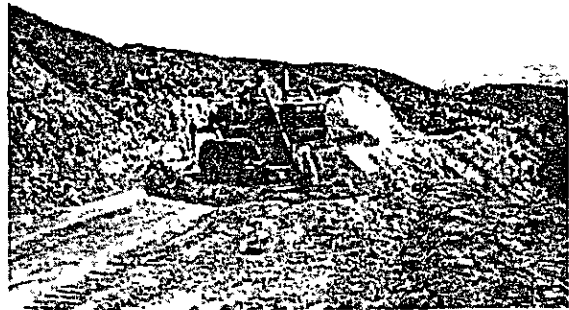
パーセル II B. 林道網
右はタラタラン苗畑 A



パーセル I 林道開設状況



中央試植林木橋
及び林道



ブルドーザーによる林道開設



コルゲートアーチ及びコルゲートパイプの
組合せ使用

パーセル III

目 次

第一編 治 山	1
第一節 プロジェクトの背景	1
1. プロジェクトの経過	1
2. フィリピンにおける治山の現状	2
第二節 自然の概況	2
1. 地形、地質	2
a. 第三紀層地帯の特徴	4
b. 花崗岩、閃緑岩地帯の特徴	4
c. 中、古生層地帯の特徴	5
2. 気象上の特質	5
a. 降 雨	5
b. 雨季と乾季の土の水分較差	6
3. 地表植生と侵食	7
(1) サモン地帯	8
(2) コゴン地帯	8
(3) 森林地帯	8
(4) 裸 地	8
4. 侵食の種類と特徴	8
第三節 治山の施工	9
1. 基本的な考え方	9
2. 工種の選定	10
(1) 構造物工法	10
a. えん堤	10
b. 床固工	10
c. 谷止工	10
d. 擁壁工	11
e. 石積工	11
(2) 水路工法	11
(3) 柵 工 法	11
(4) 植生工法	11
3. 設 計	15
(1) 踏 査	15

(2) 測 量	15
(3) 工種配置	15
(4) 構造物の規模及び断面の決定	17
(5) 工事費の積算	17
a. 直接工事費	17
b. 間接工事費	19
c. 諸 経 費	19
4. 治山事業の実行	19
(1) 山腹工工種の説明	19
a. 法切工	19
b. 張芝工	19
c. 緑化袋工	20
d. 株分工	20
e. 実播工	20
f. 吹付工	20
g. 植栽工	20
(2) 実行上の問題点	20
a. 床掘	20
b. 洗掘	21
c. 石積の弱点	21
d. 床掘土砂の処理	21
e. 植生工法の時期	21
f. 種子による緑化工	21
5. 試験研究	22
第二編 林 道	24
第一節 林道の基本的な考え方	24
1. 幹線林道	24
2. 事業林道	24
3. 林道の全体計画と年次別計画	24
第二節 林道の施工	25
1. 林道技術の現状と背景	25
2. 乾季林道と通年林道	25
a. 乾季林道	25

b. 通年林道	25
3. 設 計	26
1) 予備調査	26
2) 踏 査	27
3) 測 量	27
4) 設 計	27
a. 巾 員	27
b. 切 取	27
c. 盛 土	28
d. 排水施設	28
I. 排 水 管	28
II. 横断排水工	29
(1) 木製横断工	29
(2) 割石横断工	29
(3) 素掘横断工	30
e. 路面の安定	30
f. 法面保護	31
I. 第四紀礫層地帯	31
II. 第三紀礫層地帯	31
III. 堆積地帯	31
IV. 堆積地帯(湧水ヶ所)	31
V. 花崗岩深層風化地帯	31
VI. 岩石地帯	32
VII. 盛土法面	32
4. 施 工	32
1) ブルドーザーの施工	32
2) トラクターショベルによる施工	35
3) モーターグレーダー	36
第三節 林業土木上の問題点	37
1. 請負業者の育成	37
2. 技術者の養成	38

参 考 資 料

第一編 治 山

第一節 プロジェクトの背景

1. プロジェクトの経過

プロジェクトの所在地は、ヌエバエシア州カラングラン町にあり、ルソン中央平野の中心部を流れるバンパンガ川の源流部にあたる。この河の平野から山岳地帯に入る位置に、1974年、世界銀行の借款により、10万kWの発電を含む灌漑を主目的にした多目的ダムが完成した。これが貯水池約7,600 ha、集水平積約87,200 haのパンタパンガンダムで、プロジェクトはこの集水域にある。集水面積のうちには過去毎年のように焼畑耕作及び放牧により火入が行なわれ、草原化した原野が半分程度を占めており、それから流出する土砂が年々莫大な量で、それがダムの有効貯水量を減少させ、ダム自体の寿命が当初予定より大巾に短縮されることが懸念されフィリピン政府はその集水域の造林および治山事業に重点をおくようになった。

日本政府は、フィリピン政府の要請を受けて、流域保全のための造林技術協力を進めるべく、調査団を派遣し、その結果、1976年からスタートをすることとなり、1976年11月に浅川澄彦氏をチーフアドバイザーとし、田中正則氏と2人が専門家として派遣され、本格的な技術協力が開始された。

それより先、1976年5月の集中豪雨によって、ダムの上流、右岸地帯に無数の崩壊地が出現し、その土砂がダムに流入し、又は、途中河川に不安定な堆積物が堆積し、将来ダムに流入することが予想され、従来から進めていた造林の技術協力の他に治山に関する技術協力の要請も次第に強くなり始めた。

1977年8月に更に治山と森林経営の2名の専門家が派遣されると同時に、この地域の治山の重要性から、森林保全のトレーニングセンターを作る要請がフィリピン政府から出され、そのための第1次の調査団が、同じ1977年8月に来比し、従来のプロジェクトとは別に新たなプロジェクトとして、日本の無償協力で、1978年度の予算として実行に移され、現在建物及び、54林班中にモデルエロージョンコントロール施設を建設中であり、完成のあかつきには、これらの諸施設及び、日本からの供与機材を使用して、フィリピンでの本格的な治山事業の研修が始まり、従来のプロジェクトと合流して1本のプロジェクトとなり、この流域の早期緑化とひいてはフィリピン全土の造林、治山及び森林保全のエキスパートが巣立つことであろう。

なお、治山事業は、森林保全センターが設立され発足するまでは、従来の技術協力の中で行なっている。この技術協力の概略は、試植林1,300 ha、試験林6,800 ha、合計8,100 haの森林造成をするのが目的である。

従って治山事業も8,100 haの中の崩壊地復旧等について現在実施している。

2. フィリピンにおける治山の現状

フィリピンの治山事業については従来は、ほとんど実施されておらず、ただドイツが、バギオにおいて、林業技術協力の中でエローゼンコントロールを実施し、崩壊地復旧に蛇かごを用いた谷止、天然石を利用した水路工、砂防樹種の植栽を実施している。その技術協力の延長として、フィリピン自体で蛇かご谷止をバギオで実施しており、一部に山腹緑化工を実施している程度である。

しかし、古来から生活の知恵として、種々の治山工事に似た工法を実施している。特に IFGAO 州、Banawe では水田が水による侵食を防ぐために水平階段を作り、天然石を使い 10 m から 20 m の緻密な石積を作っており、バギオ周辺では家屋の安定、畑の侵食防止等に空石積が多く見られ、最近では練石積も多い。

一般に山岳民族の家は地形的に比較的安定している。小高い丘の上や、斜面であっても尾根状のところの家を作り、自然に災害から身を守っている。これも一つの経験的な災害をさける知恵であろう。

河川においては、Panpanga 川のような大河川でさえ、平野部においても河川改修はされておらず、雨期には各地に洪水が起り、河川は河岸侵食が起り、時として河川の変更が起っているのが現状である。その点、洪水の災害が山地災害より、大面積の被害となり、被災者も多く損害も大きいので、山地災害の防止の重要性は、今だ十分認識されていないのが現状である。

しかし、地形は急峻で、地質は新らしいものが多く、日本の地形、地質とよく似ており、この国の今後の産業及び文化の発展の速度と共に河川の改修と併せて治山の重要性は増大して来るものと思われる。

第二節 自然の概況

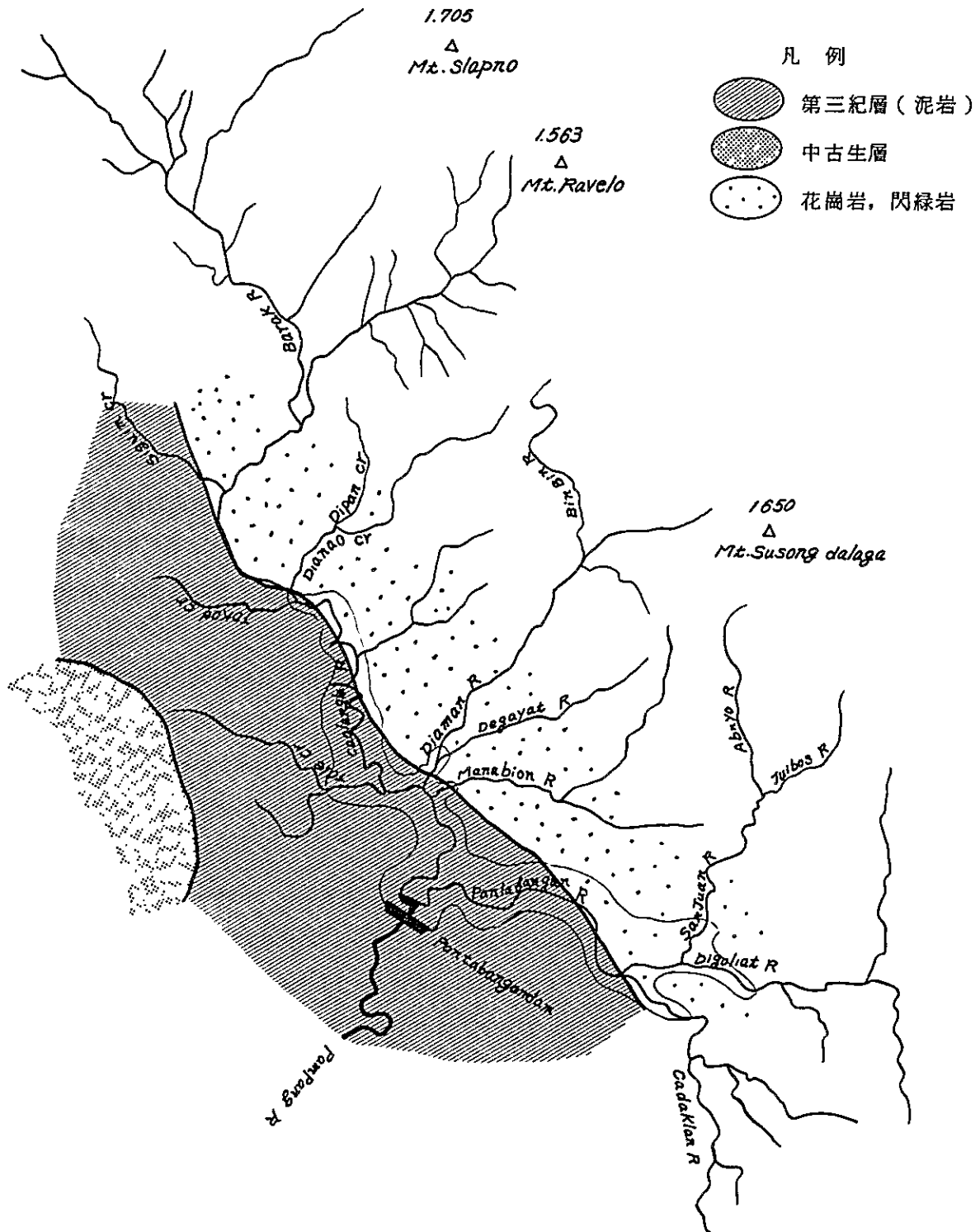
1. 地形、地質

ダムの上流域は、大きく Pantabangan, Diaman, Carranglan 川の 3 つに分割され、Mt Slapno (1,705 M), Mt Susong dalaga (1,650 M), Mt Ruelo (1,563 M) 等を頂点とし、パンタバングンダムの水位 220 M を最低とする約 1,400 m の標高差があり、この中の草原地帯を 3 地区に分けて 8,100 ha を技術協力で実施する対象地として指定し、それぞれパーセル I (約 1,100 ha), パーセル II.A (1,000 ha), パーセル II.B (3,000 ha), パーセル III (3,000 ha) としている。

この地域は地質の相違により、地形も変化している。

地質は大別して 3 つに分類され、第三紀層地帯、花崗岩、せん緑岩を中心とした火成岩地帯、中古成層地帯に分かれる。

Fig 1 Pantabangan dam上流の水系 $\frac{1}{250000}$
及び地質図



a. 第三紀層地帯の特徴

第三紀層は Carranglan 川の右岸側にあり、標高 250 ~ 300 m 程度の遠望すると非常になだらかな丘陵が続き、ほぼ頂上は同標高 350 m 程度で、年期の地形をしており、山自体が比較的最近に隆起し、これから解析が進んで行く状態にあるといえよう。

一方各密度は非常に高く、小谷が発達している。

この地帯は第三紀層の泥岩（わずかに礫岩地帯がある）の上に第 4 紀の未団結の礫層が 5 m ~ 30 m も乗っているところが多い。

第三紀層は、それ自体新しい地層であり、団結度が低く、風化過程において、基岩から直ちに粘土に移行することもあり、外力に対しても非常に弱く、外力を受けたところは直ちに粘土化することがある。

水を多量に含むこともあり、地表面に出て来ると直ちに風化することが多い。

堆積物質によって透水性、風化に対する抵抗などが違い、互層ができ縞模様を呈し、地層の横断面にやがて凹凸ができる。

一般にこの地質は崩壊を最も起し易い地質の一つであり、表面滑落の崩壊と共に、泥岩に不透水層の互層ができやすいため、不透水層に地下水が集中して地下水型の崩壊地が多く発生する。

パーセル I の大部分がこの地帯に属し、1977 年 5 月の集中豪雨による崩壊は、この第三紀層地帯が最も多く発生している。

幼年期地形の谷頭部の表面侵食が多発した他に、第三紀層が不透水層となり、第四紀の砂礫層がすべり落ちる。地すべり性の大崩壊を起こしているものもしばしばあった。

この場合、完全にすべり出さず、亀裂が多く発生した程度で、1978 年の 8 月から 9 月にかけての強い雨により、地すべり性の崩壊を起して、全て落下してしまった。

b. 花崗岩、閃緑岩地帯の特徴

この地帯は、パーセル II A、B 及びパーセル II の山岳部分の比較的急傾斜地にあり、その奥の森林地帯まで広がる。地形上は老年期の傾斜のゆるやかな地形、これは主として花崗岩であり、表土が深いか、深層風化をしており、なだらかな丸味を帯びた丘陵で沢も比較的単純で、短い。パーセル II、A とパーセル II B の一部がこれに該当する。

この地帯は花崗岩の深層風化が随所に見られ、表面崩壊を起しやすく、一端崩壊を起すと、表面侵食がはげしく、安定するのに非常に時間がかかる。初期の崩壊は小さくても後拡大して非常に大きくなる特徴がある。

この地帯でも深層風化をしていない部分で堆積土層の厚いところに時として大崩壊が起ることがあるが比較的少ない。

一方せん緑岩地帯は早壮年期の地形を呈し、頂上に厚い堆積層が残っているが斜面は急峻

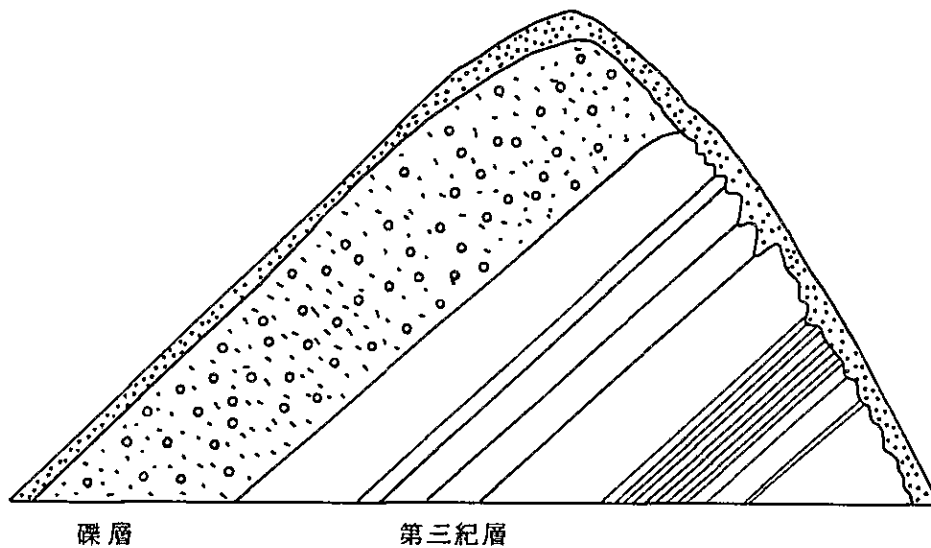


Fig 2 第三紀層泥岩と第四紀層礫岩の断面図

で、表土は少なく、基岩には節理が多い。

この崩壊の特徴は斜面は表面はくり状の崩壊のみで基岩まで崩壊することはあまりなく節理の多い基岩が若干崩落する程度である。しかし、風化土層の堆積の厚いところは、時として大崩壊を起すことがあり注意を要する。

c. 中、古生層

パーセルIのMt Carranglanの一部に見受けられるもので、場所により非常に褶曲を受け又は破碎、変成されているところもある。

パーセルIのものは比較的変成を受けていないので地質はしっかりしていると思われる。

この地質は壮年期の地形をしており、非常に急峻で、傾斜は $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ にも達す。崩壊は時として地質構造的な崩壊を起すことはあるが当プロジェクトサイトにはその恐れはなく、表層剝離崩壊がある程度であろう。

2 気象上の特質

a. 降 雨

この地域の年間降雨量は2,000%程度で、日本の平均的なところといえるが、雨季と乾季がはっきりと分れ、例年5月から10月の6ヶ月が雨季とされ、11月から4月が乾期で降水量はほとんど雨期に降り、乾期は降雨がなく、小河川はほとんど水が無くなる。

降雨の状況は、雨期においても降るところと降らないところが数km単位で違い、ほとんどの雨が雷を伴った雨で、直径2~3kmの集中豪雨が多い。台風の時ですえも、総量はあ

