

WOOD BLOCK



ウッドブロック施工手引書



ウッドブロック普及協議会

ウッドブロック積工の施工手引き改定にあたって

昭和 59 年に熊本営林局によって開発されたウッドブロックも、その誕生から約 20 年が経ち、一般的な工法として認知されるようになりました。

その利用方法も当所の林道・治山工事の範疇を超え、自然にやさしい工法として公園や河川などで幅広く用いられています。

このような状況の中で、ウッドブロック積工には今まで以上に景観上の配慮が求められ、また複雑な施工現場への対応が必要となっています。

今回ウッドブロック積工の施工手引きを改定し、全国的に施工方法の統一・技術向上を図ることで、堅牢で景観性に優れたウッドブロック積工のイメージアップに繋がりたいと考えます。

森林・林業を取り巻く状況が依然として厳しい中、ウッドブロックをはじめとする木製構造物の積極的な利用が国産材の需要拡大の契機となるよう、私たちはその品質向上により一層の努力を重ねる必要があります。

平成 17 年 7 月

ウッドブロック普及協議会

目 次

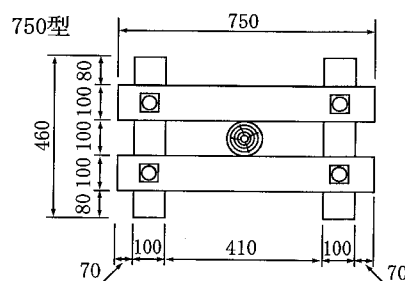
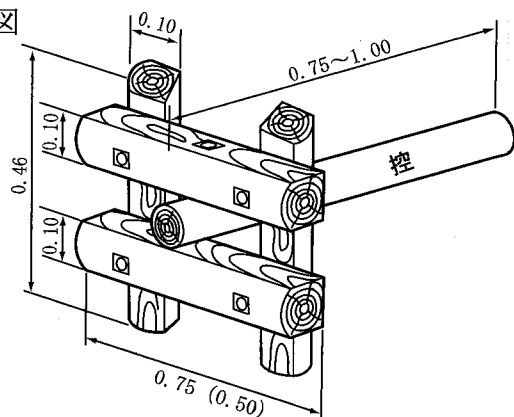
1	ウッドブロック積みの構造	1
2	特長について	1～2
3	施工適地について	2
4	ウッドブロックの耐久性について	2
5	単価及び施工歩掛り	2
6	設計要領	2～3
7	施工要領	3～4
8	材料の見積りについて	4
9	防腐剤の注入について	4
10	ウッドブロック施工実績表	4
11	ウッドブロック積工仕様書（例）	12
12	ウッドブロック積検査基準（例）	13
13	ペンタキュアニューBM、タナリス CY の特徴	14

1 ウッドブロック積みの構造

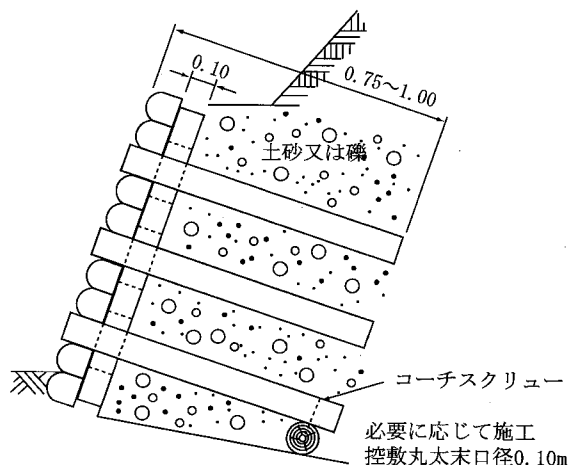
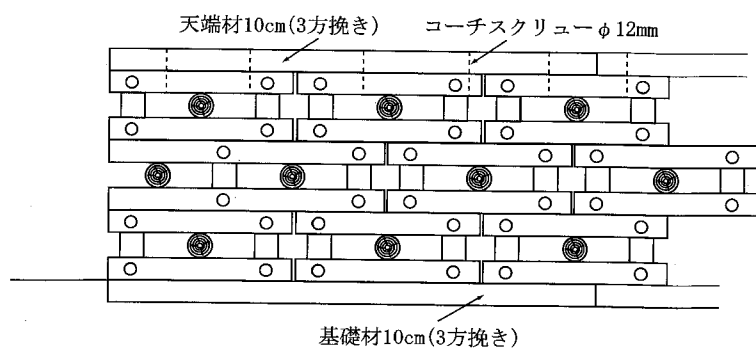
末口径 10 ～ 13cm 程度の間伐木を剥皮の上、10cm の 2 面挽きの後、背面まで 10cm の 3 方挽き材を縦長 46cm、横長 75cm に切断し井桁に組みボルト締めしたもの、長さ 75cm 又は 1.0m の控え丸太を通して 1 組とした出来高単位面積 0.225m^2 (高さ 30cm * 長さ 75cm) の簡単な構造である。

この単体構造物は、基礎材の上に列状に並べ 2 段目 3 段目と布積方式で築設し、上部に天端材を並べ、コーチスクリューで留めることにより出来上がりとする。

単体図



施行標準図



2 特長について

- (1) 形状が簡単のため、工場で大量生産できる。
- (2) コンクリートブロックに比べ、軽量であるので大量運搬が出来る。
- (3) 組み合わせだけで築設できるので、ブロック工などの特殊技能者を必要とせず、普通作業員で施工できる。
- (4) 布積みできるため、荷重が分散でき、控材が長いので荷重や土圧等によるせん断抵抗にも優れている。
- (5) 背面の裏込材には、現地産の土石を使用するため経済的である。
- (6) コンクリートを全く使用しないので、高冷地や、冬季の施工も可能である。
- (7) 法面に空隙が多いため、背面水の排水が速やかに行われ、耐水による転倒や滑りが発生しない。

- (8) 床面積の角度を変えることにより、現地の土圧や地形条件に適した法勾配で築設できる。
- (9) 軟体構造であるため、不当沈下や地震等に伴うクラックや変形、損傷が生じない。
- (10) 法面の空隙には、草や花、灌木による緑化等が可能うえ、素材が木材であるため柔らかみがあり、自然によくなじむ。
- (11) 部材は防腐加工しているので、15～20年程度の耐久性がある。

3 施工適地について

- (1) 林道、遊歩道などの山側土留ブロック積。
- (2) 土捨場や造成地等の法尻ブロック積。
- (3) 治山の山腹工。
- (4) 花壇、公園などの土留工用。
- (5) 河川敷の護岸工用。

4 ウッドブロックの耐久性について

一般的には、護岸工事の法勾配は緩やかに築かれている。ウッドブロックも1割程度以上の勾配で施工すれば自然に植生が入って、数年後には在来種の草木で保護され、15年後には自然に帰するものと判断される。

コンクリート構造物は、恒久的な施設としてコンクリートそのものが保護することになるが、ウッドブロックは自然の力が完成するまでの一定期間（15年～20年）保護する役目にあり、コンクリートに対抗するものではない。

5 単価及び施工歩掛り

ウッドブロックの製品単価は、材価、労務、賃金等地域により価格差があり異なっているが、林野庁採用の「森林整備必携」により、歩掛りは全国統一されたものが示されている。

6 設計要領

従来、設計事務所等で設計されるコンクリート擁壁、コンクリートブロック等と大差はないが、次の事項については特に留意する必要がある。

- (1) 構造物の高さと延長の決め方

法長（法面高さ）は、 $0.3\text{m} \times N$ （ N は段数） $+ 0.2\text{m}$ 、延長は $\{(0.75\text{m} + 0.02\text{m}) \text{の倍数} - 0.02\text{m}\}$ を承知の上設計に組入れていただくこと。

[参考：法長1段=0.5m、2段=0.8m、3段=1.1m、4段=1.4m、5段=1.7m、
6段=2.0m]