まり無いにしても、時間的にずれが多い。

表-1は1978年8月1ヶ月を見たものであるが、約8kmはなれたBaluarte 苗畑と、

表-1 1978年8月の雨量(Baluarte と Tala-talan 苗畑)

DATA	BALUARTE	TALATALAN	DATE	BALUARTE	TALATALAN
1978 Aug 1	16.8 ^{mm}	22.9 ^{mm}	Aug 20	13.3	0
2	4.0	0	21	0	38.3
3	10	56	22	35.6	43.3
4	0	0	23	4.5	5.0
5	41.2	2.5	24	160.2	221.0
6	280	46.5	25	68.6	78.5
7	55.5	52.9	26	33.5	27.8
8	58.2	78.0	27	12.5	7.4
9	74.4	49.0	28	1.5	0
10	6.2	46.2	29	10.6	23.9
11	8.3	6.9	30	27.3	63.3
12	0	9.8	31	31.5	31.1
13	75.0	11.2	Total	835.0	1,006.0
14	50.7	39.3			
15	5.3	87.5			
16	9.2	3.5			
17	0	4.6			
18	0	0			
19	2.1	0			

Tala-talan 苗畑の雨量であり、これからみてもいかに地域性の降雨かがうかがえる。

また最大時雨量については継続時間が少なくあまり大きなものの測定はないが、雨量強度は10分間の最大雨量は非常に高い。従って、両者の重なる場合は相当な時間雨量となるものと考えられる。

b. 雨季と乾期の土の水分較差

日本と最も異なることは、完全といってもよいほど雨の降らない時期が規則的に続くということであり、土は地表下3~5mまで、ほとんど水分ない土となり、粘着力は0、となり、乾燥収縮亀裂が到るところにでき、いわば土の気乾状態が、地表下2~3mまで達していることがある。それが一端雨季になると、降雨は瞬間的に多量の雨を降らす、継続はせず、ほとんど植生は草木であるから、表面流下し、当初の2、3回程度は表面に侵

透をよくするが、あとの大部分は流下してしまう。ひき続き地下に浸透する水分の補給するひまもなく降雨は止み、吸水した部分は膨張し、表面は粘度に近い土になることが多いので、表面を全て粘度で覆ったようになり、地下浸透をさせない形となり、実験値によれば地下浸透速度は 2×10^{-7} と粘土以上に遅いことが判かる。

これが雨季の終りになれば、前年度乾季で乾燥したところは、湿潤になり、次の乾季を迎えることとなる。

従って、崩壊の仕方においては、雨期の初期の崩壊の仕方と雨期の終りの崩壊の仕方は異なり、まだ完全に浸透しない場合は多量の長時間の雨を受けると浸透するひまもなく、表面1m程度のところだけが、過飽和状態となり、表面滑落を起しその後ひき続き表面侵食が起るものと考えられる。

一方雨季の終りになると、地下水も浸透し、深い滑落面上に地下水が滞水することが可能となり、連続的降雨の後に大規模な地すべり性の崩壊が起る。1978年8月30日にパーセルI内に起った5ヶ所は全てこのタイプで大規模なものであった。

乾期が長く土が深くまで乾燥することから構造物を設置する場合は最も注意を要す。

即ち、雨季に入り、地表面から徐々に地下水が浸透するが、構造物を設置すると、水はある力をもって落下して来て、地下水による粘土層をつき破りまた乾燥状態のところに行き、それを洗流してしまう。この洗掘は非常に早く、深いのが特徴であり、それを防止するには、落下衝力をおさえる方法しかなく、構造物を作る上で特に注意を要することである。

3. 地表植生と侵食

地表植生と侵食の関係は

- a. 地表植生の根系による土を緊縛する力により、崩壊及び表面侵食を防止する。
- b. 葉や幹により雨の直接地面に落ちるための衝撃力を弱め、表面侵食を防止する。
- c. 落葉、落枝により地表面を被覆し、表面侵食を予防する。
- d. 植生があることにより、地表の微気象が変わり、水分の蒸散の防止、温度、湿度の変化の減少、があり、特に水分の蒸散抑制は、乾季のはげしいところでは非常に重要である。

前述の乾季における土の乾燥状態も森林のあるところでは、含水率はある程度保持しており、従って収縮もない。このようなことから、特に森林地帯は、雨季乾季の差による崩壊の影響はあまり受けず、そのための侵食はほとんどない。

以上が直接侵食を防止する植生の効果といえよう。しかし植生はその他に理水学上、次の効果をもっている。

- a. 降雨は、植生の葉に阻止されるものがあり、それが幹を流下して地表面に到達するか

大きなしずくとなって落ちて来るため、地表に到達する時間が多少多くかかる。

b. 落葉、落枝による地表面流水の阻止により、地表流下速度の遅延。

c. 植生による地下水量の増加等、水源かん養機能があるため、一降雨による下流河川、一地点における最大流量の低下と最少流量の増加という理水学上最も好ましい次となる。

以上が植生の効用であるが、この流域には完全な森林はほとんどなく、サモン、コゴンに代表される。グラスランドが大部分を占め、所々沢筋に若干の樹林が生育しているのがこの地域の代表的なところである。

(1) サモン地帯

サモン、コゴン地帯とも、従来は大森林があり、焼畑耕作による火入れ、それに続く、放牧のための毎年の野焼など、毎年1回は焼いたといわれ、そのために樹林は消失し、生命力の強い草が残ったものといわれている。

このサモン地帯は、比較的乾燥地で土地はやせているところに多く生育し、乾燥地ほど生育本数も少くなっている。地下茎は表層10cmまでのところに大部分集中しているが、時として細根が1.5mまで地中に入っているのもみうけられ、表面侵食の防止に役立っているものと思われる。

(2) コゴン地帯

サモンより多少土壌水分のある、比較的肥沃なところに生育し、生育本数も多く土地の肥えているところほど背丈が長い。地下茎は約15cm程度のところまでに集中しており、サモンよりは深部まで達しているようである。一株のうち、1~2本の細根は1.5m程度までのびている。一般にサモンよりはコゴンの方が表面侵食に対しては強いようである。

(3) 森林地帯

森林地帯は微気象に強い影響を与え、乾季の長い間であっても、比較的土壌は乾燥しない。一方森林は侵食の予防に役立つ条件は、全て完備し、最も理想的な型となっており、水源かん養機能も高い。

(4) 裸地

この地域には裸地は、崩壊地と農業用開たく地しかないが、崩壊地は実施計画調査のときの調査によると、87haで、侵食量は442000㎡となっており、表面侵食が非常に起りやすく、膨大な量となっている。

4. 侵食の種類と特性

侵食は、その時の自然状態、即ち地形、地質、植生等の間接的な原因に、直接的な、降雨、地震、風等の作用が働き始めて侵食、崩壊を起すものである。次の表はこの地域における特に崩壊の種類の特徴を表わしたものである。

表 - 2 侵食の種類と特徴

項目 \ 崩壊型	表面剝離崩壊	深い崩壊	地すべり性崩壊	地すべり
規模	小面積で多数発生 0.03 ha 以下	やや大きい 0.03~1.0 ha	比較的大 0.1~1.0 ha	大きい 1.0 ha 以上
地形	ゆるい凹地形	凹斜面の谷頭部	比較的急傾斜地	比較的緩傾斜地
地質	全ての地形 特に三紀層、花崗岩	風化土層の深いところ	第三紀層、及び風化土層の深いところ	第三紀層
植生	裸地、草原地帯	裸地、グラスランド 時として森林地帯	特に問わない	特に問わない
降雨	短時間に集中的	やや長時間に集中的	長時間に多量雨量	長時間に連続雨量

表面剝離崩壊とは、雨期の初期によく発生する崩壊で、浅く小面積な崩壊であり、1976年に発生した、パーセルIの崩壊は大部分はこの形のもので、地質的に安定をしていれば、その後は自然に復旧して行くものである。

深い崩壊とは、凹地形の谷頭部で中間流が集中し、それによって起される崩壊で、深さが深いのが特徴である。

地すべり性の崩壊、とは、地下水が不透水層に達し、その不透水層付近が弱い場合、粘土化し、それがすべり層となって滑落するもので、完全に落ちてしまえば、再び移動しないものであり、雨期の末期に多く発生する。1978年8月に発生した崩壊はこの型のものである。

地すべりとは、継続的に年々移動するもので、地表の破砕が比較的少ない。パンタバンガンダム左岸側にあり、当プロジェクトにはない。

第三節 治山の施工

1. 基本的な考え方

当プロジェクトは8,100haの造林をし、パンタバンガンダムの上流域を早期に森林を造成することを目的としている。従って治山事業においても、この目的に合致した考え方で、いわば、森林造成の一つの手段としての治山と考える。即ち、8,100haの中には沢山の崩壊地があり、放置しておく、半永久に森林に復旧しないばかりか、そこから流出する有害土砂によって、パンタバンガンダムの寿命が縮まる。それを防止することが、当面の治山に科された課題である。

即ち、保全対象は現在のところ、パンタバンガンダムが最も重要であり、家屋、田畑の損

害は今のところあまりない。

このような事情から、治山事業の基本的な考え方は、山腹工事を主体に、新たな侵食を食い止め、できるかぎり、土砂を現地にとどめ、一刻も早く植生を生やし、表面侵食を防止した上で、森林に導びいて行く方針をとった。

2 工種の選定

工種にはコンクリート等による構造物工法、水処理する水路工法、一時土砂の移動を防止する柵工、地表面を植生で被覆する植生工法に分けられる。

(1) 構造物工法

コンクリート、玉石等を使い、人工的に土圧、水圧に対して安定させるために、堤をつくり、移動を起そうとする土砂を、主として構造物自体の重量により、阻止をする方法であり、この種類には、えん堤、谷止、床固め、護岩工、山腹工、よう壁等があり、種類はその材料により、コンクリート、玉石、練石積、空石積、蛇かご、丸太、鋼、等がありそれを組合せて、例えば「練石積谷止」と呼ぶ。

a. えん堤

大きい沢や、河川に作り、有害な土砂を貯留し、又は一時貯砂することを主目的とした構造物で、溪床勾配は比較的ゆるくなったところで、比較的大きに溪間工をいい、これには、コンクリートえん堤、玉石コンクリートえん堤、鋼製えん堤などがあるが、当地区においては、玉石えん堤又は、コンクリートえん堤が適当である。

b. 床固工

溪流の縦侵食を防止し、不安定土砂を現在堆砂している場所から移動させないために比較的川巾の広いところに設置する低い構造物をいい、これも玉石コンクリート床固、コンクリート床固、などがある。

c. 谷止工

沢の原流部に近く河床が比較的急勾配なったところに設置し、山脚の固定、溪岸の固定を行ない、若干の貯砂も行なうことを目的とし、規模は比較的小さく(500㎡以下)階段的に設置し、現在の溪床勾配を保ち、土砂の移動を防止する。一般には山腹工事と有機的に組合いことを目的とすることが多い。即ち、谷止を崩壊地の下方に設置し、山脚を固定、土砂の移動を止めたのち、山腹工に取りかかり、法切土砂の貯留をし、谷止を作設することにより土砂の移動がなくなるので、初めて山腹工事にかかることができる。

玉石コンクリート谷止、練石積谷止、丸太谷止、PNC板谷止、蛇かご谷止等が考えられるが、当地区では主として、練石積谷止、玉石コンクリート谷止、蛇かご谷止が一般的であろう。

d. 擁壁工

崩壊地の下端部又は中心となるところに、重力により崩壊土砂を直接止める構造物で、沢以外のところで基盤が安定しているところに作る。これを基礎にして山腹工の計画勾配を決める。これには、コンクリート擁壁、練石積擁壁等がある。

e. 石積工

これには空石積と練石積があり、空石積はコンクリートを使用しないもので、練石積はそれを使わないものである。使用場所は擁壁ほぼ同様な場所で、目的も同じであるが、比較的土圧のかからないところに用いる。

なお石積については、雨期間の粘土化、及び乾季の収縮、乾燥のためか、各地に破壊例が多く一考を要する。

古来から、この地方では石積は空石積が多いが、地山に接近した山畠のみにかぎっており、近代の練石積も破壊されていないのは山畠がほとんどである。

一般には、盛土地点は、空石積、練石積とも擁壁型をしている。即ち、表法面、裏法面にのみ、石積を使用して、中に砂利又は土で埋戻の形式をとり、雨季、乾季に対処しているものと思われる。

(2) 水路工法

水路工は崩壊地内の侵食を防止するためにあらかじめ人工水路を作り、有害な雨水、地下水を排除する工法であり、この地域では明渠と暗渠に分かれる。

明渠は、崩壊地表面の水を集めて崩壊外に導びくもので一般的な工法であり、コンクリート水路、練石積水路、空石積水路、張芝水路等が使用できる工種といえよう。

暗渠は、地下水が滞水することを防止し、これを早急に崩壊地外に誘導し、安全な表面水とする。

この地域の地すべり性崩壊には非常に重要な役割をもち、特に三紀層直上部と礫層との境に必ず入れる必要がある。

一般的には玉石暗渠、礫暗渠、ソダ暗渠、蛇かご暗渠などが一般的である。

(3) 柵工法

崩壊地面の表面浮土砂を一始止め、または客土等をやり易くするための一時的な階段等に使用するもので、目的はあくまでも緑化または森林に復旧するまでの仮設工作物である。比較的早期に復旧するところにおいては非常に効果的な工法であって、現地産の材料により、木柵工、ソダ編柵工、竹編柵工などが可能である。一方日本から供用機材に合成樹脂のネットもあり、容易に作設することができる。

(4) 植生工法

治山の最終目的は、荒廃山地を森林に復旧し、その森林の効用により、洪水の調節、山腹崩壊の防止、土砂の流出防止、水源かん養等を図ることであり、前述の、構造物工法、

をはじめ、各項はいわば全てこの植生工法の補助手段といって過言ではない。

植生工法には数多くの種類がある。表-3は代表的なものをあげたものである。

ここに列挙したものは、この地区として比較的容易に導入できるものとしてあるが、種子の採取が困難な場合があり、種子を使用するものは種子の採取に左右され、施工時期が雨季でなければならないことから非常に適期が短いので注意を要する。次の表-4は種子の採取の難易と適正工種を示したものである。

表一 3 緑化工法の種類

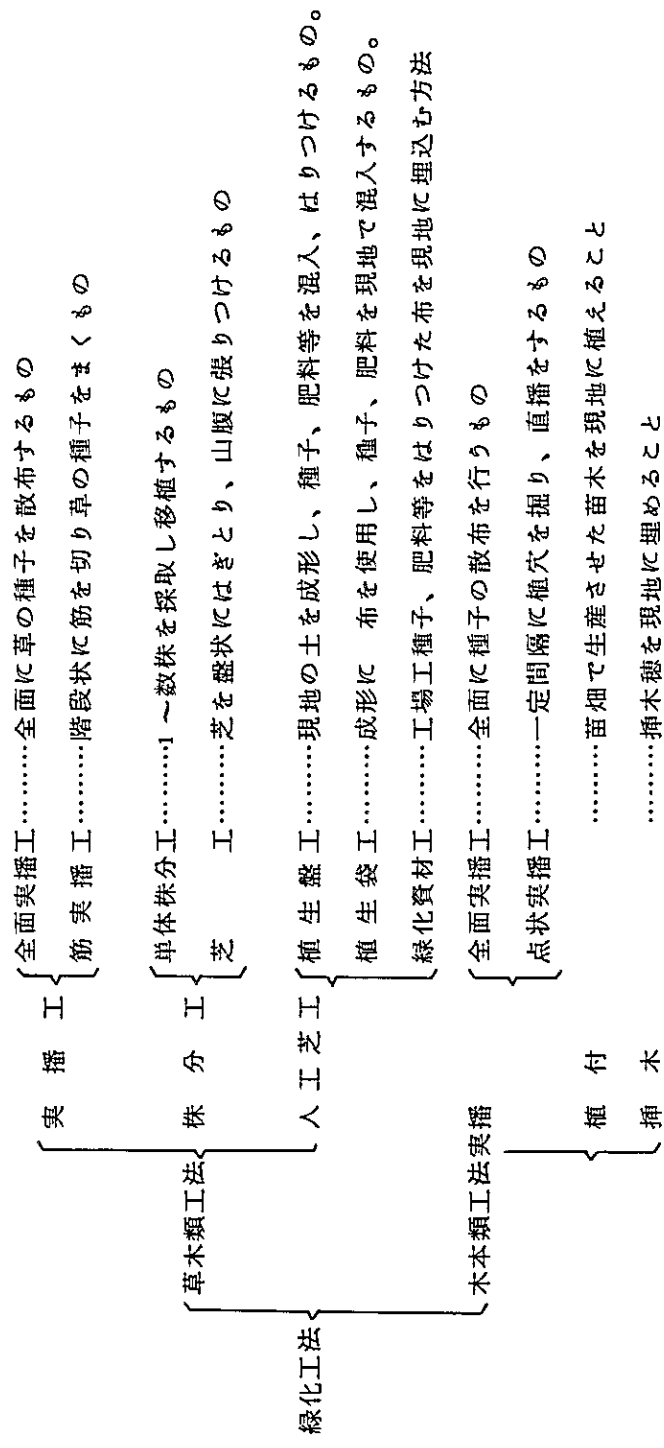


表-4 草木種導入の難易

<u>Kind of Grass</u>	<u>Germination</u>	<u>Stub Divide</u>	<u>Time for Seed Collection</u>	<u>Availability</u>
Samon	x	o	June	0
Cogon	x	0	June	0
Talahib	x	0	Late September	0
Cyperaceae	0	-	Mid-June	x
Barnyard	0	0	Mid-June	x
Turf (mountainous)	-	Sodding (June to September)	-	x
Turf (lowland)	0	-	-	-
Kentucky 31 Phenix	0	-	-	-

(Note) 0 : easy; x: difficult

3 設 計

治山事業を実施するには、その目的を十分に満たす工法を採用すべきである。それには、その目的物である保全対象、その施工地の概略をつかむ必要がある。

当地域には、幸い 5,000 分の 1 の地形図が航空写真より図化されているが、崩壊地多発以前の撮影のため、崩壊地、荒廃状況は最近の部分が判らないため、まず現地の把握を十分行なわなければならない。

(1) 踏 査

施工の必要性のある、流域が決まると、その流域の全体を把握して、どのようなところに、どのような工種を配列して行くかを概略調査をする。

踏査はまず、その流域全体が見渡される屋根に上り、崩壊地の数、面積、深さ等を測定し、その後、崩壊地の下端部、および沢を踏査し、岩盤の状況、転石の大きさ、不安定土砂の状況等を調査し、概略の工種を決める。