- (2) ボルトの種類

一般的には、黒皮ボルトと溶融亜鉛メッキの2種類があり、環境、経済性等を考慮のうえ決定するが、概ね次のように使い分けている。

- ① 黒皮ボルト：塩害、酸性土壌等を除く林道、治山工事等。
- ② 溶融亜鉛メッキボルト：公園、河川、塩害酸性の強い土壌等環境面、耐久性等総合的に判断のうえ決定する。
- ③ 特殊ボルト（ステンレス）：温泉地区内等強酸性土壌で植生不可能な特殊地域は、ステンレスボルトを使用する必要がある。

(3) 特殊土壌地域の設計について

従来から特殊な名称で呼ばれている土壌（マサ、関東ローム層、シラス等）地域にウッドブロックを計画する場合は、土の粒子が小さく植生が入り自然が安定する前に、雨等により背面土が流失することが懸念される。そのような箇所には、前面に栗石、植生帯付きネット、流失防止蓋等を計画して安定を図るよう配慮しなければならない。

7 施工要領

(1) 施工に当たっての留意事項（P5～8）

床掘り仕上げの良否がウッドブロック積全体の出来栄を左右するため、入念に仕上げること。

- ① 底面仕上げは基礎前面から30cm程度は法勾配と直角になるよう仕上げること。
- ② 床掘り幅は控え木（1m又は0.75m）一杯とすること。
- ③ 床掘りが完成すれば基礎材を並べ、各継ぎ目は9cm釘で止める。カーブ箇所は設計図どおりスムーズに曲がっているかを確認の上、土台の継ぎ目が移動しないように外側を杭で止めるか埋め戻しをする。
- ④ 控え木の現場組み立てと併行して築設にかかるが、一般的に起点から並べ、位置を固定するためウッドブロックの下木口から土台木へ斜めに9cm釘を打ちつける。以下同じ作業を繰り返し施工する。
- ⑤ 2段目以降は、曲線部でRが30以下の場合では、曲線の中央部から両側へ振り分けて施工すれば歪みが緩和され出来栄もよい。
- ⑥ 天端材は、コーチスクリューで止めるが、天端ブロック1組につき必ず2本は止める。

(2) 屈折した場合の留意点（P9、10参照）

他の構造物との併用や地形によっては、屈折した施工をすることがあるが、このような場合は縁切れが生じるため施工は特に留意しなければならない。このため屈折箇所には隅柱を建て、三角に合致するようにカットして施工すること。内側に折れる場合は問題ないが、外側に折れる場合は、土圧により張り出しを防止するため、一段毎にカスガイ等で止める必要がある。また、このような構造物では、天端材も半カギ継ぎとし、その継ぎ目毎にコーチスクリューでとめること。

8 材料の見積 (P11) について

- (1) 施工業者から見積と材料搬入について要請があった場合は、先ず設計数量と納期を確認した上で在庫品で対応できるかどうかを承知しなければならない。

土木工事には設計変更がつきもので、当初設計と大幅に数量が変わることが多い。そこで床掘り結果の展開図によって材料を見積もることも度々生じて来るが、相手側から送られた展開図によりウッドブロックをどのように積み上げるのか地形に応じた判断が必要である。

その上で材料を搬入しなければ、過不足が生じた場合は運賃が嵩みコストアップにつながる。

- (2) 安定計算例

ウッドブロックの設計に当たっては、発注者又は設計事務所から安定計算書の提出を求められる。計算上、規定の安全率が得られるかどうかをチェックの上提出することとなるため、別紙計算例を熟知の上対応しなければならない。

9 防腐剤の注入について

平成8年4月に水質汚濁防止法が改正され、工場及び事業所から公共用水域に排水される基準が強化され、重金属など有害物質の排水基準が 0.5mg/l から 0.1mg/l に成った。

木材の防腐剤として従来から有るCCAは、安価な上に耐久性に富んでおり、木材の防腐注入処理の主流を占めて居たが、同年より防腐剤はタナリスCuAzに変わった。又、平成16年1月より、将来の水質汚濁防止法の強化に対応するために、ホウ酸を除いたタナリスCuAz-2に変更した。

尚、タナリスCuAz-2と同程度の薬剤として

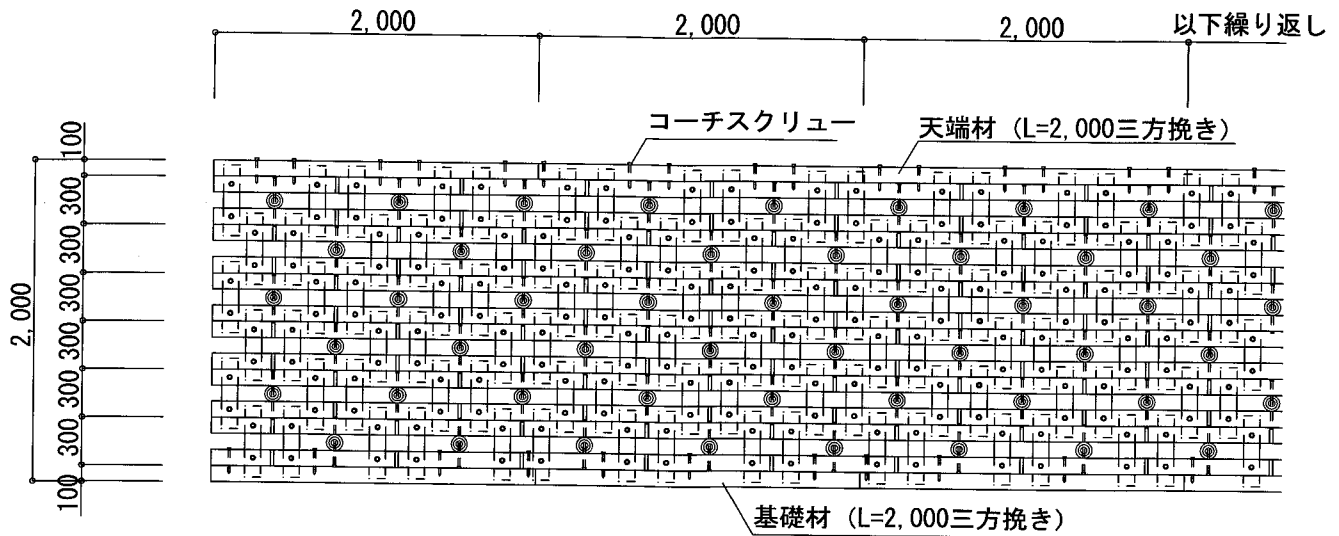
- ①ペンタキユアニューBM (無色) ②マイトレックACQ等有る。

10 ウッドブロック施工実績表

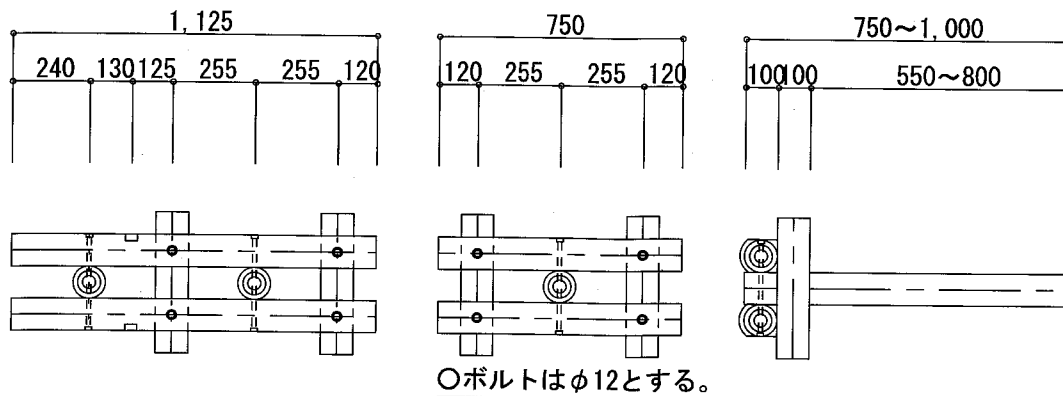
年度	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
数量	65	2,199	2,688	8,578	11,437	11,492	10,023	9,446	13,937	15,153	18,432	19,262	27,879	30,959	42,989	224,539 [㎡]

ウッドブロック施工要領

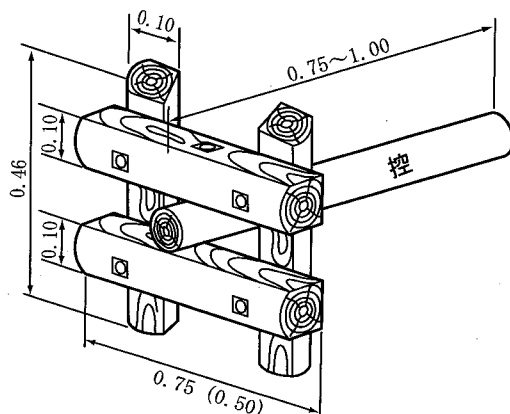
両袖直上がりの場合 天端基礎材及びコーチスクリュー配置図



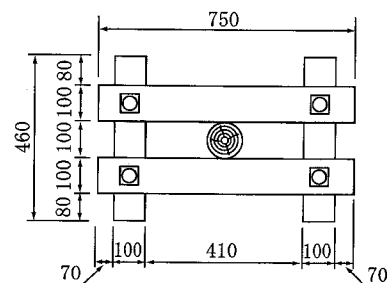
正面図 S=1:40



正面図 S=1:20

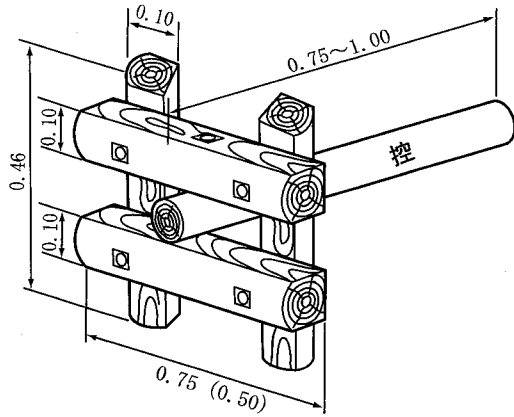


正面図

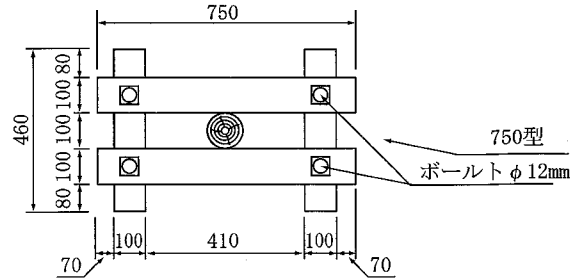


ウッドブロック積図

単体図

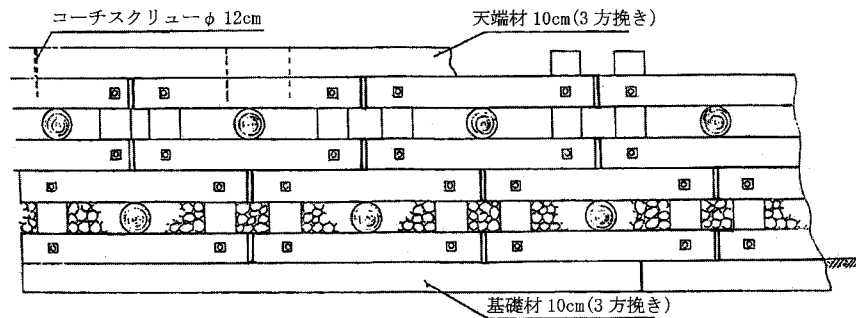


正面図

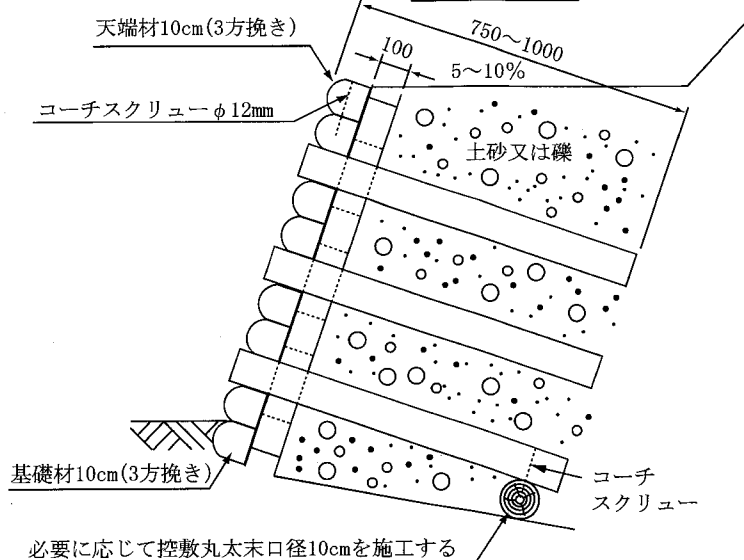


控材の取り付けには、ボルト締め付けが必要です。
座掘りがあるため、ラチェットハンドルとボックスを準備して下さい。(黒皮ボルト17号、ドブボルトは19号)
[注] 熊本方式は両側座掘り、愛媛方式は天端のみ座掘り