(2) 測 量

測量は各種の工種によって精度が違いますが、一般にコンクリート構造物を使用する場合は最低、トランシットまで、植生工法であれば最低、ポケットコンパス程度となる。

使用器材と工種	
コンクリート構造物 えん堤、谷止 よう壁	{ トランシット スチールテープ レベル
玉石コンクリート 練石積	{ ポケットコンパス 米 縄 レベル
崩壊地周囲測量 植生工配置測量 編 柵 工	{ ポケットコンパス 米 縄 ハンドレベル
河川の縦断	ポケットコンパス
練石積の横断	ボール

これらを使い、その施行地及び構造物等に合せた適正な測量を行ない、構造物では測量と同時に岩盤の良否、岩盤線を正確に推定することが重要である。

(3) 工種配置

踏査、測量の結果と前後して工種をいかに配置するかが重要である。踏査のときに概略決定しておいたものが、測量の段階で果してよかったか、他の工種はないかを判断して、

目的に合った工種を配置する。

工種を配置するに当っては、まず現地に入手しやすいもの、現地産のものを最優先して採用する。その概略を示すと次のとおりである。

労働力 雨季に入ると当プロジェクトの造林事業、及び稲作の植付作業と重なり、労働力は余裕があるとはいえないが、乾期には比較的豊富である。

材料類

砂、砂利、パーセル、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲとも最寄の川から採取可能と、質は良く、コンクリートにも十分使用可能である。市販されているものは近くにはないので、河川から直接採取分類をすることが必要である。

玉石 栗石、各河川とも豊富にあり、採取は容易であり、質も良好である。

その他石材、加工した石材は見当らず、パーセルⅡには、現場内と緻密な角ばった石があり、石積に適す。

木杭 枝条、付近の山から雑かん木は採取が可能であるが、ほとんどが草原地帯で多量には困難である。

枝条については、竹類は周辺の山から採取は容易である。

木材 サンホセルには数件の木材取扱い商店があり、入手は容易である。

蛇カゴ 出来上ったものは市販されていない。

鉄筋 市販されており、入手は容易で、鉄筋加工工も居り、鉄筋使用例も多い。ほとんどが異型钢である。

その他金属製品 一般的な小さな、日常用品類は市販されているが、特に骨材ふるい分けに使用するふるいは良質のものがなく、工夫が必要である。

セメント ポルトランドセメントは市販されている。40kg紙袋入。

オイル類 サンホセ数件のガソリンスタンドがあるが、入手は困難で、多量の購入はむづかしい。

機械のレンタル ブルドーザー、ホイールタイプペイローダー、ダンプトラック等は容易に借りることができる。

この他に現在日本から供用機材としてもって来たものを挙げると下記のとおりである。

植生袋

PNC板

コンクリートミキサー（水量計、バッチキースケール共）

サンドポンプ

ハイドロシダー（4 ton車架装）

削岩機（エアコンプレッサー、パイプ、その他一式）

編柵用網

その他、各種試験用及び測量器械類である。

これらのことを考慮して工種を選択して行くが、できるかぎり人力施工とし、機械類の使用をさけた方が得策であろう。

(4) 構造物の規模及び、断面の決定

踏査、測量の成果、工種配置に基づき、構造物は具体的に規模、高さ、厚さの決定、床掘深、放水路の大きさを決定することとなる。それには構造物が一定年間(ここでは100年)の確率最大時雨量のときであっても安定するように構造を決めなければならない。

ここで必要な計算は、最大確率雨量の計算、土圧、水圧、転倒、堤体破壊、滑動に関する安定計算を行なう必要がある。

(5) 工事費の積算

工種の配置、構造物の大きさ及びその数量が決定すれば全ての工事数量が決定される。そこで単価を決定し、工事金額を出す積算作業に入る。

工事費の積算は一般に、直接工事費、間接工事費、諸経費に分けられる。

a. 直接工事費

直接工事に係る材料費、労賃、燃料代、各車輛の借上料、機械の損料、直接工事にかかわる機械等の修理費、道具類の購入費等であり、

$$\text{数量} \times \text{単価} = \text{金額}$$

$$\text{単価} = \text{単位当りの功程} \times \text{労働者単価}$$

が基本になって金額の合計が直接工事費となる。

今まで把握した功程は次のとおりである。

人力床掘 1 m³当り

種類	方法	功程	備考
普通土床掘	土工	2.5人	小運搬を含む深さ1.5mまで適用
砂利転石交り土床掘		3.0人	"

○ 砂、砂利、玉石採取 1 m³当り

品名	方法	採取	選別	計	備考
砂	土工	1.0	0.5	1.5	小運搬、洗条、選別を含む
砂利	"	1.0	0.8	1.8	"
裏込礫	"	1.0	1.2	2.2	小運搬を含む
玉石	"	2.0		2.9	" 1 m ³ 100コ

○ 石 積

1 m³

種 類	方 法	功 程	備 考
練石積	石積工	1.0人	
空石積	"	1.0人	

○ コンクリート

手練り、容積配合、 1 : 3 : 6 1 m³当

種 類	方 法	練混ぜ	つき固め	計	備 考
コンクリート	土工	2.5人	0.5人	3.0人	養生を含む

○ 型 枠

種 類	方 法	功 程	備 考
型枠 製作	大 工	0.2	
"	土 工	0.2	
型枠 組立	大 工	0.11	
"	土 工	0.16	

○ 土羽芝、草木植付

1 m²

種 類	方 法	功 程	備 考
芝 採 取	土 工	0.5人	1 m ² 当り 100枚使用 小運搬共
草 採 取	"	0.3人	1 m ² 当り 33m "
張付、土羽町	"	0.7人	

○ 斜面整地

10 m²

種 類	方 法	功 程	備 考
斜面整地	土 工	2.0	
階段切付	"	3.0	10 m ² 当り

○ 編 柵

種 類	方 法	功 程	備 考
杭 採 取	土 工	2.0人	10 m当り 13本使用 小運搬含む
そだ株取	"	1.0 "	"
編柵あみ	"	1.0 "	"

○ 植生袋工法

1 m²

種 類	方 法	切 程	備 考
肥沃土採取	土 工	0.2	1 m ² 当り 6.6 枚
混 土	"	0.05	"
張付土羽打	"	0.7	小運搬を含む

なおこの工期把握は、この2年間に実施したもので、労働者は初めての作業が多く、とまどいもあったと思われるので今後の修正が必要と思われる。

b. 間接工事費

直接工事には関係はないが、付随して必要なもの。労務者の為の宿泊施設、現場事務所、セメント保管倉庫、燃料保管庫、重機械の運搬費、工事現場に行く仮設道路、廻排水等である。

c. 諸経費

主として請負に付記する場合の請負業者の管理経理を見込んだもので、利潤、交通費、本部の事務所維持費、職員の給料、旅費、税金、技術報酬料の一部をこの工事で負担するためのものである。

4. 治山事業の実行

プロジェクト発足以来今日までの実行結果は別表-5のとおりである。

(1) 山腹工工種の説明

a. 法 切 工

法切工は、崩壊地の頭部が原地形より急峻であり、このままでは不安定なため、これを取り除き、安定的な勾配にするもので、この地域においても非常に重要であり、自然復旧力の強い小崩壊は法切工のみで十分緑化が可能である。

問題は切取土の処理と砂礫層の安定であるが、切取土は乾季の法切の場合は埋設編柵を十分に入れ、雨季に入り再び法面をつき固める必要がある。砂礫層は法が急であり、切取土量が非常に大きくなること、又、砂礫層は垂直斜面が比較的安定しているので頭部のみ法を切ることでやむを得ない。

b. 張 芝 工

法切工の終了した後に水平に50cm間隔で芝を張って行く方法である。

芝は河川近くの堆積地に多く自生している天然芝を用い、巾20cm、長さ30cm、厚さ3cm程度のマット状に採取してそのまま張付ける方法である。斜面には、丁度このマットが入る程度の巾20cm、深さ3cmのみぞを水平に掘り、張付けたあとよく密着するように土羽を打つ。

この方法は、この地方に最も適している工法で、一種の客土工法であり、採取するとこ

ろが河川に近く肥沃土を多く含んでおり、乾燥や養分のないところでもよく成育をするが運搬距離が遠い欠点がある。林道付近であれば十分可能である。

c. 緑化袋工

芝の代わりに、現場の土を草の種子、若干の肥料とを混ぜ、これをガーゼ状の袋につめてマットにしたもの。張付方法は張芝工と同じである。長所は現地の土が使用できて手軽に施工できる点であるが、欠点として、発芽までに時間がかかり、乾期を通り越すにはある程度成長しておかなければならないため、雨期の期間でも前半のみで、施工期間が制約されることである。

d. 株分工

当プロジェクトでは、一本毎のタラヒブの株分けとサセン、コゴンの集団の株分けの両方の施工を実施した。両工法とも7月上旬から8月上旬の雨が連続して降り、ある程度活着して後も降雨が続いたものは成功したが、6月雨期の初期、雨の少ない時期、9月中旬から旬工後、活着してから雨の期間が少ないものは枯れが多い。

集団の株分け方法は、ある程度客土に近い方法で土をつけたまま施工地に植付けるもので、非常に容易であり、雨の降り方さえ十分であれば100%の活着は見込まれ、今後最も有望である。

e. 実播工

草の種子を直接施工地に播く方法で、階段を切りその階段に播く方法、斜面にそのまま播く方法、および斜面に穴を掘り種を播く方法等があり、いずれも非常に簡単であるが、種子の播きつけから発芽、生育するまでに流出するおそれがあり、発芽の早い種類を選ぶことや、流出の防止を工夫しなければならない。

f. 吹付工

前項の実播工の一種で種子を直接山腹斜面に播く方法で、種子と流出防止剤、肥料等を水で溶かして、機械をもって射出し、吹付ける方法である。主として法面の比較的急なところで他に方法がない場合や、林道切取面等に使用する。時期と、流出防止をいかにするかが最も重要である。

g. 植栽土

一般に草木導入が順調に進むと表面侵食は止まり、自然植生は簡単に侵入する。しかし将来は森林に移行するために植栽を行なうことがより有効である。植栽の方法論は「造林」の方法と全く同じであり、間隔を狭くして、できるかぎり早期に表面を覆うことが必要である。なお一般に崩土上は成長が早い。

(2) 実行上の問題点

a. 床掘

構造物設置の上で重要な役割をしている基礎地盤は、ある程度の支持力が必要であり、

確実に着岩しないまでも、地山には接地する必要がある。そこで床掘をするわけであるが、当地区の河川には大転石が多い。一方この国で火薬類を使用して床掘をするには許可認可に非常に長期間を要すこともあり、現実問題として使用できないのが現状である。従って床掘は、機械が使用可能なところであれば使えるが極くかぎられたところで、その他は全て人力によらざるを得なく、床掘は非常に苦勞しなければならぬ。

b. 洗 掘

乾季が非常に長く沢といえどもほとんど枯れるものが多く、河床に亀裂を生ずることも多い。このような時に短時間に集中した雨が降れば、落差30cmのものが1.5mまで侵食されることは常にあり、前項の床掘が不可能な場合と併せて、先掘が大きな問題となる。従って、河川、沢を横切る構造物ならびに山腹工の石積等であっても、常にせん掘には十分留意しなければならない。

最良の方法は溪間工事であれば、水叩きコンクリートを作る方法、山腹工では流水ケ所にコンクリートの水路を作る方法以上にはなく、袖については十分過ぎるほど挿入し、埋戻は水を加えたつき固めを行う必要がある。

c. 石積工の弱点

乾季中の盛土は全て凝集力、粘着力をなくし、収縮し切っている。これが一端、吸水すると膨張をすることもある。石積は一般にもたせ擁壁であり、石積自体の重さにより土の移動を防止するためのもので、地山自体の収縮、膨張の力には概して強くない。また、石積を越した水により底部が侵食される等、諸因子により破壊の例が多い。

従って、擁壁形式(図-3)のような構造とすれば、先掘さえ防止すれば、上記の破壊はなくなるものと考えられる。

d. 床掘土砂の処理

盛土が雨季になれば流出するので、床掘工の処理は必ずえん堤上流部にもって行き、土砂の流出を防止する。

以上が構造物作設上特に留意する事項である。次に植生工法の注意事

e. 植生工法の時期

造林事業と全く同一時期になるが、その年の事業の終了は、むしろ造林事業より早める必要がある。このことは乾季になる以前にある程度活着していて、裸地の高温に耐える程度の体力を養う必要があり、それはむしろ造林地より裸地の方が、自然条件が厳しいためである。また、前述のように、この時期の労働者集めは非常に困難性があり、他所からの流動化を考慮する必要がある。

f. 種子による緑化工

当地区の植生は主としてコゴン又はサモンであり、一般的な例とすれば、この2種類の草木種子を採取、使用すればよいわけであるが、両者とも発芽する時期が長く、サモンは

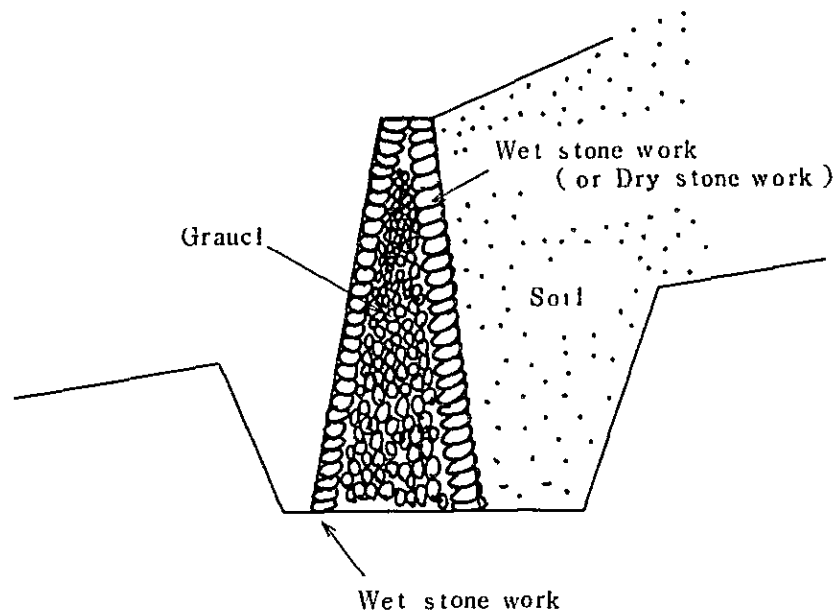


Fig 3 擁壁の構造

約1ヶ月後といわれている。従って雨季に入り、1カ月も放置の状態となるわけで、流出することが多いので結局は使えず、カヤツリグサ類や、ヒエの類が適当であろう。

しかし、草木は表面侵食防止のためで、その後には必ず植栽が必要で、ジャイアントイビルイビルは崩壊地に非常によく成育するが、一説には表層の植生が退化して表面侵食が起こるといふこともあるが、森林で被覆すれば、それ以上の効用があり、早期に被覆することが望ましい。

5 調査研究

治山事業がこの地域には施工されていないため、各種のデータ等が現在全くないので導入試験、適用試験を主体に実施した。

この結果が直ちに実行に結びつくものとなり表-5のとおりである。

なお現在調査中のものは下記のとおりである。

表-5 調査項目

名称	場所	目的
植生侵入調査	P ₁ Talatalen	林道の盛土面及び崩壊地における自然復旧調査
植生導入試験	全施工地	工種、草木種の選定、工法の選定
植生の推移	P ₁ Talatalen	施工直後の状態が今後どのように変化して行くか
量水試験	P ₂ 86林班	森林に移行する時の水量の変化の推移(施設建設中)

なお調査の必要な項目は表-6の通り。

表-6 調査、研究項目一覧表

項目	調査名	目的
地形調査	地形解析	航空写真から図化した地図による地形、傾斜、谷密度、起伏量 その他崩壊の間接的な原因を把握する。
	崩壊地調査	新たに発生した崩壊地の位置、方位、面積、深さ、原因、地質 侵食の難易、自然復旧の難易等を調査し、施工方法を決定する 基とする。
植生 及び 植付 調査	現植生分布図の 作成	全地域内の植生分布図を作成し、崩壊地との関連および造林樹 種選択の目安とする。
	植生導入工法	植生袋、筋芝工、筋工、株分工、実播工等について地区別に最 適工法を確立する。
	草木種導入	コゴン、サモン、クラヒブ、カヤツリグサ、ヒエ等の草木種子 について上記試験と併せて地区別に最適種を決定する。
	自然復旧地の 追跡	崩壊地又は人工的な裸地における自然復旧のプロセスを調査す る。
	大本種の導入及 び成長試験	大本の種類決定及びその成長速度の測定を行ない森林に移行す る最短な方法を見付ける。
土質試験	土質試験	土の内部摩擦、粘着力、透水係数、収縮係数等一連の土質試験を を行ない、構造物を安全に設計するための基礎とする。
量水試験	量水試験	将来森林に移行するときに、森林の影響がどのように表われる かを植栽地及び無立木地に分けて、水量の変化、流出土砂量、 を測定し、この地域の造林の効果を測定する。

第二編 林 道

第一節 林道の基本的な考え方

この地域の林道は「パンタパンガン地域森林造成事業開発計画調査報告書」（昭和53年3月）によれば、“林道経営の生産基盤として最も経営しやすいような林道網を作り、林道もまた公道と調和のとれた、地域総合開発の分担をほどよく受持たねばならない。”としている。

林道の計画はまさにその通りであり、将来の地域開発、この国の林業の作業仕組の改善、生活環境の変化を急速にもたらすものであり、目先の事業のみ考えた計画を立てるべきではなく、長期的展望に立って、社会の貢献度、事業の継続性等を考慮して、長期的かつ公共的な林道、幹線林道と、事業用のみに供する林道、事業林道とは区別して構造規格を定めた方が得策であろう。

1. 幹線林道

幹線林道は、将来、公道と公道を結ぶいわば連絡道で、将来は公道となる性質のもので、一車線であっても将来改良、拡巾も可能な勾配とし、構造物も適宜導入し、完全なものとして行く林道である。

2. 事業林道

当プロジェクトの直接事業実行に必要なための林道であり、一車線で、できるかぎり管理林道を兼ねることのできるように、他の林道に結ぶ線型を考慮するが、やむを得ない場合は行き止りとする。