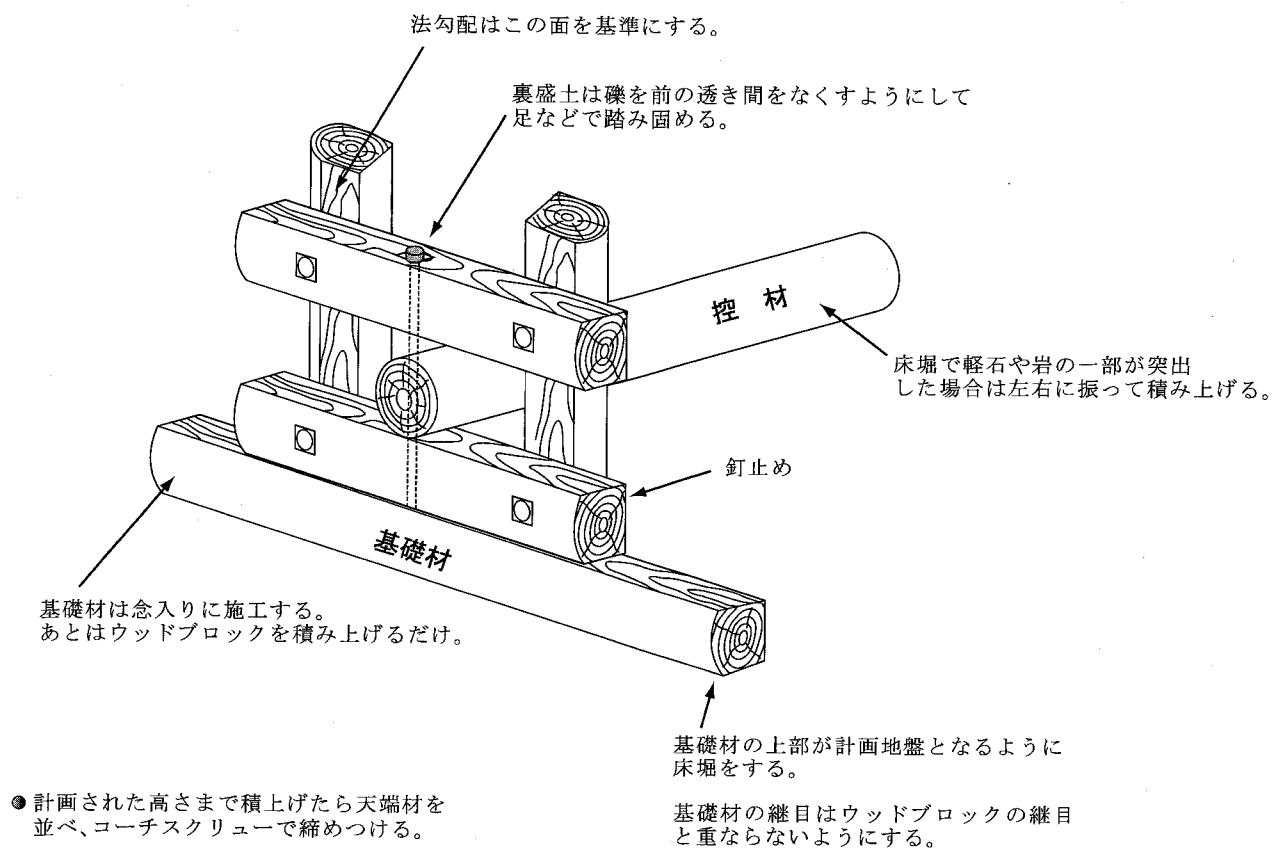
組立図



側面図



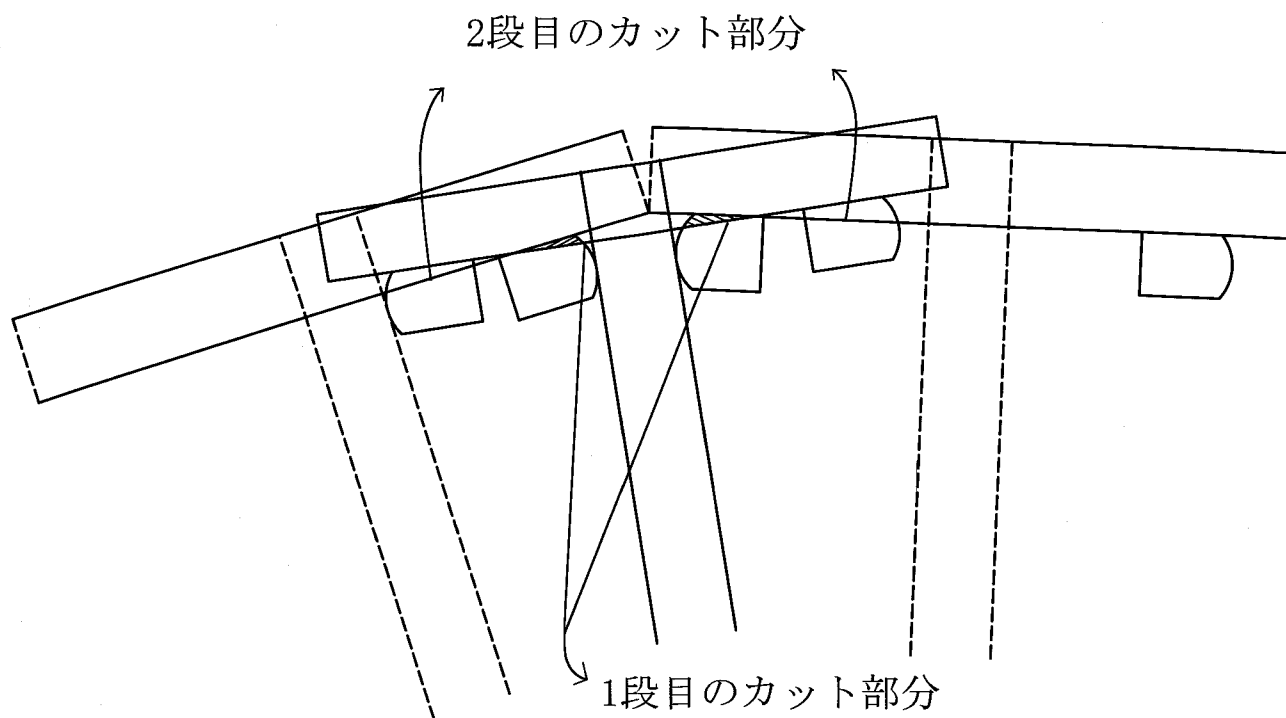
『ウッドブロック』施工図



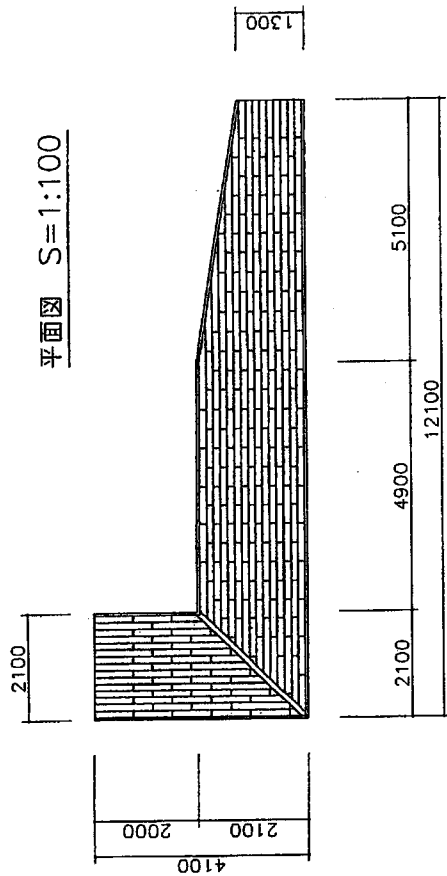
ウッドブロック積施工要領（曲線部）

R=10m未満

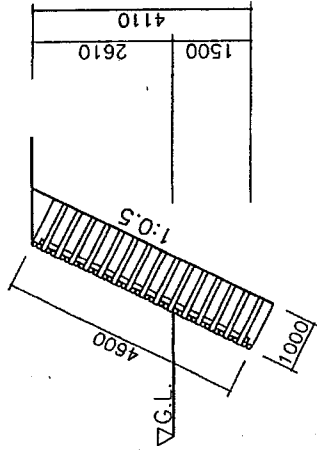
（縦材をカットしなければならない。）



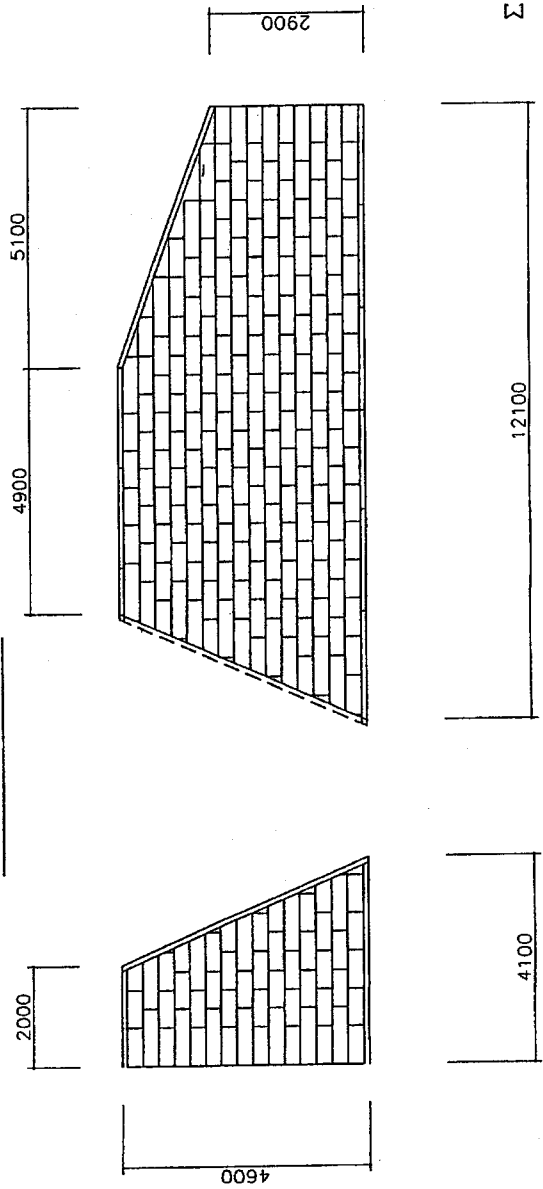
平面图 S=1:100



侧面图 S=1:100

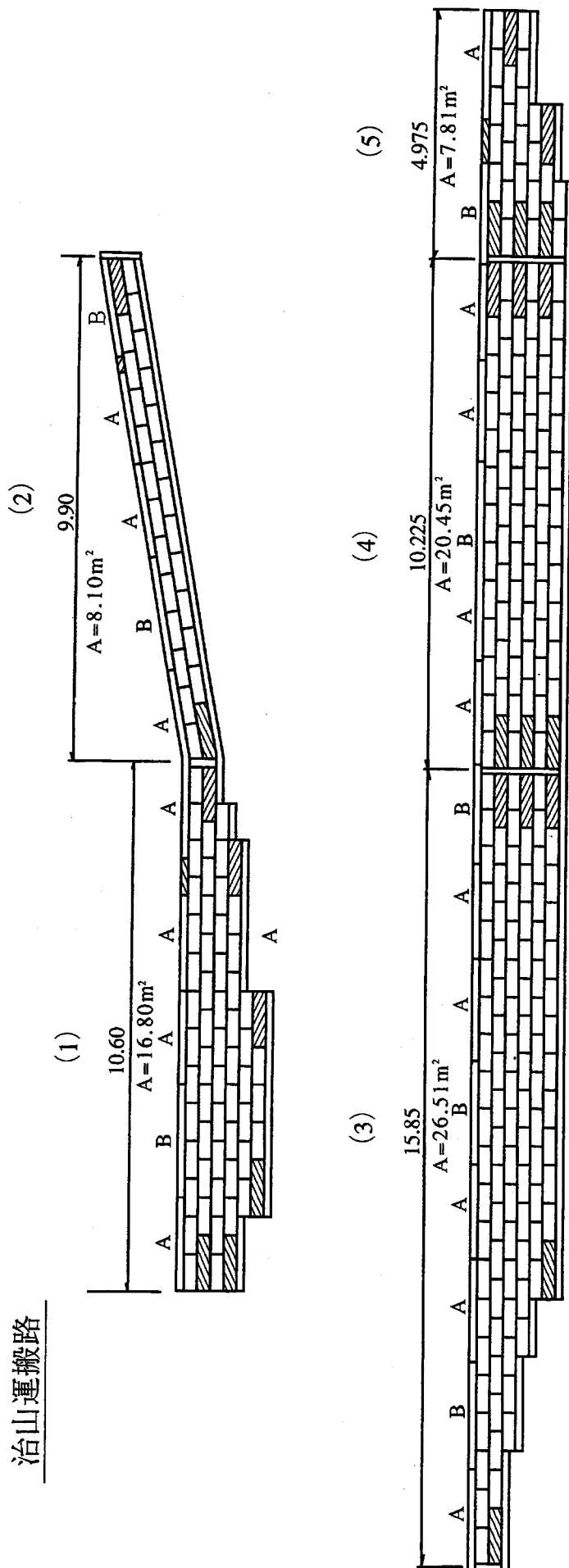


展开图 S=1:100



ウッドブロック展開図

治山運搬路



材料内訳 $A = 79.67m^2$

ウッドブロック 750型 = 270基

〃 1, 125型 = 24基

土台 (2,000×三面落) = 29本

天端A 〃 = 18本

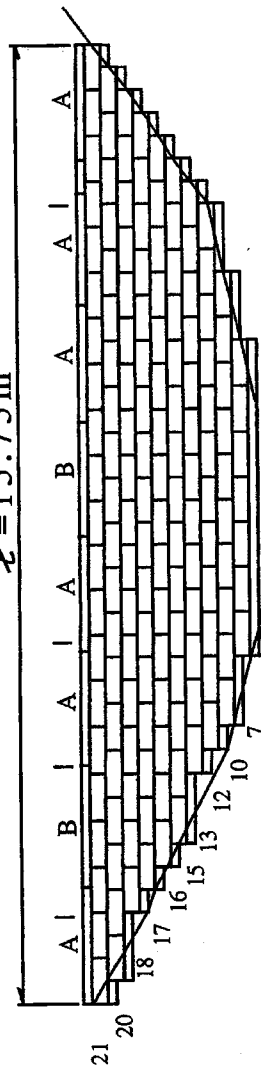
〃 B 〃 = 8本

コーチスクリュー = 73本

林道新設工事

土捨場

$\ell = 15.75\text{m}$



$A = 36.67\text{m}^2$

$\Sigma A = 156.66\text{m}^2$

750型=637基

土 台=34本

天端A=24本

天端B=11本

コーチ=89本

750型=149基

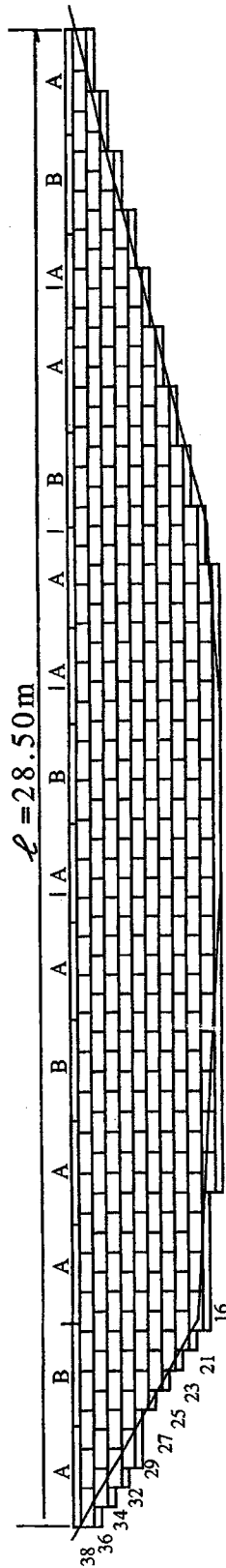
土 台=8本

天端A=6本

天端B=2本

コーチ=21本

$\ell = 28.50\text{m}$



$A = 68.92\text{m}^2$

750型=281基

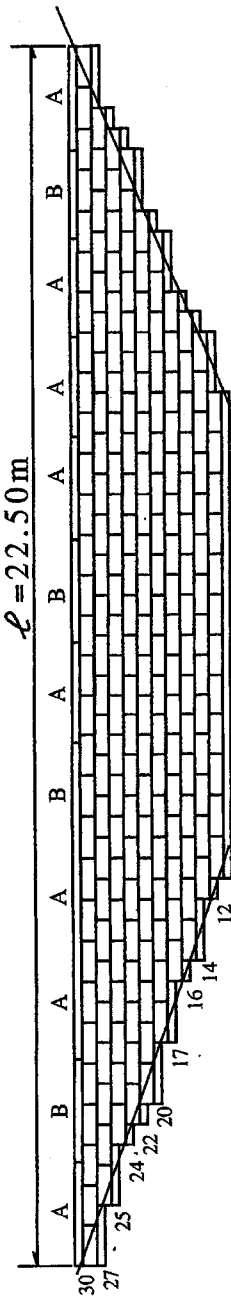
土 台=15本

天端A=10本

天端B=5本

コーチ=38本

$\ell = 22.50\text{m}$



$A = 51.07\text{m}^2$

750型=207基

土 台=11本

天端A=8本

天端B=4本

コーチ=30本

ウッドブロック積工仕様書（例）

1. 基礎材は、上部が計画高になるように床堀をおこない、法勾配と直角になるように均した後、敷並べなければならない。
2. 基礎材の継目は、ウッドブロックの継目と重ならないよう割振りして敷並べなければならない。
3. 裏込材料は礫等を含有する透水性の材料を用い、ウッドブロックと一体になるように一段毎に入念に充填しなければならない。
4. ウッドブロックの前面から裏込材料が漏れる虞がある場合は、礫・栗石・植生シート等を用いて空隙を生じないように施工しなければならない。
5. 天端材はコーチスクリューで締め付けるが、天端ブロック 1 組当り 2 箇所は締め付けなければならない。
また、必要がある場合は、天端材を半カギ重ね継ぎとし、その部分をコーチスクリューで締め付ける。
6. 裏込材料の天端は 5 ～ 10% 程度の勾配をつけ、後部が高くなるように仕上げなければならない。

ウッドブロック積 検査基準 (例)