構造はできるかぎり現地形に合った道とし、構造物も比較的少ない場所を選定して行く。

3. 林道の全体計画と年次別実行計画

パンタパンガダム上流全域を総合的に考えた場合の林道の全体計画は、「パンタパンガン地域森林造成技術協力プロジェクト実施計画調査報告書」によれば

幹線林道	51.8 Km
事業林道	73.6 Km
作業道	48.0 Km

となっているが、当プロジェクト8,100 haに関する計画は、現地検討の結果、年次毎の実行計画は次のとおりである。

年 度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	Total
延 長	5 Km	30 Km	40 Km	30 Km	20 Km		125 Km

このうち幹線林道はパーセルⅢ、コンバージョン道路、28 Kmである。

第二節 林道の施工

1. 林道技術の現状と背景

林道は、従来から乾季において木材搬出用のロギングロードとして、各地に存在し、当プロジェクト内においても、その形跡が認められるが現在は使用不可能な状態である。

しかし、造林のための林道は、フィリピン国全体を見ても非常にまれで、特殊なケースといえる。このようなことから、造林に使用可能な通年林道の作設技術は、皆無に等しい。

2. 乾季林道と通年林道

a. 乾季道路

この地方の乾季は11月に始まって、4月まで6ヶ月間といわれており、乾季には小河川のほとんどが全く水がなくなり、大河川でさえ車輛の横断が容易である。一方山腹斜面の谷部は水がなく、湿地帯もなくなり、降雨の心配がないので、排水管、排水路の心配は一切いらない。後述の盛土地区であっても、流水がないので安定しており、土の支持力も大型車輛の通過に十分耐えることができる。時期的には、12月までは多少問題が残るものの、1月に入れば完全に乾季の状態となる。

道路開設に当たってのブルドーザー作業も、粘性土は全然なくなり、粘着性がないので掘削には非常に効率が良く、深い谷もただ押土で埋めて道路を作る方式をロギングロードはとっている。

木材搬出は乾季に実施すれば、路面は乾燥し、敷砂利は不要、勾配もトラックの登はん力一ぱいの、20～30%でもよく、安全運転にさえ徹すれば、道路の構造上からは支障がなく、舗装道路と同様ななめらかな道となり、運搬に最適である。

b. 通年道路

通年道路はいわば雨季にも通行可能な道路という意味であり、雨季になると乾期とは全く様相を変え、乾季には考えられなかった、小沢にも流水が走り、各所に湿地帯ができ、通行不可能となる。

一たん車輛が軟所にはまりこむと、その跡は粘土で囲ったようになり滞水し、より広範囲に軟所が広がる。

路面の敷砂利がないところは、表面が粘土化し、降雨時には、積雪4～5cmのときの路面のように滑りやすく、降雨後2時間程度は通行が不可能である。

勾配がある一定以上(約10%)になると道路面の流水により、敷砂利が流され、また路面の表面が侵食され、そこから路体の欠壊に発展することもあり得る。

盛土で乾季に実行した場所は、土の粘着力や凝集力がなく、つき固が非常に困難でありルーズになっている。これが雨季に入り、まだ粘着力、凝集力をもたないうちに流水に合ると溶出するように流出する。従って盛土法面はガリ-侵食が多く発生し、路体自体にも影響することとなる。

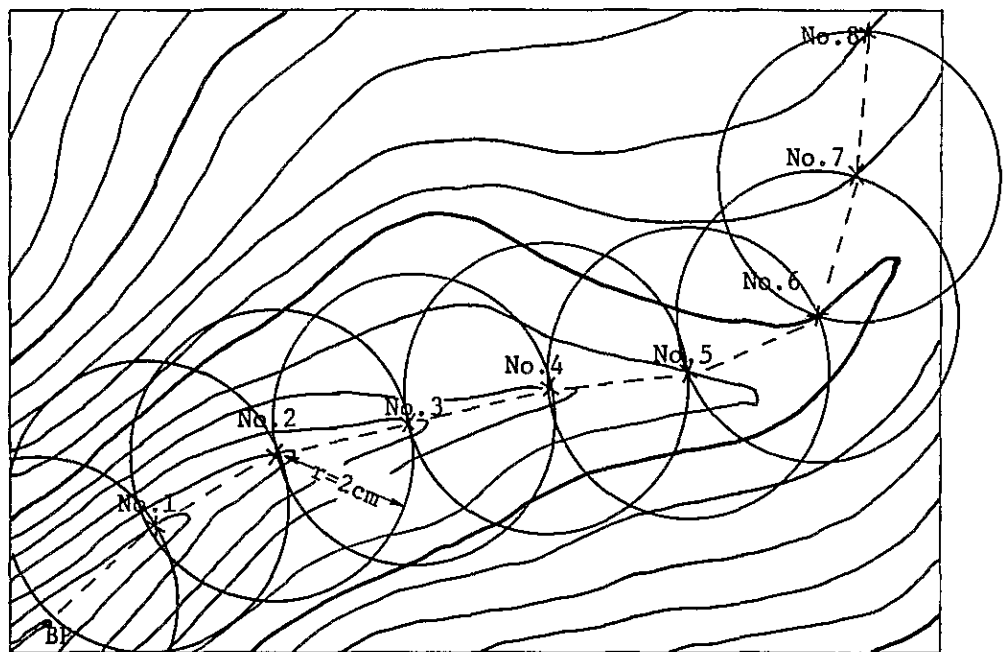
3. 設 計

林道を設計するには、予備調査、踏査、測量、設計がある。

1) 予備調査

現在この地区には約10年前にフィリピン側で航空写真をとり、それを日本で図化した5,000分の1、20,000分の1、50,000分の1の二種類の地形図があり、これに基づいて、地形の状況等を予備調査をすることが可能である。即ち、乾線林道の概測は50,000分の1の地形図で、5,000分の1の地形図では、通過地点、おおよその勾配を推定できる。

勾配の決め方は、5,000分の1の地形図で、例えば10%勾配とすると図-4のように半径2.0cmの円を描き、そのコンターラインと円との交点を結べば10%の勾配となる。



Scale 1 : 5,000

円の半径は

コンターラインの間隔 × 縮尺 × 勾配の逆数

例 縮尺 5,000分の1

コンターライン間隔 5 m

勾 配 10%

$$\text{半径 } r \text{ cm} = 5 \times \frac{1}{5,000} \times \frac{100}{10} = \text{ } / \text{cm}$$

として概略の勾配、路線の決定を行なう。

2) 踏 査

この地区の航空写真は古いので、その後崩壊地が増加し、河川の状況も変化している。従って現地の踏査は不可決であり、特に架橋地点は、勾配を追跡して行き無理のない場所であることはもちろん、兩岸の安定したところを選ぶことが必要で、踏査は欠かせない。

また、路線を測量する前に将来の路線も含めて踏査をしなければならない。

3) 測 量

フィリピンの林道設計の現状は、請負契約がメートル単位で行なわれている。従って、現在、日本で実施されている測量技術を直移入するには困難を伴ない、将来に向けて漸次技術移転をすることが望ましい。

ロッキングロードは、勾配が20~30%と非常に急勾配で、地形に沿ってはいるが、カーブの導入は少なく、勾配の上下で林道を作設するいわば波状形林道である。

当プロジェクトは、造林を主とした林道を設計するもので、木材搬出との違いは、雨季に荷物を運搬しなければならないこと、荷物はトラックから現地に分散させることが必要であること、造林適期が時間的に短く、制約を受けることなどから尾根林道を基本とする測量が得策である。

測量に当っては、勾配を重点に考慮し10%以下の勾配で、滑らかな勾配とし、盛土が不安定であるからできるかぎり全切りとし、地山のみで巾員が確保できるようにする。沢の通過は可能な限り、小曲線を取り入れ、地形にそった路線として中心線測量をする。

なお勾配については沢の通過地点を洪水時林道を流れないよう十分余裕をとったのち、沢部分を高く、尾根部を低くする。これは、林道を流れる水が尾根の地盤の固い所で処理されて分散されるため、また尾根部分は盛土法面が短く、侵食を受けても目立たないためである。

4) 設 計

a. 巾 員

巾員は可能なかぎり大きく取るが、一般的には、幹線林道5m、その他4m以上として一車線の確保をする。

待避所については、天然地形を利用し、主として尾根部に可能なかぎり巾員をとり、トラックの方向転換に使用できる規模としておおむね500mに1ヶ所とすることが望ましい。

b. 切 取

切取はブルドーザーを使用した切取を行なう。切取法面は土質によって異なるが、パーセルの礫層では、法は垂直で安定するところがあり、上からの落下物がないかぎり「直」の方がよい。しかし一般的には7分法で切取を計画する。それ以上にする場合は法面の表面が流水により侵食を受けるおそれがある。

c. 盛土

盛土はできるかぎり避け、やむを得ない場合は散水締固めを十分にすれば可能である。しかし、林道の開設は主として乾季で、特に尾根林道が多いため、水の運搬に労力を要しまた水を散き過ぎると粘土化し、能率低下など細心の注意が必要であり、真にやむを得ない、橋台の埋戻し、コルゲートパイプの埋戻しなどにかぎることが望ましい。

d. 排水施設

排水施設はこの地域の林道開設の上で最も重要である。地形的にも比較的小沢が多く、雨の降り方も短時間に多量の雨が降り、窪地又は沢に全て集中する。その場合排水施設が不備のときは、路体内を流走し、盛土部分を流失させ、地山部分でさえ侵食をする。

一方、雨季に入ると地下水が各所から地表に表われ、湿地帯を作り、一度湿地帯で土をこねると次の乾季まで車輛の通行が不可能となるほど深部まで粘土化してしまうことが多く、その排水には十分留意する必要がある。

排水の種類には次のものがあり、このプロジェクトで使用できるものである。

i. 排水管

最も多く利用できるものでコンクリートパイプとコルゲートパイプがあり、コンクリートパイプは市販されている、コルゲートパイプは日本からの供用機材である。

排水管の径は下記により決まる。

$$Q = 0.002778 \alpha \cdot h \cdot A$$

Q：最大流量 m^3/sec

α ：流出係数（1.0とする）

h：最大時雨量（150 mm/hとする）

従って

$$Q = 0.417 A \quad m^3/sec \quad \text{..... ①}$$

パイプの排水能力 Q_a は

$$Q_a = F \cdot u$$

F：流水部分の断面積 m^2

u：平均流速

$$u = c \quad R \cdot I$$

R：径深 F/L

I：勾配 0.10

c：粗度係数 コンクリート 0.012 コルゲート 0.024

この計算により、パイプの直径が決定され、パイプを埋設する。埋設するに当たっての注意事項は一般的な注意事項の外に次の点に留意すること。

(1) コンクリートパイプは非常にもろく、簡単に破壊されるので、途中運搬や移動には細

心の注意を払うこと。

(2) 基床作成については「盛土」の項でも述べたが、乾季の盛土上はできるだけ避けるが、やむを得ない場合は、水をかけ締め固をするか、礫を混ぜた基床を作り流水による流亡をなくする。埋設後の盛土も同様である。

(3) コンクリートパイプの継ぎ目は、できるかぎりモルタル接着とする。これは接目からの漏水により、基床や盛土の流失を防止するためである。

(4) 盛土個所に路面の水が流れないように排水溝や横断排水溝を作る必要がある。

ii 横断排水溝

降雨が極所的な集中豪雨の型をとり、沢、林道といわず、低いところへ集中、一挙に流下するため、林道が流路となることが多い。林道が流路となれば、路面の砂利は流亡し、林道に縦侵食が出て、ついには路体が崩落することがある。

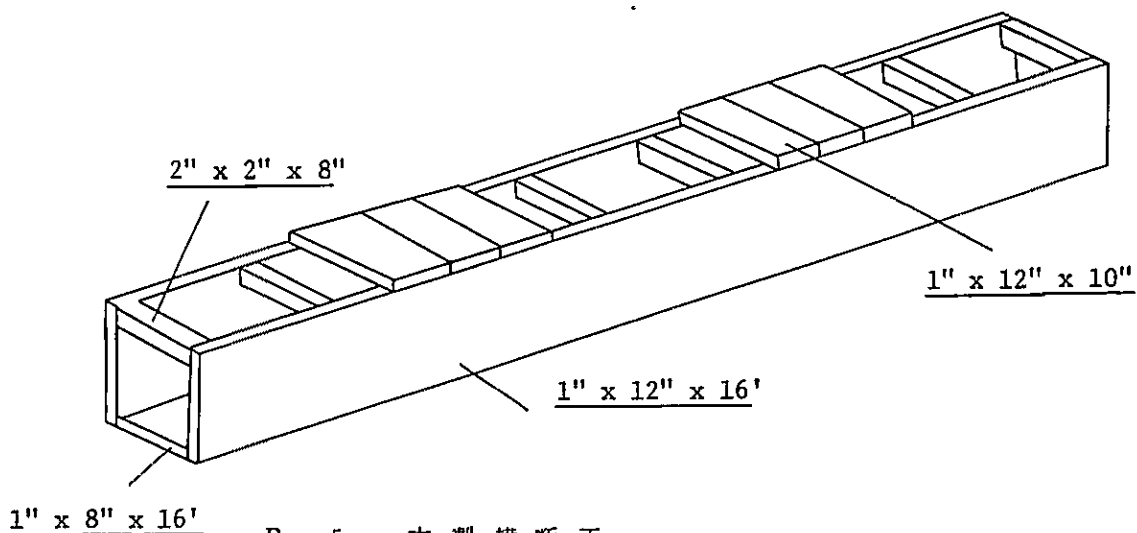
これは勾配が急なほど、流水の加速度がつくほど影響は大きく、その力は大きい。

従って勾配はできるだけ緩かにし、また掃流力をすくなくするには、路面を走る距離をできる限り短くする必要があり、それには横断明渠溝を数多く入れることが望ましい。

横断排水溝には各種があるが、フィリピンでは既製品はなく、現地に合った材料を使用して作る以外にはない。

(1) 木製横断工

図-5のように板を組合せたもので横断排水工とする。構造は簡単であり、木材も容易



に入手でき、運搬も容易なことから各所に使用した。

問題は弱い点であるが、これは不等沈下を防止することと、両側の埋め戻を十分に行えばよい。それには基床や両側の埋戻個所に礫や玉石をしきつき固める必要がある。

(2) 割石横断工

割石や天然の角ばった平らな石を使用し、箱型明渠を作るものである。これは基床のし

っかり安定した礫混りの場所で、石材の容易に採れるところに採用できる。

問題点は部分的な不等沈下と張石が転倒することであり、基床の補強とつき固めを十分にすることにより防止できる。一方車輛の通過する場所に何らかの覆いがあることで、付近に平らな石があればよいが、無い場合は車輛の通行に支障のないように巾をせばめることが必要である。

(3) 素掘横断工

尾根林道が多いため、比較的流水は分散しており、できるだけ早期に水を路体外に出す主旨から、簡単な素掘による横断工を多く作ることも考えられ、集中豪雨時には非常に力を発揮することがある。難点は車輛の通行に支障があることであるが、深さを10cm、巾を30cmと広く取れば徐行程度で通行が可能であり、有効な方法である。

e. 路面の安定

路面は敷砂利をして安定させる。

砂利道は、砂利の性質、敷厚が問題となって来るが、この地区については「目と手ざわりによる路床上の簡易判別法」(1978.11.林業土木コンサルタンツ、松田伸一、竹淵多美雄)の方法によると、C.B.R値は20程度で35cmの敷厚が必要となる計算であるが、乾季と雨季の性質が全く違い、乾季はどんな重車輛でも通行可能であるので、この数値は当てはめることができないが、雨季は大体当てはまる。しかし切取路面をできるだけ乱さないようにカットし、路面排水を十分考慮することにより、路盤の支持力を確保することができる。この地方の雨は、一度に集中的に降るので、その時路面に滞水させないような道路構造が必要で、耐水した場合は直ちに排水をする。

雨季であっても初期のうち、敷砂利がなくても、雨の止んだ後、1～2時間もすれば、地盤の支持力が十分得られるが、このとき無理に車輛を通行させると、スリップしたり、わだちができて、こね返しの状態となり、将来に悪い結果をもたらす。強い雨のあと、1～2時間は通行を避けることが望ましい。

これらのことから、一般には排水施設を十分に完備すれば、切取部分は車輛がスリップしない程度の10cmの敷厚で十分であるが、地下水の湧水地や、万一滞水したところでは玉石等を約50～60cm投入し、その上に砂利を敷く以外になく、非常に困難であるので、路線の選定のとき、このような所は避けることが望ましい。

敷砂利は、全て路体、路面を平滑にし側溝作設の上で施工するが、人力による側溝を手直しなどで敷砂利の後でやむを得ず実施する場合は、排土を敷砂利の上に散布しないように特に注意しなければならない。

このことは乾季林道は土で補装する考えから、通年林道も同じように考えているからで全ての人の共通的な考えのようでグレーダーのオペレーターも同様な考えをもっており常に注意が必要である。

f. 法面保護

法面には、切取法面と盛土法面があり、その保全は極めて重要である。

(1) 切取法面

切取法面の保護には、その法面がどのような侵食過程をとるかによって保護の方法を考えなければならない。

i. 第四紀礫層地帯

パーセルⅠを中心に第三紀層の泥岩上に第四紀末団結の礫層が乗っている。この地帯は一般に直径5～7cmの円礫を含み、緻密な堆積層となっている。この地帯の法面は、侵食に比較的強く、垂直法面はほとんど侵食を受けないで安定する性質があり、垂直に近い切取をし、処理をしない。

ii. 第三紀層泥岩地帯（乾燥地帯）

パーセルⅠにあり、比較的安定しているが、地層傾斜が20°～30°で、第三紀層でも新らしい地層であり、粘土化しやすく、そこが滑り面となって滑落することがある。互層面も強弱があり、弱いところは雨滴により侵食されやすいので、7割程度の法勾配をつける。

iii. 堆積地帯

礫を含む堆積地帯は礫層地帯とほぼ同様であるが、他の全ての堆積地帯は一般に細粒の土からできており、乾季と雨季の差により、地面に亀裂ができることが多く、この切取後は垂直に崩壊を起すことが多い。また雨に非常に弱く、法脚をさらわれるとブロック状に崩壊をする。従って法面のカットは可能なかぎり緩やかにするとともに、法面の脚を安定し、法面の侵食を防止するために全面吹付工が必要である。

iv. 堆積地帯（湧水ヶ所）

一般に傾斜が低く、法面カットは問題にならないことが多いが、やむを得ずカットする場合は、法勾配を1割以上とすることが望ましい。特に法面の大きいときは、法面排水路を作り、法脚部には大きな側溝を作り、法面から浸み出した地下水を路体内に流入させないことが必要である。

v. 花崗岩深層風化地帯

パーセルⅡB及びパーセルⅢの極く一部とにあり、最も侵食が起りやすい。この地帯は非常に脆ろく、すこしの雨で溶けるように流出し、少しの落差のあるところは直ちに縦侵食がおこり、やがては大崩落となる。