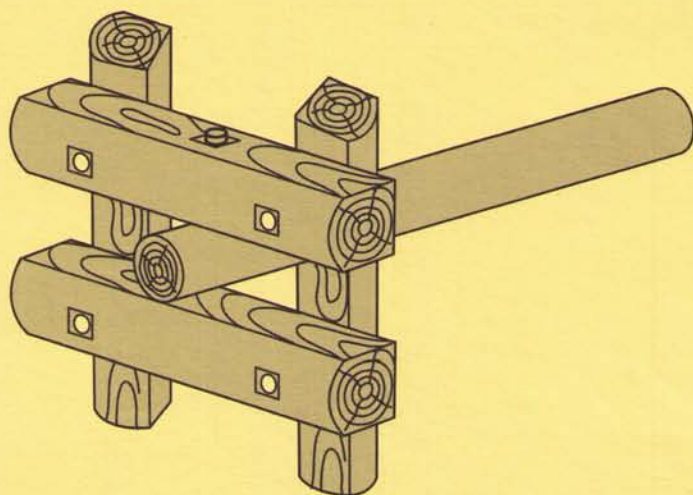
検査対象	検査区分	検査箇所並びに範囲	検査内容	検査方法	合格の認定	摘 要
ウッドブロック積	形	量	延長 法勾配 法 長 控 長	テープによる測定 スランートルールによる測定 テープによる測定 テープ等による測定	－10cm以内 ± 0.5分 －10cm以内 －10cm以内	
	積	工	裏込材 裏込材の締固め		不良材料でない場合 控材が下らない程度	
	品	質	丸太の径 植生帯 (使用する場合)	テープ等による測定	9.5cm以上 発芽良好な場合	控材の控尻部分に限る。

ペンタキュアニュー BM、タナリス CY の特徴

項目	小項目	ペンタキュアニュー BM	タナリス CY 処理木材
薬 剤	分類	第四級アンモニウム化合物系	銅、アゾール化合物系
	成分	ジデシルジメチルアンモニウム塩 (DDAC)、 ポリアルキレングリコール	酸化銅、シプロコナゾール
	木材処理液	普通物	普通物
	JWPA 認定	○	○
	JIS1570	○	○
	JAS	○	×
	AQ	○	○
処 理 木 材 の 性 能	室内防腐性能	性能基準に合格	性能基準に合格
	室内防蟻性能	性能基準に合格	性能基準に合格
	野外防蟻性能	性能基準に合格	性能基準に合格
	野外杭試験	15 年	開始から 5 年経過 (継続中)
	鉄腐食性試験	性能基準に合格	性能基準に合格
	吸湿性試験	性能基準に合格	性能基準に合格
処理方法		DDAC1% (屋外用 1.6%) 以上で JIS A9002 に 規定される方法で加圧注入	酸化銅、アゾール化合物 (屋外用 0.3% 以上) で JIS A 9002 に規定される方法で加圧注入。
処理木材の特徴		高い浸透促進効果、割れ抑制効果があり、 干割れが起き難い。成分は木材中にほとん ど定着して、水に溶出しない。 塗布用防腐剤 (サンプレザー OGR) を地際 部分に塗布することで、より高い耐久性が 期待できる。	銅化合物の効果で、地中部分 (地際部分) の高い耐久性を有する。成分は木材中にほ とんど定着して、水に溶出しない。
安 全 性	魚毒性	通常の使用で問題なし (農薬取締法 A 類に該当)	通常の使用で問題なし (農薬取締法 A 類に該当)
	廃棄	煙及び灰に有害成分の発生や有害金属が残 存しない。	煙及び灰に有害成分の発生や有害金属が残 存しない。
使用実績		1987 年販売、公園資材、建築材として 17 年の実績。	CY 以前の CUAZ-1 とあわせると、建築資材、 公園資材として 10 年の実績。

※タナリス C u A z -2 の薬剤はタナリス CY である。

ウッドブロック積安定計算例



目 次

1. 施工条件	17
(1) 基礎	17
(2) 背面土	17
(3) 擁壁高	17
2. 安定計算	18～37
(1) 擁壁の種類	18
(2) 寸 法	18～21
1) 奥行の長さ	18
2) 擁壁の幅	18
〔解説または計算例等〕	19
3) 擁壁の高さ	20
〔解説または計算例等〕	21
(3) ウッドブロック使用個数表	22
(4) ウッドブロック木材使用量	23
(5) ウッドブロック重量表	23
〔解説または計算例等〕	24
(6) 土 圧	25～28
1) 試行クサビ法－1	25
〔解説または計算例等〕	26
2) 土圧の分力	27
3) 土圧の作用線	27
〔解説または計算例等〕	28
(7) 擁壁の自重及び重心位置	29～30
1) 擁壁の断面積	29
2) 擁壁の自重	29
3) 擁壁の重心位置	29
〔解説または計算例等〕	30
(8) 安定度計算	31～36
1) 鉛直力、水平力	31
2) 原点におけるモーメント	31
3) 合力の作用点距離及び偏心距離	31
〔解説または計算例等〕	32
4) 転倒の安全率	33
5) 滑動の安全率	33

6) 合力の作用点位置の範囲	33
〔解説または計算例等〕	34
7) 地盤反力	35
8) 地震時	35
〔解説または計算例等〕	36

附 表

1. 重力式ウォール安定計算例	37
2. 「試行クサビ法－1」による土圧計算例.....	38
3. ウッドブロック安定計算表	39

1. 施 行 条 件

(1) 基 礎

基礎の施工は他の構造物などと同様に擁壁の安定に大きな影響をおよぼすので入念な施工が必要である。

(2) 背面土

擁壁に作用する外力の主力は土圧であり、その土圧に大きな影響を与えるのが背面土である。したがって背面土の施工に当っては十分な注意が必要であり、凍結土や、水分を多く含む土砂の混入を避けなければならない。

このため背面土は十分なつき固めを行い、土壌凍結時や雨天時施工および雨水の流入を避けるなどの措置が必要である。

(3) 擁壁高

擁壁の高さは適用基準内の範囲にとどめることはもちろんであるが、ブロック本体の腐朽による施工箇所の崩壊を防止するため、擁壁高の決定に当たっては、施工面の大きさを考慮し、安全性を重視して慎重に決定すること。

なお、ブロック積上げの際、基礎材の継目とブロックの継目が重ならないように注意すること。

2. 安 定 計 算

(1) 擁壁の種類

種 類 もたれ式擁壁

(2) 寸 法

1) 奥行の長さ

95cm……図示

2) 擁壁の幅

法勾配

$N=0.3$ …… 99cm (95cm×係数 1,044)

$N=0.4$ …… 102cm (95cm× $\simeq$ 1,077)

$N=0.5$ …… 106cm (95cm× $\simeq$ 1,118)

係 数 計 算

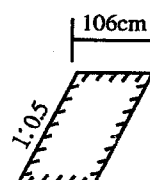
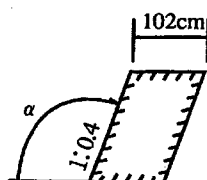
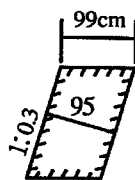
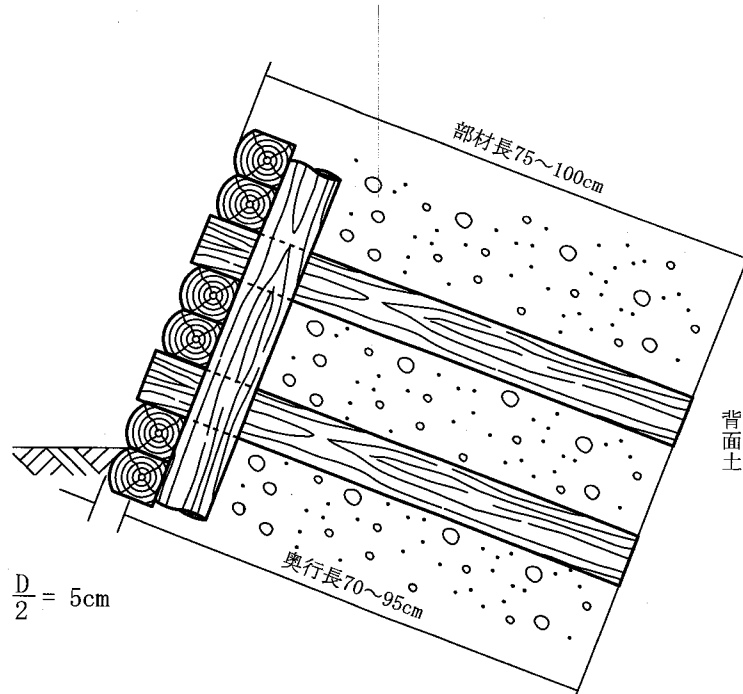
$$\alpha - 90^\circ = \tan^{-1} N$$