法面はどんな勾配でも侵食を起すが、表面を水が流れないようにすることがよいと考えられ、垂直に切り、崩壊が起っても路巾が確保されるよう路巾を大きくとり、路面自体も流水の侵食を受けないよう横断排水溝を多く設置し、側溝はコンクリート水路とする。また可能なかぎり山留工が必要である。法面は傾斜を付けた場合は必ず全面緑化工が必要となる。

VI. 岩石地帯

パーセルⅡの入口には岩石地帯があり、法面は安定しているが落下物の危険性があるもので7分法とする。

VII. 盛土法面

盛土法面については「盛土」の項でも触れたが、乾季の盛土は雨季に入って雨水により流亡し、極めて不安定である。法面保護のための緑化でも、乾季では不可能であり、最も重要な個所には、コンクリート擁壁や簡単な場所では空石積をする。

しかし、雨季に流失されなかったところは二年目の雨期には侵食は少なく、自然植生が侵入して行く。

法面保護の方法論は治山の項で述べる。

4. 施 工

ここでは実際の施工に当っての歩掛、施工方法等を記述する。

林道を作設するには、ブルドーザー、トラクターショベル、モーターグレーダー、ダンプトラックを主として使用し、現在供用機材として到着して使用しているものは下記のとおりである。

ブルドーザー	D60、1台	CT35、2台
トラクターショベル	D50S、2台	
モーターグレーダー	1台	
ダンプトラック	3台	

機械施工上の一般的な注意事項として、当地区には近隣にない多量の重機械が入ったが、最も大切なことは、仕事量に合った材料を運搬距離を含めて、最も効率よく使うことで、ややもすると直ちに大型機械を使用する傾向にあり、また運搬距離のいかんにかかわらず、小さな仕事に大型の機械を運搬することがある。最も効率よい機械の使用計画をたてて実施する必要がある。

1) ブルドーザー施工

概測終了後、初期においてはI.P.を測量後カーブを設定し、20m毎に見出リボンを付け、そのリボンに切盛を書きこみ、ブルドーザーを誘導した。しかし数ヶ月後になると、オペレーター自体がカーブを設定できるようになり、また半切半盛が不可能で全切をしなければならぬことから、オペレーター自体の判断でも容易に施工できるので、現在はI.P.のみ測量をして、それに見出リボンを付けて実施している。

ブルドーザーは林道のカットに使用し、熟練して来ると、法面の切取も人手を使わずに切取ることができ、乾季に実施することが多く切取は容易である。大型の機械ほど効率がよい。地形が比較的緩やかで、崩土法面の長さは比較的短かく、切取土砂の処理に苦心することはあまりない。

機械の標準工程

ブルドーザーの標準工程の算定式

$$Q = \frac{60 \times q \times F}{cm}$$

Q : 1 時間当りの作業量

q : 1 回の掘削押土量 (m³/h)

F : 作業係数

cm : サイクルタイム (min)

ここで

$$q = \frac{BH^2}{2L \tan \phi}$$

B : 排土板寸法 (巾) (m)

H : 排土板高さ (m)

L : 普通土石膨張係数

φ : 押土材料の角度 (度)

サイクルタイムは

$$cm = \frac{\ell}{V_1} + \frac{\ell}{V_2} + tg$$

ℓ : 押土距離 (m)

V₁ : 前進速度 (m/min)

V₂ : 後退速度 (m/min)

tg : キャー入換及び加速時間 (min)

計算例

平均押土距離 D60 …… 15 m CT35 …… 8 m

L : 1.25

V₁ : 2.7

V₂ : 7.8 m

tg : 0.25

φ : 40° とする。

	D 6 0ブルドーザー	CT 3 5ブルドーザー
サイクルタイム	$cm = \frac{15}{27} + \frac{15}{78} + 0.25$ $= 1.00$	$cm = \frac{8}{27} + \frac{8}{78} + 0.25$ $= 0.65$
1回の掘削 押土量	$q = \frac{3.97 \times (1.05)^2}{2 \times 1.25 \times 0.8391}$ $= 2.09$	$q = \frac{2.60 \times (0.65)^2}{2 \times 1.25 \times 0.8391}$ $= 0.52$
1時間当りの 作業量	$Q = \frac{60 \times 2.09 \times F}{1.00}$ $= 125.4 F$	$Q = \frac{60 \times 0.52 \times F}{0.65}$ $= 48.0 F$

$$F = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

f_1 : 土質係数

普通土石	粘性土	軟盤	転石交り土	岩石
1.0	0.94	0.93	0.95	0.82

f_2 : 湿度係数

区分 \ 土質	普通土石	粘性土	軟岩	転石交り土	岩石
普通	0.9	0.7	0.9	1.0	1.0
湿润	0.75	0.7	0.7	1.0	1.0
水中	0.55	0.55	0.55	1.0	1.0

f_3 : 土量密度係数

$$\text{土量密度 } m^3/m = \frac{\text{切取量}}{\text{全延長 (橋梁等を除く)}}$$

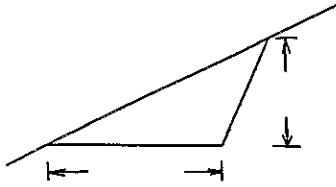
10 m ³ 以上	7 m ³ 以上	5 m ³ 以上	5 m ³ 未満
1.0	0.9	0.8	0.7

f_4 : その他の係数

普通土石	粘性土	軟盤	転石交り土	岩石
0.355	0.325	0.325	0.355	0.300

計算基礎

転石交り土 功程 1 日 33 m



切取断面積 7.5 m²

1 日切取量 33 m × 7.5 m² = 247.5 m³

1 日 6.5 時間

1 時間当り 38.1 m³

$$125.4 F = 38.1 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$F = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

$$= 0.95 \times 1.0 \times 0.9 \times f_4$$

$$125.4 \times 0.855 \times f_4 = 38.1$$

$$f_4 = \frac{38.1}{107.2}$$

$$= 0.355$$

2) トラクターショベルによる施工

トラクターショベルによる施工は、日本においては残土処理問題として非常に多く使用されており、一般化しているが、この国においては比較的少ない。

ショベルは、ボイルタイプのショベルが主で、林道掘削用としても使用できるクローラータイプは少なく、従って当プロジェクトのオペレーターも、クローラータイプは不慣れであり、林道掘削は非常に能率が悪かった。しかし、今後の事業地はパーセル3が中心となり、急傾斜地で、残土処理も考慮しなければならなくなり、必然的に使用せざるを得なくなってくる。現在は主として河川で砂利採取に用いているのでこの功程を述べる。

トラクターショベルの係数

標準功程の算定式

1 時間当りの作業量 (m³/h) …………… Q

$$Q = \frac{3600 \times q}{cm} \times E \times K$$

q : 1 回の掘削、押土積込量 D50 … 1.3 m³

cm : 1 サイクルの所用時間

$$cm = m\ell + t_1 + t_2$$

ℓ : 運搬距離 (一般には 8 m)

m : 係数 Sec/m

クローラータイプ m = 2.0

ボイルタイプ m = 1.8

t₁ : バケツで材料をすくい上げる時間 (Sec) 約 40 sec

t_2 : ギヤー入替、積込み、トラック導入待ち、(掘削積込の場合約20 sec)

従って、クローラタイプの場合の cm は

掘削のみの場合

$$cm = 2 \text{ sec/m} \times 12 + 40 \text{ sec} = 64 \text{ sec}$$

掘削積込の場合

$$cm = 2 \text{ sec/m} \times 8 \text{ m} + 40 \text{ sec} + 20 \text{ sec} = 76 \text{ sec}$$

E : 作業係数

$$E = b \times e_2 \times e_3$$

e_1 : 土質係数

普通土石	粘性土	軟盤	転石交り土	岩石
0.8	0.75	0.74	0.76	0.65

e_2 : 湿度係数

区分 \ 土質	普通土石	粘性土	軟盤	転石交り土	岩石
普通	0.9	0.7	0.9	0.9	1.0
湿潤	0.75	0.7	0.75	0.75	1.0
水中	0.55	0.55	0.55	0.55	1.0

e_3 : 作業係数

積込のみ 0.65

掘削及び掘削積込 0.50

K バケット係数

掘削積込の場合の地山換算率

普通土石	粘性土	軟盤	転石交り土	岩石
0.75	0.65	0.55	0.60	0.55

総合した標準工期は湿度係数を普通とすれば、 Q は、

区分 \ 土質	普通土石	粘性土	軟盤	転石交り土	岩石
掘削	19.7	12.5	13.4	15.0	13.9
掘削積込	16.6	10.5	11.3	12.6	11.0

となる。

3) モーターグレーダー

モーターグレーダーは、この地帯が第三紀層、又は花崗岩地帯の堆積物により生成され

ているところが多いため、側溝を作設するのに非常に効果があり、転石等の多いところを除けば、効率よく、迅速に作業ができる。

モーターグレーダーは主として側溝作設と路面の不陸均しに使用している。効程の把握は、長路線にわたり、土質の変化がいちじるしいが、およそ、片側側溝であれば1日、6.5時間で1.0kmは可能である。

不陸均しは、一般的に雨期あけに、雨期でいたんだ林道を平滑にするために必要であり、雨季の最中にグレーダーをかけるとむしろ土が表面にかぶり、砂利道も車輛がスリップするもとなり、好ましくない結果となるので注意を要する。

第三節 林業土木上の問題点

1. 請負業者の育成

従来から、営林署に関するプロジェクトは全て造林事業であり、全て直営直雇で事業を実施しており、老若男女を問わず、同一賃金であり、そのために当プロジェクトも3年目にして、各種の弊害がでてきている。即ち非能率で、無監督下においては、ほとんど仕事をしない労働者が出てきたことである。現在においても出来高制を一部取り入れているが、基本作業量の把握が適正ではなく、また13才から60才くらいまでの年齢差のある男女の雑多な中で決定するのは非常に困難である。

そこで今後は請負制を導入して行く方法が最も良い方法ではないかと考えられる。

しかし、請負体勢に移行させるには、種々の問題があり、直ちに導入するわけにはいかない。現状での問題点を徐々に解決して導入することが望ましい。

現在ある問題点としては、

- 1) 契約をする相手方があまりにも弱小であるので、ある程度の危険を伴ない、その完成保証が完全ではない。
- 2) この国の支出システムからして、完成後直ちに請負代金の支払ができるのかどうか不安があり、弱小な業者は待つことが困難であること。
- 3) 契約の手続は非常に煩雑で長時間を要し、時として時期を失することがあること。
- 4) 林道、治山事業自体新技術が多く、監督員の指導が不可欠であり、その事務量の軽減にはならないこと。また監督員自体も数が限られていること。

これらを解決するために部分請負を試みた。即ちコンクリート部分、木橋のみ、あるいは林道の荒切のみなど完成部分のはっきりしており、万一完成しない場合は直ちに他の方法が取れるものとし、零細な請負業者故、前金に1~3割払い、あとは出来高を確認の上数回に渡って支払をする。それは全て労賃や燃料代となっていた。

請負業者は全て労働者をイロコス及びバギオのイゴロット人種を使い、石積にも割石を使うなどの技術を持っており、仕事が早くてきれいであった。期間は直営の3分の1程度で完

した。

2 技術者の養成

治山及び林道技術は本来の土木技術と相違する部分が多く、土木技術をそのままもってきても、完全にカバーできない。そこには、植物、特に森林を利用した治山、森林を有効に利用するための林道であり、林業技術が必要である。

フィリピンの大学のカリキュラムには、森林土木はなく、森林土木に携わる人は、土木工学の出身者であり、今日の林業は森林土木を考えない森林経営となっている。しかし、今後においては、治山は必ずや近い将来非常に重要なものとなり、林道技術は、林業経営上なくてはならないものとなって行くものと思われる。

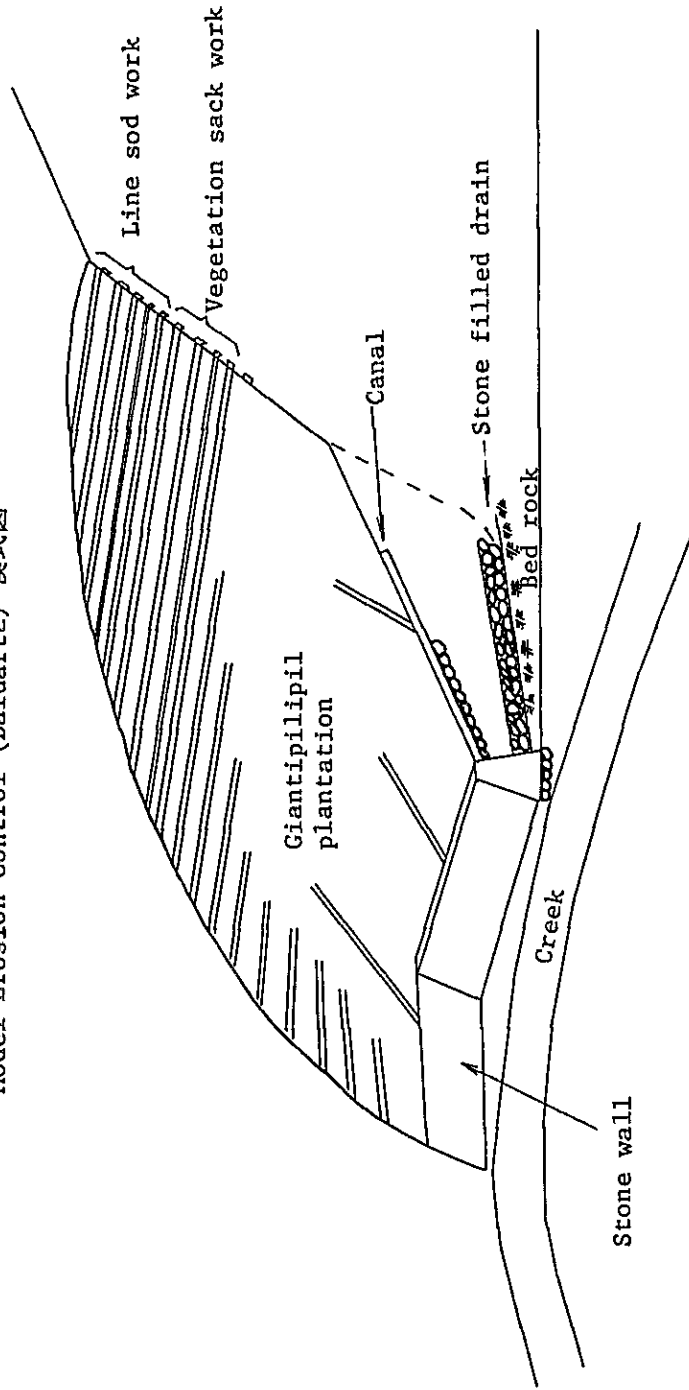
幸いに日本からの無償協力で森林保全研修センターが設立されつつあり、この研修センターを使い、森林保全の基礎から研修をすれば、森林官であっても、林業土木の技術者になり、将来のフィリピンの治山、林道の専門家になって、リーダーシップをとることのできる森林官が出て来てもらいたい。そのために森林保全研修センターが大いに活用されることを期待したい。

参 考 資 料

1. Baluarte Erosion Control の模式図
2. 量水えん堤の模式図
3. 治山入問講義資料
4. 既設林道延長表
5. 治山、林道実行個所位置図、林道の全体計画図及び各パーセルの治山事業内訳
6. モデルインフラにおけるB.F.Dとの間に契約した契約書
7. 林道1Km当りの積算資料

参考資料 1.

Model Erosion Control (Baluarte) 模式図

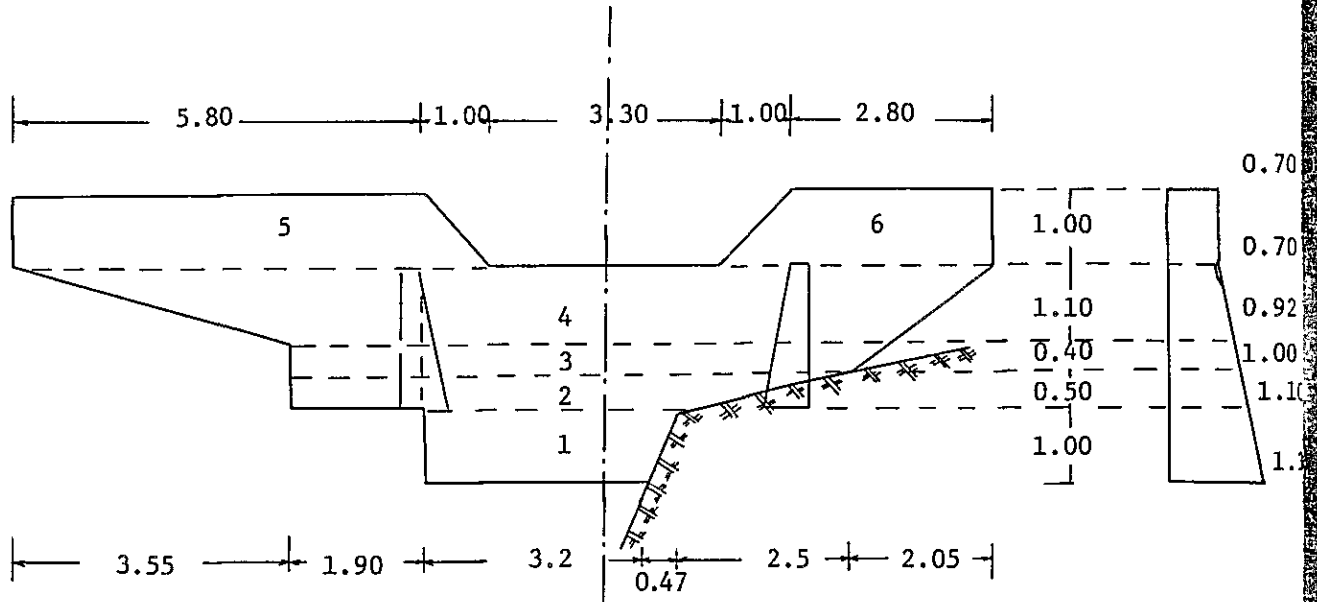


Area	0.1 ha
Line sod work	200 m
Vegetation sack work	500 m
Canal work	45 m
Stone filled drain	30 m
Stone wall	L : 33 m H: 2.5m V: 33.8