$$\text{係数} = \sec (\alpha - 90^\circ)$$

〔解説または計算例等〕

ブロック個体は組合わせ構造であるので、擁壁として取扱う。

前面に法勾配を付けて設置する。従って背面土に「もたれ」ているので「もたれ式擁壁」とする。



3) 擁壁の高さ

法勾配別、ブロック段数別の擁壁高（直高）は下表による。

段数 n	法 長 (m) $0.30n + 0.20$	法 勾 配 3 分 直 高 (m)	法 勾 配 4 分 直 高 (m)	法 勾 配 5 分 直 高 (m)
1	0.50	0.48	0.46	0.45
2	0.80	0.77	0.74	0.72
3	1.10	1.05	1.02	0.98
4	1.40	1.34	1.30	1.25
5	1.70	1.63	1.58	1.52
6	2.00	1.92	1.86	1.79
7	2.30	2.20	2.14	2.06
8	2.60	2.49	2.41	2.33
9	2.90	2.78	2.69	2.59
10	3.20	3.06	2.97	2.86
11	3.50	3.35	3.25	3.13
12	3.80	3.64	3.53	3.40
13	4.10	3.93	3.81	3.67
14	4.40	4.21	4.09	3.94
15	4.70	4.50	4.36	4.20

法勾配 $N=0.3$係数0.9578

$N=0.4$ $\simeq 0.9285$

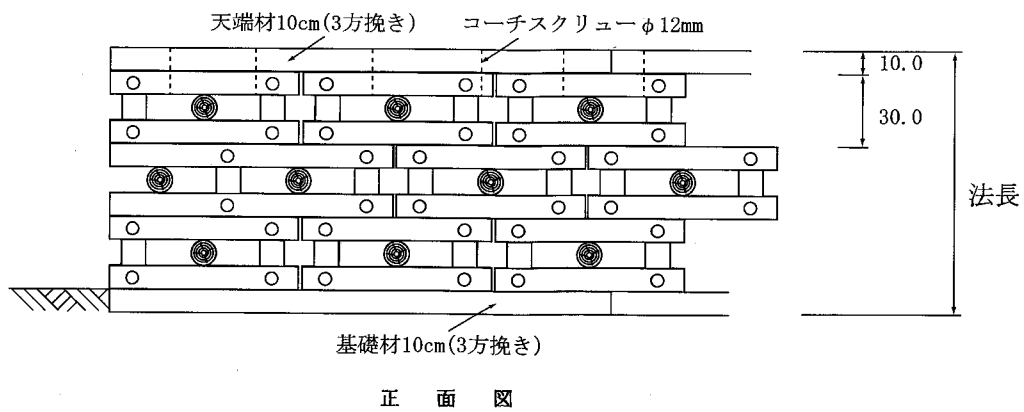
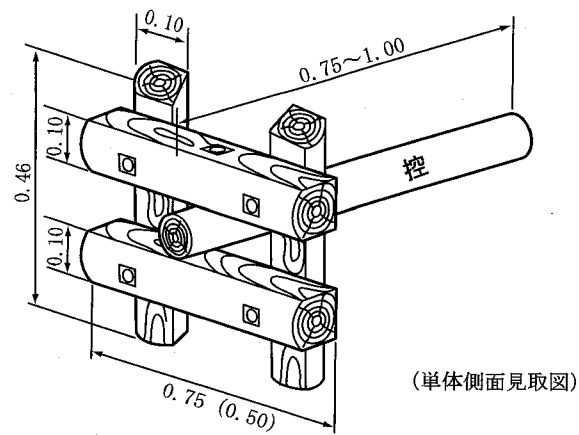
$N=0.5$ $\simeq 0.8944$

係 数 計 算

$$\alpha - 90^\circ = \tan^{-1} N$$

$$\text{係数} = \cos (\alpha - 90^\circ)$$

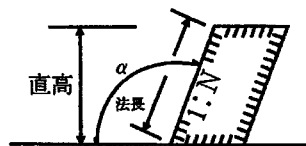
[解説または計算例等]



法長、直高計算式

$$\text{法 長} = 0.30n + 0.20$$

$$\text{直 高} = \text{法長} \times \text{係数}$$



(3) ウッドブロック使用個数表

① ブロック

段数 \ 単位	10m 当り	10m ² 当り (m ² 当り)	
1 段	13.0 個	——— 個	——— 個
2 段	26.0	32.47	(3.25)
3 段	39.0	35.41	(3.54)
4 段	52.0	37.10	(3.71)
5 段	65.0	38.18	(3.82)
6 段	78.0	38.96	(3.90)

② 基礎及び天端材

段数 \ 単位	10m 当り	10m ² 当り (m ² 当り)	
1 段	10.0 本	——— 本	——— 本
2 段	10.0	12.50	(1.25)
3 段	10.0	9.09	(0.90)
4 段	10.0	7.14	(0.71)
5 段	10.0	5.88	(0.59)
6 段	10.0	5.00	(0.50)

(4) ウッドブロック木材使用量

(1組当り)

形 式 材 料	7 5 0 型	1 , 0 0 0 型
縦 材	$(0.1 \times 0.1 \times 0.46) \times 2 = 0.0092\text{m}^3$	(同 左) 0.0092 m^3
横 材	$(0.1 \times 0.1 \times 0.75) \times 2 = 0.0150\text{m}^3$	(同 左) 0.0150 m^3
控 材	$(0.1 \times 0.1 \times 0.75) \times 1 = 0.0075\text{m}^3$	$(0.1 \times 0.1 \times 1.00) \times 1 = 0.0100\text{m}^3$
小 計	0.0317 m^3	0.0342 m^3
基 礎 材	$(0.1 \times 0.1 \times 2.00) \times 1 = 0.02\text{m}^3$	(同 左) 0.02 m^3
天 端 材	$(0.1 \times 0.1 \times 2.00) \times 1 = 0.02\text{m}^3$	(同 左) 0.02 m^3
小 計	0.04 m^3	0.04 m^3

(5) ウッドブロック重量表

種 別 段 数	10m当り (kg)			10m ² 当り (m ²)		
	本 体	天、基礎	計	本 体	天、基礎	計
1 段	247	120	367	——	——	——
2 段	494	120	614	617	150	767
3 段	741	120	861	673	109	782
4 段	988	120	1,108	705	86	791
5 段	1,235	120	1,355	726	71	797
6 段	1,482	120	1,602	741	60	801

(参考) ウッドブロック重量

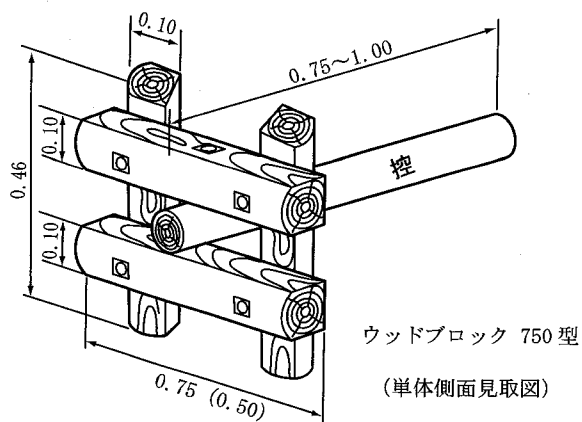
750 型 ☆ 1 組 19kg ($600\text{kg}/\text{m}^3 \times 0.0317\text{m}^3 = 19.02\text{kg}$)

※杉 (生木 $800\text{kg}/\text{m}^3$ 、空乾 $440\text{kg}/\text{m}^3$ 、タナリス (CuAz) 注入 $600\text{kg}/\text{m}^3$)