参考資料 2

Water Gauge Station 構造図

Check dam



Volume

$$1 \quad \frac{1.0}{6} \{ (2 \times 3.2 + 3.6) \times 1.3 + (2 \times 3.6 + 3.2) \times 1.1 \} = 4.07$$

$$2 \quad \frac{0.5}{6} \{ (2 \times 3.6 + 8.0) \times 1.1 + (2 \times 8.0 + 3.6) \times 1.0 \} = 3.02$$

$$3 \quad \frac{0.4}{6} \{ (2 \times 8.0 + 8.4) \times 1.0 + (2 \times 8.4 + 8.0) \times 0.92 \} = 3.01$$

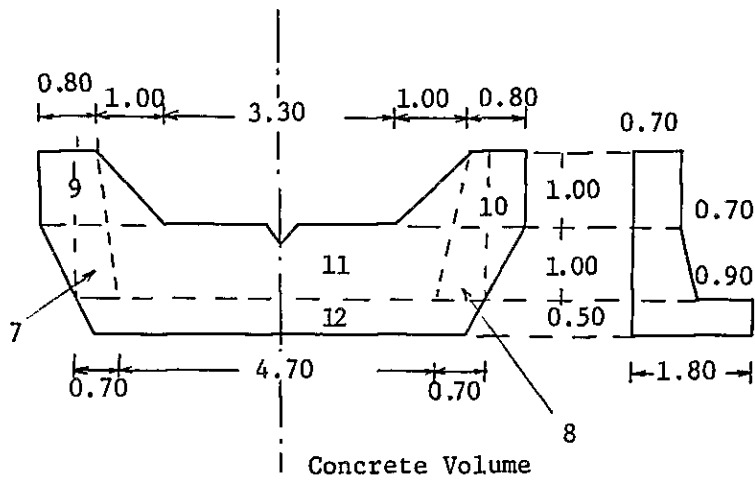
$$4 \quad \frac{1.1}{6} \{ (2 \times 8.4 + 13.9) \times 0.92 + (2 \times 13.9 + 8.4) \times 0.7 \} = 7.95$$

$$5 \quad \frac{6.8 + 5.8}{2} \times 0.7 \times 1.0 = 4.41$$

$$6 \quad \frac{3.8 + 5.8}{2} \times 0.7 \times 1.0 = 2.31$$

Sub-Total =24.77 m³

Gauge dam Scale $\frac{1}{100}$



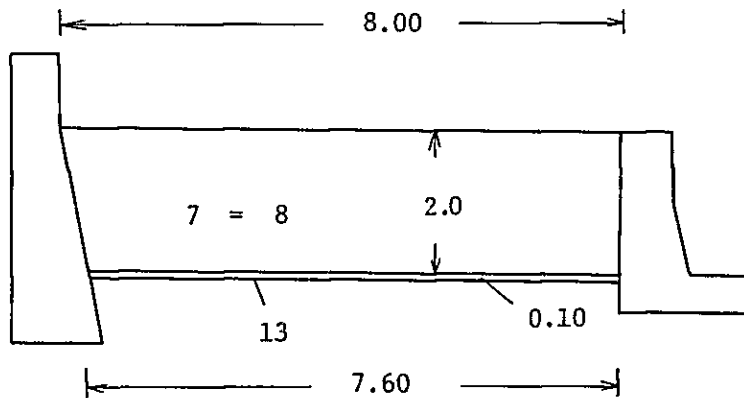
$$9 = 10 \quad \frac{1.8+0.8}{2} \times 0.7 \times 1.0 \times 2 = 1.82$$

$$11 \quad \frac{1.0}{6} \{ (2 \times 5.9 + 6.9) \times 0.9 + (6.9 \times 2 + 5.9) \times 0.7 \} = 5.10$$

$$12 \quad \frac{5.9 \times 5.3}{2} \times 1.8 \times 0.5 = 5.04$$

Sub-Total 11.96 (m³)

Side View Scale $\frac{1}{100}$



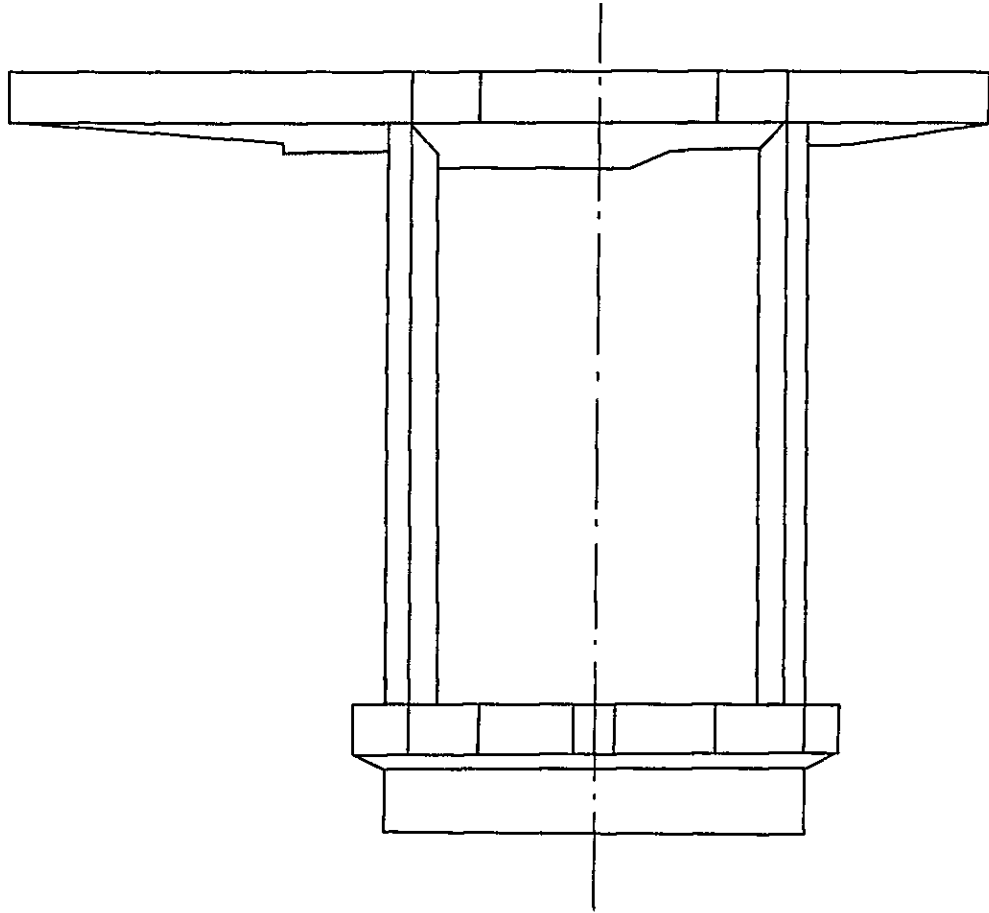
$$7 = 8 \quad \frac{2.0}{6} \{ (2 \times 7.6 + 8.0) \times 0.7 + (2 \times 8.0 + 7.6) \times 0.3 \} \times 2 = 15.54 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$13 \quad 7.6 \times 4.7 \times 0.1 = 3.57 \text{ (m}^3\text{)}$$

Sub-Total 19.11 (m³)

Grand Total 55.84 (m³)

Plane Scale $\frac{1}{100}$



INTRODUCTION TO EROSION CONTROL

1. BACKGROUND IN NECESSITIES OF EROSION CONTROL:

It is understood that it was more or less one million years before that the birth of human beings had been identified on earth. The only thing in which they differ from other animals in the progress of their development was their complete know-how on the use of fire and tools. With their inventions, fire and tools, they have been improving and changing nature into better environment, while animals are always afraid of nature.

This is the wisdom of human beings that they have always been challenging against the nature's phenomena. However, controlling nature to its extent is impossible, especially when the nature's reaction is strong enough. Hence, the need for advanced techniques to control and harmonize with nature.

Calamity caused by erosion is a- example of natural phenomena against which we protect life and property. However, due to recent development of civilization and increased population, the action of escape from such calamities can no longer protect our lives and accumulated property. Thus, we should challenge actively and reform nature in order to secure better life.

There is a very famous proverb in Japan and China that runs "one who can control the flood is able to reign one's nation." This is one of the signs that gives importance to erosion control.

Every country throughout the world has been giving importance to erosion control but is always suffering from flood resulting from unstable rivers. This shows that erosion control works have been done in controlling floods in populated areas. Among those works, bank protection works and reforestation activities are now being conducted simultaneously in every country.

* Erosion Control Exert of RP-Japan Technical Cooperation for the Afforestation of the Pantabangan Area.

Once agriculture has been developed in a certain area, centralization and accumulation of property are always accompanied. Incidentally, it gradually becomes a serious area where they can't remove promptly and that's the time they start the real erosion control work aiming at protection of life and property from such calamity.

The law of gravitation is also functioning on the earth. Due to this gravitation, everything, on the earth is attracted toward the center of the earth and the power exerted by gravitation is the same in its degree. However, individual objects vary in weight with their densities.

In the lower portion of the egg shell of the earth is the sea whose surface is considered as the standard line in regulating erosion. Above, this standard line, everything has the tendency to go down while the accumulation will take place below it. The application of this principle applies not only to the portion of standard line but also to every area, where the point of tentative standard line is considered.

The higher portions get the functioning power to be slid down and the lower portion gets the power to be risen up respectively. After getting balance between these two different powers, erosion and accumulation will be stopped to its stabilities. It's occurrence will be not only in a limited area but also in large scale area.

However, if there'll be some difference between partially stabilized area and the standard level said above, another erosion will be repeated until reaching the standard level. Finally, this standard level of sea surface will be recognized as the ultimate stabilizing foundation.

This is the mechanism of erosion. Erosion itself does not always mean the necessity for erosion control works. Even if the erosion is quite large in its scale you don't need to take any measures for erosion control unless it has any connection with our life directly or indirectly.

In the region of southeast Asia, the increase of its population or the settlement in lowland is now going on. Incidentally, the development of agriculture in lowland has induced the so much investment in different facilities and housing. They cannot allow the flood to attack the lowland where already populated and property accumulated.

It is timely enough to recognize the importance of erosion control.

The erosion control measures in Japan have been highly advanced comparing with other countries because its quite steep topographies and centralization of population in lowland require the invention of techniques for erosion control to survive peacefully and safely. The erosion control in Japan is classified into four (4) fields: that is, the erosion control in mountainous areas, the sabo making check dams in upper rivers, river improvement in lower rivers and port improvement at the end of rivers.

The "erosion control" is connected with producing area of sand and gravel, the sabo with passing area of sand and gravel with water, river improvement with accumulating area of sand and gravel, and port improvement with final accumulating area of sand and gravel. As to river improvement, bank protection works in small scale rivers are right now being conducted while those works in important rivers have been completed. Concerning the sabo, sabo dams in the critical important rivers have been constructed to check the sand and gravel.

In the field of the erosion control in mountainous area, different effective measures have been developed to control soil erosion in the mountainous area which we can consider as the most important portion for producing of sand and gravel.

One is the invention of "the new vegetation mud work" promoting quick germination for its miracle mud bag with fertilized soil and promising seeds.

Combining the new vegetation mud work with traditional works like stone works, concrete works or planting of certain trees, we can call this combination measure more ecological method than the structural works which we had considered as the most advisable one before. With the adoption of this measure, the satisfactory performance has been materialized in erosion control works at Nikko and Ashio in Japan.

It is understood that many countries in Southeast Asia are concerned on erosion control work. The most important thing is the selection of an appropriate measures that would fit to the present situation to which a country is faced.

II. MECHANISM OF EROSION:

Erosion can be divided roughly into four (4) kinds; surface erosion, landslide, scouring, and land creep. These types are affected by direct causes and indirect causes.

The indirect causes refer to the feature of topography, geology, soil or vegetation which may cause erosion when subjected to direct causes. The direct causes refer to rainfall, flowing water, earthquake, and volcanic activities which lead to erosion directly. The latter also includes intentional factors like the devastation caused by road constructions.

1. Indirect Causes of Erosion:

1) Topography

As mentioned before, everything on earth has the potentiality of moving toward the center of the earth due to gravity. This potentiality can be affected with the acceleration of gravity. That means everything is to go down from upper portion to lower portion.

Generally speaking, the possibility of erosion in higher mountains can be much expected than that in lower mountains. However, this is not exactly true because we have to take consideration into geological characteristics in the possibility for erosion.

The land on the earth is not in the same condition. It repeats the same cycle as from erosion through sedimentation to upheavel and again to erosion.

According to Dr. W. M. Davis, the cycle for erosion consists of four (4) stages; initial form, young stage, mature stage, old stage and peneplain. The peneplain will be an initial form in the following cycle.

a. The relationship between the cycle and erosion

While initial form is changing into young stage, rill erosion can be developed toward gully erosion. That is called vertical erosion that increases in distance and depth.

After this the possibility for erosion will reach its critical stage during the period from young stage to mature stage. The stream

side erosion contributing to the expansion of valley proceeds together with the hillside erosion being a part of vertical erosion at the head of creek.

While the frequency of erosion can be lessened at the old stage, the accumulated weathering soil may sometimes bring about large scaled erosion. After this stage the danger of erosion is eliminated.

This is the typical cycle but it cannot always be followed. Sometimes skips into the old stage from young stage.

b. The relationship between inclination and erosion

It is not so easy to make conclusion on this matter because there is a need to consider numerous factors like geology, inner-friction angle and others.

While the eroded area caused by heavy rain can be found on slopes with inclinations of 25° to 35° , it is theoretical that erosion can take place easily in a more steep slope. Thus, it is expected that the unstable soil at the steep slope more than 35° has already been washed away and that the soil at the slopes below 25° is very stable because of the inner-friction angle that can be under the critical angle and the adhesive power over the critical. On the other hand, the large scale erosion can take place even in the slope below 25° in case of the clay-type soil with low friction.

2) Geology

a. The relationship between kinds of bed rocks and erosion

To elucidate the mechanism of erosion, the most important factor is considered to be geology. The type and scale of erosion observed in the field vary with geological characteristics.

As far as sedimentary rocks are concerned, the younger, the easier to be eroded. One can find cases of surface erosion in the Tertiary formation because with a certain pressure it can easily be eroded and be changed into clay due to being concreted lately.

On the contrary, you can hardly find the surface erosion in the Paleozonic strata while it can produce the large scaled erosion with depth which is never observed in the young layers like the

Tertiary formation because the Paleozonic strata have been pressured for a long time. As to igneous rocks, volcanic rocks are easy to be eroded while hard for plutonic rocks.

After deep seated weathering, however, even plutonic rocks can become soft enough for producing of surface erosion. Metamorphic rocks are easy to be eroded in connection with geological structure.

b. The relationship between geological structure and erosion

Every erosion is expected to start from the weakest point in its geological views. This weak points are easily formulated in the Fault, or Fractured zone. The Fault and Fracture zones are contributing to the occurrence of typical large scale erosion with depth and land creep while the appropriate techniques for its control are still under studying.

3) Soil

Soil here refers to weathered products of basal rocks and their deposits. Therefore, the natures of soil are usually due to the characteristics of basal rocks. The soil is closely related to erosion because we cannot consider erosion without soil.

From a viewpoint of erosion, soil can be classified into two (2) categories: sandy soil and clay soil. Sandy soil may come from granite, sandstone or conglomerate, while clay soil may come from mudstone.

Soil erosion will be caused by the penetration of underground water. In case of sandy soil, rainfall is absorbed into the soil immediately and it can be eroded easily with supersaturation of water. On the other hand, clay soil cannot allow the water to penetrate quickly but once penetrated it can be eroded even with continuous light rainfall. Therefore, erosion can be caused by heavy rainfall for sandy soil and by continuous small rainfall for clay soil.

4) Forest

Forest is one of the most important factors for erosion control. Grasslands also have some effects on erosion control.

Concerning the effect of forest, it will be mentioned later.

2. Direct Cause

1) Rainfall

In most cases, the direct cause of erosion is rainfall, which forms both ground flow and underground flow. The ground flows form the creeks which go down to the rivers and finally to the sea. Hence, this process causes various types of erosion which are as follows:

- a. Raindrop erosion
- b. Rill and gully erosion
- c. Vertical erosion
- d. Stream side erosion
- e. Mud flow
- f. River flow

a. Rain drop erosion

It is the first stage of surface erosion and the phenomenon in which soils are flipped by the rain drops. This phenomenon changes flat ground into an uneven ground.

b. Rill and gully erosion

Rainfall runs on the surface of ground when it exceeds the limit of soil penetration capacity. Then these ground flows carry soils and sands due to the individual transportation energy or the tractive force. And they make a certain water way which is called rill and gully. It should be noted that gully is bigger than rill.

c. Vertical erosion

While water way is developed gradually, hard earth is left in the way. As a result, a fall is made. The fall developed continuously in an early stage of erosion is called the vertical erosion which is caused by dropping phenomenon.

d. Stream side erosion

When the vertical erosion develops to its extent, stream

side erosion takes place. This type of erosion occurs in case that an angle of side wall is over stable angle against the slide or in case that a lower part of wall is washed out.

e. Mud flow

Erosions and deposits are repeated continuously in creeks. Unless flow is strong enough deposits are spread widely but those increasing deposits turn into unstable deposits. Sometimes, unstable deposits are washed out by the bouyancy and the tractive force of water flow. This kind of flow with deposits is called mud flow.

f. River flow

Accumulation takes place in mild rivers and results in a bottom-up of rivers to become one of the causes for flood. After th the downward movement of river to the ocean, everything is accumulated in the ocean and fluent energy is exhausted.

(i) Action of Water to Erosion:

a. Decreasing weight.

As the specific gravity of water is 1.0, the weight of object in water is:

Actual weight x (Specific gravity of object - 1.0).

Hence, objects in water are carried easily.

b. Decreasing inner-friction angle

When the soil starts to hold water, the degree in inner-friction angle increases but, from a certain point, decreases gradually. Finally, it reaches zero degree where every particle of soil is separated from each other.

c. Decreasing shearing stress

The shearing stress of soil decreases in like manner as the inner-friction angle.

d. Individual transportation

The individual transportation means to transport objects by

water power in a flow. Small and light objects are easily moved transported by this power until it reaches the critical velocity.

e. Tractive force

Exceeding the critical velocity, the tractive force can act to wash out everything in the flow.

(ii) Rainfall and Landslide

The main factor that affects landslide being caused by rain is the intensity of rainfall. In this case, even if with the same amount of rainfall, there will be the possibility of landslides in short period falls rather than in long period falls. This intensive rain causes surface slides mostly because such kind of rainfall does not become a deep underground flow. In Japan, it is said that a landslide breaks out with rainfalls of 30 mm. per hour.

On the other hand, in case of continuous heavy rain, there is a possibility to cause a large scale slide in fractured zone, weak ground, or tertiary stratum because of deep penetration of rainfall into the ground. In creeping zone, continuous rainfalls cause land creeps.

2) Earthquake

Earthquakes occur often in Asian countries where there are so many volcanos. Earthquakes also cause landslide. Especially the one combined with heavy rain causes landslides easily.

3) Wind

There may be no direct relation between wind and erosion. Wind and erosion might not have any relation but wind fallen trees sometimes cause erosion.

4) Human being

In the course of his development, man, unknowingly, causes erosion, through road constructions, cultivations, etc. A special care should be required to dump the soils resulting from those

activities. In case of steep slopes, cut surfaces should be protected by some kinds of structure.

III. ROLE OF FOREST IN SOIL CONSERVATION

It has been known that forests have some effects for soil conservation. Two main effects are as follows:

1. Effect on Erosion Prevention
2. Effect on Water Regulation

1. Effect on Erosion Prevention

a. Raindrop prevention

Forest cover reduces and/or prevents raindrops. Through the crown, the leaves intercept the raindrops before falling directly on the ground, which is also covered by fallen leaves and branches. Water, then reaches the ground through the stream. In this manner, the dropping energy of rainfall is reduced and hence, prevents the first stage of erosion to take place.

b. Holding soils by root system

The presence of root system spreading in soils directly prevents erosion by holding the soil firmly.

c. Increase of penetration capacity

Fallen leaves and branches supply organic matters to soils and soil micro-organisms increase the soil porosity through their active functions. Therefore, the penetration capacity is increased and surface erosion is prevented.

d. Mitigation of climate

The lower or the highest temperature is mitigated due to the presence of forest. The mitigation of climate prevents rock break erosion being caused by variation of temperature.

As mentioned above, the presence of forest is recommendable for erosion control. Comparing the forest land with grassland or non-vegetated area, the forest land is the least erosive. But it

cannot always prevent erosion. For instance, holding soils by root system affects only 1-2 meters depth so it is not effective to the large scale erosion in fractured zone or creeping zone.

2. Effect on Water Regulation

In non-vegetated areas, rainfall reaches the ground surface immediately. Except some amount of evaporation, most of rainfall flows down to the ocean in a short period. Whereas, in forested areas, except for evaporation, a considerable amount of rainfall reaches the ground gradually through leaves, branches and stems. With high porosity, a part of water of ground flow is kept into the soil.

Water in the soil becomes underground water through gradual penetration. Then after, underground water goes downward forming underground flows.

The long time elapsed for underground water to flow explains the effect on water regulation.

The following is a comparison between a forested area and a non-vegetated area.

- a. In a year, the rate of run-off (amount of run-off to amount of rainfall) is almost same or a little bit higher in non-vegetated areas.
- b. The difference between the maximum and minimum run-off in a year is smaller in forested area.
- c. At the time of flood, the flow is slower and water level is lower in forested area.

From this point of view, it is observed that a forest is like a dam. Recently, it was found out that a forest has more water reserve capacity than a dam. In addition, the forest works as a medium which changes ground water into underground water. As a result, it prevents flood during the rainy season and provides sufficient supply of water during dry season. Thus, water is regulated as to its utmost use that is desirable for our life. To the extent, and already a belief some people attach importance to forest with

regards to water supply.

IV. IMMUNITY FROM DISASTER AND PREVENTIVE FOREST CONSERVATION

A Japanese proverb says that we will suffer from disaster when we forget it. On the contrary, Japanese forest conservationists think that once a disaster occurs, another disaster will not occur for a while. This paradoxical view is called the immunity from disaster. In connection with this, those conservationists have been trying to establish the method of a preventive forest conservation. The idea behind it is to forecast and prevent any landslide or erosion at all parts of the country. Now most of the conservationists concentrate on studying various factors needed for forecast of erosion.

In Japan most of disasters are due to mud-flow and large scale slide with the nature of landcreep. The former washes out all of the deposits along the creek once it happened. And it is known that it would not happen again until the energy for further slide is stored after several decades. The latter also takes quite long time to store the energy once it was released by the erosion.

Therefore, it should be avoided to adopt the method which may store the unstable potential energy in the area concerned.

In the steep creek, for example, the material for preventive structure should be the concrete instead of the gavion, especially when considering durability. Because the wire of gavion lasts only for a decade, and the material of the structure, at that time, can be changed into one tool for accumulating of unstable energy for new erosion. Therefore, the concrete is much more advisable even if it is expensive.

In the field of preventive forest conservation, the forecast of landslide or creeping is made on the intensive study, considering all the possible factors such as topography, geology, rainfall and others. Though the complete forecast method, is not established yet, it is known that the head creek can be eroded, as the first step, with piping phenomenon which is affected by the intensive heavy rain. If we could forecast landslides, it is possible to take much more effective and economical preventive works.

V. METHODS FOR EROSION CONTROL

There are two (2) main methods for erosion control: structural work and vegetative work.

In principle, it is considered that the structural work does not aim to prevent the erosion by itself but it is one of the measures leading to forest. To rehabilitate the area, we have to stop the movement of surface soils. For this purpose, the combination of supplementary structures, that consists of concrete check dams, concrete walls, wet stone works, and gabions, is constructed in the way suited for the area concerned.

On the other hand, vegetative works are also introduced to prevent erosion. The works consist of cut terracing work, vegetative mudwork, and sodwork. After stabilizing of soil by those works, tree seedlings are planted.

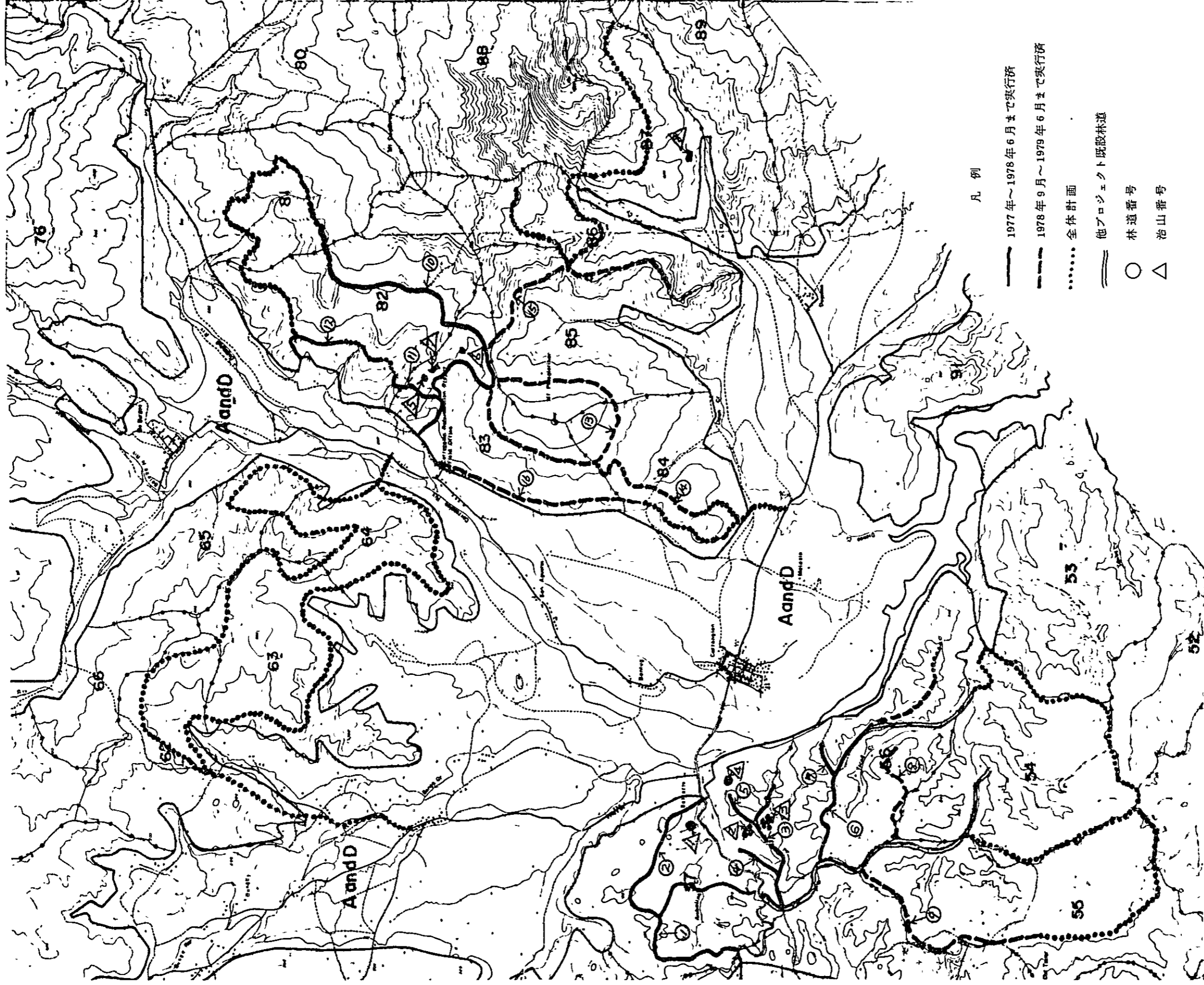
The most effective and economical way for controlling erosion is to initiate the work at the small surface erosion area on the upper creek, where gravel and sand are produced. It is understood that sand and gravel can be added with the acceleration by gravitation in the process of falling down. Therefore, the cost might be going up in proportion to the increase of gravitational action, so it is not advisable to conduct the erosion control works at the lower portion. Then the best way for controlling erosion is to restore the area with supplementary structures at the upper portion of slopes or creeks.

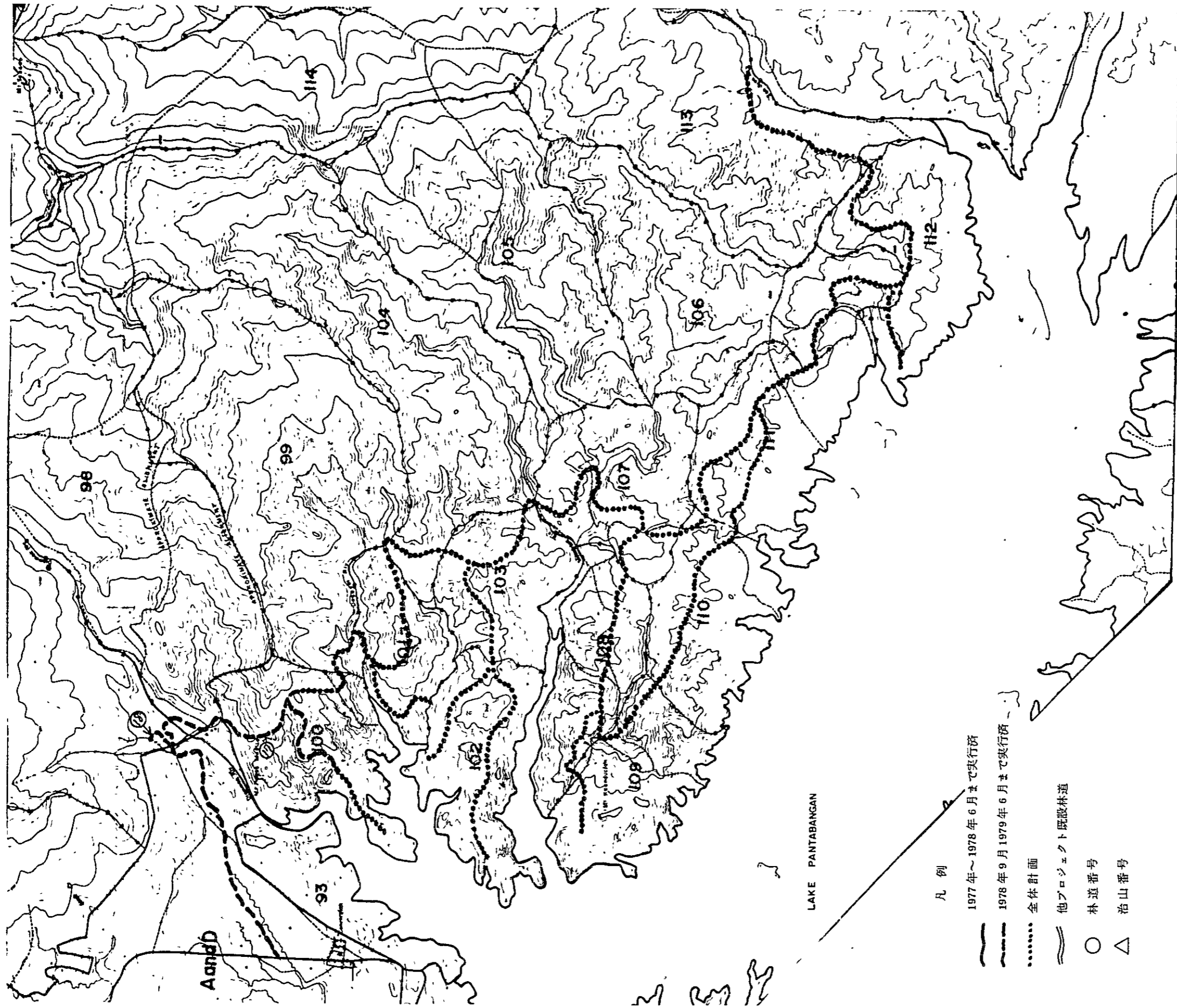
參考資料 4. 既設林道延長表

ROAD CONSTRUCTION

Place	Name of Road	1977	1978		1979		Length	Number'
			1-6	9-12	1-6	9-12		
	No. 1	4.0					4.0	1
	No. 2		2.5				2.5	2
Parcel I	No. 1		1.6				1.6	3
	No. 1 - A		0.5				0.5	4
	No. 1 - B		0.5				0.5	5
	No. 2		2.5	1.0	0.5		4.0	6
	No. 2 - A		0.5				0.5	7
	No. 3				1.5		1.5	8
	Clarete Road			2.9	2.1		5.0	9
Parcel II	East Tala-talan		5.0				5.0	10
	West Tala-talan - A		1.0				1.0	11
	West Tala-talan - B		1.5				1.5	12
	Ohira Road - M				5.2		5.2	13
	Ohira Road - I				2.2		2.2	14
	Ohira Road - II				3.8		3.8	15
	South Tala-talan			2.0	2.5		4.5	16
Parcel III	Conversion Road			5.2	3.0		8.2	17
	Nursery Road			0.3			0.3	18
Total		4.0	15.6	11.4	20.8		51.8	
		4.0	27.0	20.8	20.8		51.8	
		4.0	15.6	32.2				

参考資料 5-1(1) 治山, 林道実行箇所, 及び林道全体計画図 (Parcel I, II)





SOIL EROSION CONTROL
Area of Erosion - C.T.P.

1977

SPOT	L	W	Area		Number
1	30	35	1,050	Vegetation sack work Wet stone work - 75 m ³	△ 1

SOIL EROSION CONTROL
Area of Erosion - C.T.P.

1978

SPOT	Repair			Stone wall - 33.8 m ³ Canal work - 45 m Stone filled drain - 30m	△ 1
1					





SOIL EROSION CONTROL

Area of Erosion - Parcel - 1

1978

SPOT - 1	L	W	Area		Number
No. - 1	20	20	400 sq. m.	Grass planting	△ ₂
No. - 2	15	10	150 sq. m.	Grass planting	
No. - 3	20	15	300 sq. m.	Grass planting	
No. - 4	30	10	300 sq. m.	Grass planting	
No. - 5	20	15	300 sq. m.	Grass planting	
No. - 6	15	10	150 sq. m.	Grass planting	
No. - 7	15	10	150 sq. m.	Grass planting	
			1,750		
SPOT - 2					
No. - 8	35	20	700 sq. m.	Grass planting	△ ₃
No. - 9	65	35	2,275 sq. m.	Vegetation sack work	
No. - 10	40	15	500 sq. m.	Grass planting	
No. - 11	10	10	100 sq. m.	Grass planting	
No. - 12	35	20	700 sq. m.	Grass planting	
No. - 13	50	20	1,000 sq. m.	Grass planting	
No. - 14	15	10	150 sq. m.	Grass planting	
No. - 15	20	10	200 sq. m.	Grass planting	
No. - 16	30	15	450 sq. m.	Grass planting	
No. - 17	30	15	450 sq. m.	Grass planting	
No. - 18	15	5	75 sq. m.	Grass planting	
No. - 19	40	20	800 sq. m.	Grass planting	
			7,500		
SPOT - 3					
No. - 20	110	60	5,500 sq. m.	Grass planting	△ ₄
			14,750		

Area of Erosion - Parcel - II-A

SPOT - 1	L	W	Area		Number
No. - 1	15	15	150 sq. m.	Grass planting	
No. - 2	15	10	150 sq. m.	Grass planting	
No. - 3	15	10	150 sq. m.	Grass planting	
No. - 4					
SPOT - 11					
No. - 5	Check Dam			Concrete - 14 m ³ Gabion - 20 m ³	
SPOT - 3					
No. - 6	40	25	1,000 sq. m. 1,825 sq. m.	Grading	
WATER GAUGE STATION					
No. - 1				Boulder concrete - 24.8 m ³ Concrete 12 m ³ Wall 15.5 m ³	

脚注：Number は、参考資料 5.-(1)・(2) 治山，林道実行個所位置図番号

MEMORANDUM

PRESCRIBING THE REGULATIONS AND GUIDELINES FOR
IMPLEMENTING THE CONSTRUCTION OF MODEL INFRASTRUC-
TURES FOR THE RP-JAPAN TECHNICAL COOPERATION PROJECT
FOR THE AFFORESTATION IN THE PANTABANGAN AREA.

Both the resident representative of JICA Manila Office (hereinafter referred to as "A") and the representatives of the Bureau of Forest Development agreed to set up the following detailed regulations for implementing the construction of model infrastructures, based on the memorandum exchanged between "A" and the Director of the Bureau of Forest Development.

Article 1: Supervisor and Assistant Supervisors

(1) The Bureau of Forest Development (hereinafter referred to as "B") shall assign a full-time supervisor responsible for the implementation including quality control, schedule control, progress control, etc., in the field concerned.

(2) "B" shall also assign assistant supervisors, who will help the supervisor and replace him in case of his absence for each work. However, an assistant supervisor may be assigned for more than two (2) works at a time.

(3) The supervisor and assistant supervisors shall follow the matters to be attended to, as stated in the Annex.

Article 2: Procurement of supplies and materials and related matters.

(1) To procure supplies and materials, the supervisor shall specify the quality, standard, and amount of the items to be purchased, and submit to "A" the cost estimates of various legitimate dealers.

"A" shall determine the most reasonable estimate from among those which are submitted and shall disburse the amount necessary to "B". "B" shall purchase the supplies submit the official receipts to "A".

Article 3: Procurement of labor forces and related matters:

(1) "B" shall be responsible for all the labor management including the procurement of labor forces, safety control, etc.

(2) "B" shall submit the bill based on payroll to "A" for a given period.

"A" shall disburse the amount necessary to "B" as soon as the bill is recognized to be reasonable. "B" shall pay directly to laborers upon receipt of the amount disbursed by "A".

Article 4: Confirmation of completion of the work.

(1) When the work is completed, the supervisor shall submit a report both to "A" and "B".

(2) Based on the report submitted, "A" shall confirm the completion of the work by himself or by his substitute, at the presence of the representative from "B" and the supervisor.

Article 5: Time limit on construction.

(1) Time limit on construction cannot be extended as a rule. In case where a natural calamity, some inevitable situation, or any other special reason occurs, however, the supervisor may submit to "A" a request for the extension of the time limit with the necessary justification.

(2) "A" may allow a minimal extension if the reasons are really inevitable and not contrary to the objectives of the works.

Article 6: Change of construction drawings.

(1) In case where deviation from the construction plan is inevitably needed during the construction, the supervisor may submit to "A" a request for the change of the construction plan with the necessary reasons, details, and cost estimates.

(2) Upon receipt of the request, "A" may allow such a change if necessary, based on the comments of JICA experts and within the fund allocated.

Article 7: Damages caused by natural calamity, etc.

(1) In cases where there will be some serious damages caused by natural calamity, etc. to the completed part of the works and repair works are needed urgently, the supervisor shall submit to "A" a report on the damage including the plan for the repair of same together with the necessary drawings and specifications.

(2) Upon receipt of the plan mentioned above, "A" may allow an additional work, if necessary, within the fund allocated. In case where there is no additional fund, "A" may consider the importance of this repairing work as compared with the remaining works and take the necessary action.

Article 8: Guidance of JICA experts.

JICA experts may advise the supervisor or assistant supervisors, through their RP-counterparts or directly, for this construction work.

Article 9: Others

For other things which are not stated in the foregoing articles, "B" shall ask for the directions of "A", whenever the necessity arises.

FOR THE JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY:

FOR THE BUREAU OF FOREST
DEVELOPMENT:

Mr. TADAKAZU TSUNAKAWA
Resident Representative
JICA Manila Office

Forester ROGELIO B. BAGGAYAN
Project Director

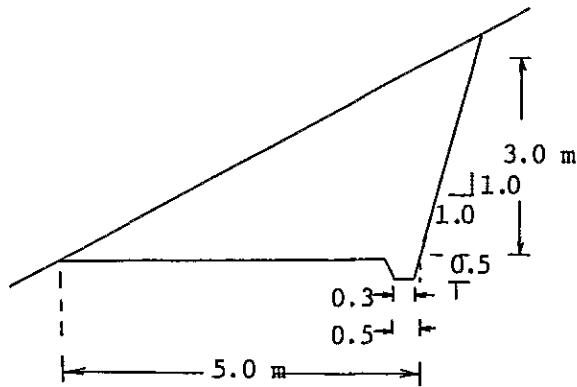
Forester EDUARDO LIAPITAN
Chief, Forest Protection &
Infrastructure Division

参考資料 7. 林道 1 km 当りの積算資料

Basic Assumption

1. Length : 1,000 m
2. Width : 5.0 m with side canal
3. Soil Cutting: $7.5 \text{ m}^3/\text{m}$ (see Chart I)
 $7.5 \text{ m}^3/\text{m} \times 1,000 \text{ m} = 7,500 \text{ m}^3/\text{km}$
4. Culvert
 - ϕ 200 cm : 0.5 spot \times 7.0 m = 3.5 m
 - ϕ 100 cm : 2 \times 8.0 = 16.0 m
 - ϕ 60 cm : 4 \times 9.0 = 36.0 m
 - ϕ 45 cm : 4 \times 9.0 = 36.0 m
5. Side Canal : Cutting $0.2 \text{ m}^3/\text{m}$ (See chart 1)
Length 800 m
6. Graveling: : Depth : 0.15 m
Width : 3.0 m
Length : 1,000 m
 $0.15\text{m} \times 3.0 \text{ m} \times 1,000 \text{ m} = 450 \text{ m}^3$
7. Wet Stone Work : $2.15 \text{ m}^2/\text{spot}$ (See Chart 2)
6 spots \times 2 = 12 spots
12 \times 3.77 = 45.2 m^2
8. Dry Stone Work 5 spots \times 2 = 10 spots
10 \times 3.77 = 37.7 m^2

Average inclination 27° 30'



Soil cutting m³/m

$$\frac{5\text{m} \times 3\text{m}}{2} = 7.5 \text{ m}^2$$

$$7.5 \text{ m}^2 \times 1\text{m} = 7.5 \text{ m}^3$$

Side Canal m³/m

$$\frac{(0.3\text{m} + 0.5\text{m})}{2} \times 0.5\text{m} = 0.2 \text{ m}^2$$

$$0.2 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} = 0.2 \text{ m}^3$$

Chart I. Cross Section of Soil Cutting

Scale $\frac{1}{50}$

$$a = 4.3 \times 1.2 \div 2 = 2.58$$

$$b = 3.4 \times 0.6 \div 2 = 1.02$$

$$c = 2.4 \times 0.8 \div 2 = 0.96$$

$$\text{Total} \quad 4.56$$

$$d = (0.5)^2 \times \pi = 0.79$$

$$3.77$$

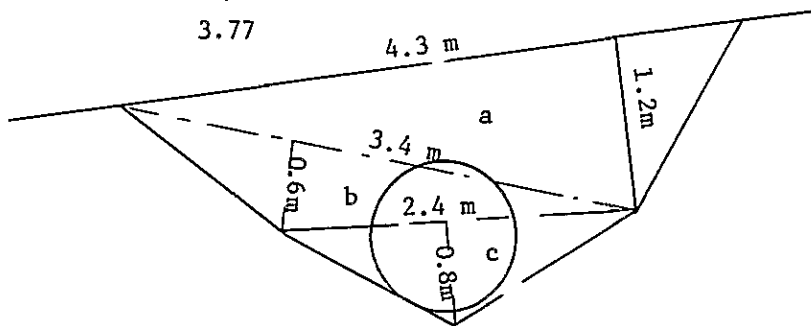


Chart 2. Side View of Stone Work

STANDARD COST ESTIMATE PER KILOMETER

Items	Quantity	Unit	Unit Cost (Pesos)	Amount (Pesos)	Remarks
Coil Cutting	7,500.0	m ³	8.06	60,450.00	Unit Cost Table No. 1
Culvert 200	3.5	m	116.0	406.00	Unit Cost Table No. 2
100	16.0	m	184.0	2,944.00	Unit Cost Table No. 3
60	36.0	m	136.0	4,896.00	Unit Cost Table No. 4
45	36.0	m	113.4	4,082.40	Unit Cost Table No. 5
Side Canal	800.0	m	4.8	3,840.00	Unit Cost Table No. 6
Graveling	450.0	m ³	35.6	16,020.00	Unit Cost Table No. 7
Wet Stone Work	45.2	m ²	143.7	6,495.24	Unit Cost Table No. 8
Dry Stone Work	37.7	m	43.0	1,621.10	Unit Cost Table No. 9
Total				100,754.74	
Indirect Cost				5,037.74	
GRAND TOTAL				105,792.48	

- 1) Culvert : Unit cost of Corrugated steel pipe is excluded.
- 2) Indirect Cost : 5% of total cost

UNIT COST TABLE

Table No. 1	.....	Soil Cutting	(1 m ³)
2	.....	∅ 200 cm Culvert	(1 m)
3	.....	∅ 100 cm Culvert	(1 m)
4	.....	∅ 60 cm Culvert	(1 m)
5	.....	∅ 45 cm Culvert	(1 m)
6	.....	Side Canal	(1 m)
7	.....	Graveling	(1 m ³)
8	.....	Wet Stone Work	(1 m ²)
9	.....	Dry Stone Work	(1 m ²)
10	.....	Concrete	1 m ³
11	.....	Sand 1 m ³	(0-5 m/m)
12	.....	Gravel	1 m ³
13	.....	Stone	1 m ²
14	.....	Gathering and Loading	(Sand and Gravel)
15	.....	Carriage 1 m ³	(Sand and Gravel)
16	.....	Carriage 1 m ²	(Stone)
17	.....	Excavation	1 m ³

UNIT COST TABLE No. 1

SOIL CUTTING (1 m³)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Bulldozer rental	1	m ³	6.86	6.86
Operator	0.004	M.D.	25.00	0.10
Diesel Oil	0.45	1	1.60	0.72
Other oil				0.14
Labors	0.02	M.D.	12.00	0.24
Total				8.06

1) Bulldozer rental

Daily Bulldozer rental : P1,700.00 (excluding fuel and operator)

Soil cutting volume : 38.1 m³/hour (D60 Bulldozer)

$$38.1 \text{ m}^3/\text{hour} \times 6.5 \text{ hour} = 247.7 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$1,700.000 \div 247.7 = \text{P } 6.86/\text{m}^3$$

2) Operator: 1 mandays

$$1 \text{ M.D.} \div 247.7 \text{ m}^3/\text{day} = 0.004 \text{ M.D./m}^3$$

3) Labors: Helper of operator 1.0 M.D.

Bulldozing Work (Grading and Banking) 4.0 M.D.

Total 5.0 M.D.

$$5 \text{ M.D.} \div 247.7 \text{ m}^3/\text{day} = 0.02 \text{ M.D./m}^3$$

4) Diesel oil Consumption: 17 liter/hour

$$17.0 \text{ liters/hour} \div 38.1 \text{ m}^3/\text{hour} = 0.45 \text{ liter/m}^3$$

5) Other oil : 20% of Diesel oil consumption

UNIT COST TABLE NO. 2

ø200 cm CULVERT (1 m)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
ø 2,0 corrugate pipe	1.0	m	-	-
Skilled labor	4.0	M.D.	20.0	80.0
Labor	3.0	M.D.	12.0	36.0
Total				116.0

Materials on hand

UNIT COST TABLE NO. 3

ø100 cm CULVERT (1 m)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
ø 1.0 concrete pipe	1.0	m	120.0	120.0
Skilled labor	2.0	M.D.	20.0	40.0
Labor	2.0	M.D.	12.0	24.0
Total				184.0

Materials on hand

UNIT COST TABLE NO. 4

ø 60 cm CULVERT (1 m)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
ø 60 Concrete pipe	1.0	m	85.0	85.0
Carriage of pipe	1.0	m	16.6	16.6
Skilled labor	1.0	M.D.	20.0	20.0
Labor	1.2	M.D.	12.0	14.4
Total				136.0

UNIT COST TABLE NO. 5

φ 45 cm CULVERT (1 m)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
φ 45 Concrete pipe	1.0	m	78.0	78.0
Carriage of pipe	1.0	m	9.8	9.8
Skilled labor	0.8		20.0	16.0
Labor	0.8		12.0	9.6
Total				113.4

UNIT COST TABLE NO. 6

SIDE CANAL (1 m)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Excavation	0.2	m ³	24.0	4.8
Total				

1) Excavation: Unit Cost Table No. 17

UNIT COST TABLE NO. 7

GRAVELING (1 m³)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Gathering and Loading	1	m	16.7	16.7
Carriage	1	m	16.5	16.5
Scattering	0.2	M.D.	12.0	2.4
Total				35.6

1) Gathering and Loading : Unit Cost Table No. 14

2) Carriage : Unit Cost Table No. 15

UNIT COST TABLE No. 8

WET STONE WORK (1 m²)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Concrete	0.20	m ³	273.9	54.8
Stone	1	m ²	23.0	23.0
Gravel	0.4	m ³	42.8	17.1
Excavation	0.8	m ³	36.0	28.8
Skilled labor	1.0	M.D.	20.0	20.0
Total				143.7

- 1) Concrete : Unit Cost Table No. 10
- 2) Stone : 28.9 pcs./m²
- 3) Gravel : Unit Cost Table No. 12
- 4) Excavation : Unit Cost Table No. 17

UNIT COST TABLE NO. 9

DRY STONE WORK (1 m²)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Stone	1	m ²	23.0	23.0
Skilled labor	1	M.D.	20.0	20.0
Total				43.0

- 1) Stone: 28.9 pcs/m²

UNIT COST TABLE NO. 10

CONCRETE 1 m³

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Cement	250	kg	0.7	175.0
Sand	0.4	m ³	39.2	15.7
Gravel	0.8	m ³	42.8	34.2
Compaction	3.0	M.D.	12.0	36.0
Sub-total				260.9
Tools				13.0
Total				273.9

- 1) Sand : Unit Cost Table No. 11
- 2) Gravel : Unit Cost Table No. 12
- 3) Tools : 5% of total cost

UNIT COST TABLE NO. 11

SAND 1 m³ (0-5 m/m)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Gathering and Loading	1	m ³	16.7	16.7
Carriage	1	m ³	16.5	16.5
Selection and Washing	0.5	M.D.	12.0	6.0
Total				39.2

- 1) Gathering and Loading: Unit Cost Table No. 14
- 2) Carriage : Unit Cost Table No. 15

UNIT COST TABLE NO. 12

GRAVEL 1 m³

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Gathering and Loading	1	m ³	16.7	16.7
Carriage	1	m ³	16.5	16.5
Selection and Washing	0.8	m ³	12.0	9.6
Total				42.8

1. Gathering and Loading : Unit Cost Table No. 14
2. Carriage : Unit Cost Table No. 15

UNIT COST TABLE NO. 13

STONE 1 m²

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Gathering and Loading	0.6	M.D.	12.0	7.2
Carriage	1	m ²	15.8	15.8
Total				23.0

- 1) Gathering and Loading: 28.9 pcs./m²
- 2) Carriage : Unit Cost Table No. 16

UNIT COST TABLE NO. 14

GATHERING AND LOADING 1 m³
(Sand and Gravel)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Tractor shovel rental	1	m	15.3	15.30
Operator	0.01	M.D.	25.0	0.25
Diesel oil	0.54	l	1.6	0.86
Other oil				0.17
Helper	0.01	M.D.	12.0	0.12
Total				16.70

1) Tractor shovel rental

a) Working volume : $V = \frac{3,600}{cm} \times q \times E \times k$

cm : cycle time 76 sec.

q : bucket volume 1.3 m³

E : Coefficient of work 0.44

k : Coefficient of bucket 0.6

∴ $V = 16.3 \text{ m}^3/\text{hour}$

b) Daily Tractor shovel rental : P 1,620.00

c) Daily Working hour : 6.5 hours

d) Daily Working Volume :

$$16.3 \text{ m}^3/\text{hour} \times 6.5 \text{ hour} = 105.95 \text{ m}^3$$

e) Tractor shovel rental per m³

$$1,620.00 \div 105.95 = P 15.30$$

2) Operator, Helper

$$1 \text{ M.D.} \div 105.95 \text{ m}^3 = 0.01 \text{ M.D./m}^3$$

3) Diesel oil consumption = 57.2 liters/day

$$57.2 \div 105.95 = 0.54 \text{ liters/m}^3$$

4) Other oil: 20% of Diesel oil consumption

UNIT COST TABLE NO. 15

CARRIAGE 1 m³
(Sand and Gravel)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Dumptruck rental	1	m ³	14.1	14.1
Driver	0.02	M.D.	20.0	0.4
Diesel oil	0.96	l	1.6	1.5
Other oil				0.3
Helper	0.02	M.D.	12.0	0.2
Total				16.5

1) Dumptruck rental (8 tons)

a) Cycle time

$$cm = \frac{25}{6,000} \times (L-1,000) + 15 \quad L: \text{Distance } 5,000 \text{ m}$$

$$\therefore cm = 31.7 \text{ min.}$$

b) Daily Working hour : 6.5 hours

c) One day trips : $6.5 \div \frac{31.7}{60} = 12.3 \text{ times/day}$

d) Load volume capacity : $8.0 \div 1.7 \times 0.9 = 4.2 \text{ m}^3$

e) Daily working volume : $12.3 \times 4.2 = 51.7 \text{ m}^3$

f) Daily Dumptruck rental : P 730.00

g) Dumptruck rental per m³: $730.00 \div 51.7 = P14.1$

2) Driver, Helper: $1 \text{ M.D.} \div 51.7 \text{ m}^3 = 0.02 \text{ M.D./m}^3$

3) Diesel oil Consumption

$$7.6 \text{ litters/hour} \times 6.5 \text{ hour} \div 51.7 \text{ m}^3 = 0.96 \text{ litters/m}^3$$

4) Other oil : 20% of Diesel oil consumption

UNIT COST TABLE NO. 16

CARRIAGE 1 m²
(Stone)

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Dumptruck rental	1	m ²	13.3	13.3
Driver	0.02	M.D.	20.0	0.4
Diesel oil	1.03	l	1.6	1.6
Other oil				0.3
Helper	0.02	M.D.	12.0	0.2
Total				15.8

1) Dumptruck rental

a) Cycle time $cm = \frac{25}{6,000} \times (L-1,000) + (12 + t)$

t ; loading and unloading time (by manpower) 60 min.

L ; 5,000 m

$$cm = \frac{25}{6,000} (5,000 - 1,000) + (12 + 60) = 89 \text{ min.}$$

b) One day trips: $6.5 \times 60 \div 89 = 4.4 \text{ times/day}$

c) Carriage of stone : 1 truck load = 3.6 m³, 100 pcs./m³

$$3.6 \times 100 \times 4.4 = 1,584 \text{ pcs./day}$$

d) Stones per m² : 28.9 pcs.

e) Dumptruck rental per m²:

$$730.00 \div 1,584 \times 28.9 = P13.3$$

2) Driver, Helper 1 M.C. $\div 54.8 \text{ m}^2 = 0.02 \text{ M.D./m}^2$

3) Diesel oil consumption: $56.2 \text{ liters/day} \div 54.8 \text{ m}^2 = 1.03 \text{ liters/m}^2$

4) Other oil : 20% of Diesel oil consumption

UNIT COST TABLE NO. 17

EXCAVATION 1 m³

Item	Quantity	Unit	Unit Cost	Amount
Soil excavation	2	M.D.	12.0	24.0
Soil accumulation	3	M.D.	12.0	36.0

JICA