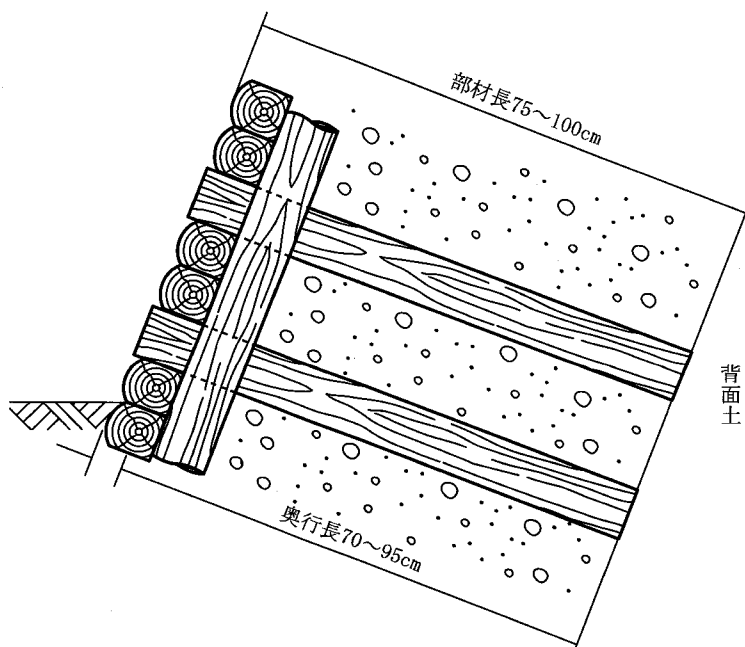
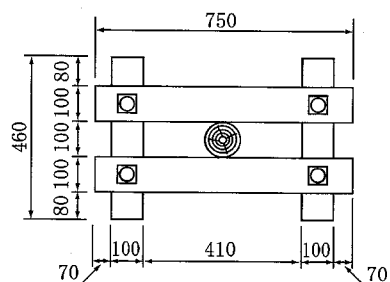
☆基礎、天端材 (1本当り)

$(600\text{kg} \times 0.02\text{m}^3) = 12.0\text{kg}$

〔解説または計算例等〕



750型 正面図



(6) 土 圧

1) 試行クサビ法 -1

土圧計算は試行クサビ法 -1 による。

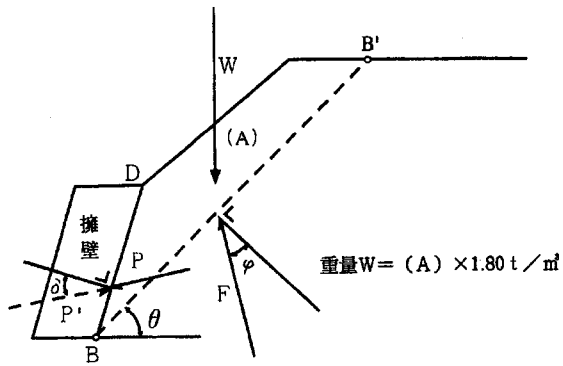
本法の計算は繁雑であるので、コンピュータにより処理する。

形状ごと、高さごと、及び土質ごとの土圧力 P を附表に掲示する。

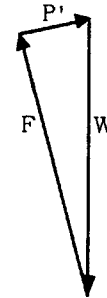
なお試行クサビ法 -1 とは、破壊線が直線と仮定し、次頁のようにして土圧を求める方法である。

〔解説または計算例等〕

力の作用線を示す図－a



力の多角形図－b



図－aは、土塊BB'Dが滑動する限界における反力F及び反力P'の作用線方向を示す。

図－bはW、F、P'の3力の作用線方向及び力の大きさをあらわす。

図においてB－B'線の角度θを変えると、重量Wの大きさ、反力Fの方向及び反力P'の方向が変り、力の多角形の「つり合い条件」により反力P'の大きさが求められる。

BB'の角度を徐々に変えて反力P'の最大値を求める計算法を「試行クサビ法」という。

38頁の計算例では18種類の試算結果No.17がP'の最大値2.4496トンとなる。

なお、土圧Pは反力の法則によりP'と大きさは等しく作用方向は正反対である。

2) 土圧の分力

土圧の傾き角の値 $\beta = \delta - (\alpha - 90^\circ)$

δ 法勾配	$\delta = 25^\circ$	$\delta = 30^\circ$	$\delta = 35^\circ$
1 : 0.3 $\alpha = 106^\circ 42'$	$8^\circ 18'$	$13^\circ 18'$	$18^\circ 18'$
1 : 0.4 $\alpha = 111^\circ 48'$	$3^\circ 12'$	$8^\circ 12'$	$13^\circ 12'$
1 : 0.5 $\alpha = 116^\circ 34'$	$-1^\circ 34'$	$3^\circ 26'$	$8^\circ 26'$

土圧の水平分力 $P_H = P \times \cos \beta$

◇ 鉛直分力 $P_V = P \times \sin \beta$

3) 土圧の作用線

原点Oに対し

$$Y = \frac{H}{3}$$

$$X = B + \frac{H \times N}{3}$$

$$N = 0.30 \dots \dots \dots (0.99 + 0.100 \times H)$$

$$N = 0.40 \dots \dots \dots (1.02 + 0.1333 \times H)$$

$$N = 0.50 \dots \dots \dots (1.06 + 0.1667 \times H)$$

〔解説または計算例等〕

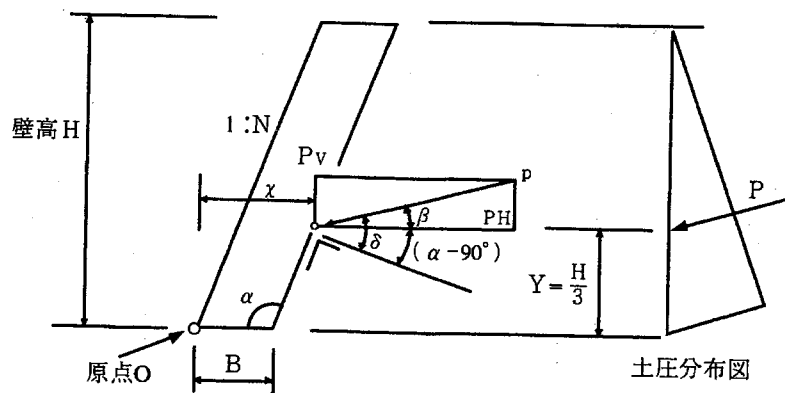
安定計算では便宜上、土圧Pに対しては

その水平分力 $P_H = P \times \cos \beta$ }
鉛直分力 $P_V = P \times \sin \beta$ } の2力に分けて計算する。

土圧Pが水平面に対する傾き角を β とすると、 β の値は下図の形をなし、

$\beta = \delta - (\alpha - 90^\circ)$ である。

擁壁法勾配ごと、壁面摩擦角 δ ごとの β の角度を計算したのが前頁の表である。



38 頁の計算例

$$P = 2.4496 \text{ トン} \div 2.45 \text{ トン} \quad H = 2.49 \text{ m}$$

$$N = 0.3 \quad \delta = 30^\circ \quad \dots\dots\dots \text{前頁の表から } \beta = 13^\circ 18'$$

$$P_H = 2.4496 \times \cos 13^\circ 18' \div 2.383 \text{ トン} \div 2.38 \text{ トン}$$

$$P_V = 2.4496 \times \sin 13^\circ 18' \div 0.563 \text{ トン} \div 0.56 \text{ トン}$$

土圧の作用点までの距離

$$Y = \frac{H}{3} = \frac{2.49}{3} = 0.830 \text{ m}$$

$$X = 0.99 + (0.100 \times 2.49) = 1.239 \text{ m}$$

(7) 擁壁の自重及び重心位置

後に傾く平行4辺形断面形である。

1) 擁壁の断面積：A

$$A = B \times H$$

$$N = 0.30 \cdots \cdots A = 0.99H$$

$$N = 0.40 \cdots \cdots A = 1.02H$$

$$N = 0.50 \cdots \cdots A = 1.06H$$

2) 擁壁の自重：W

$$W = 1.60 \times W$$

$$N = 0.30 \cdots \cdots W = 1.584H$$

$$N = 0.40 \cdots \cdots W = 1.632H$$

$$N = 0.50 \cdots \cdots W = 1.696H$$

3) 擁壁の重心位置

次頁の図形に基づく重心位置の原点Oからの距離X

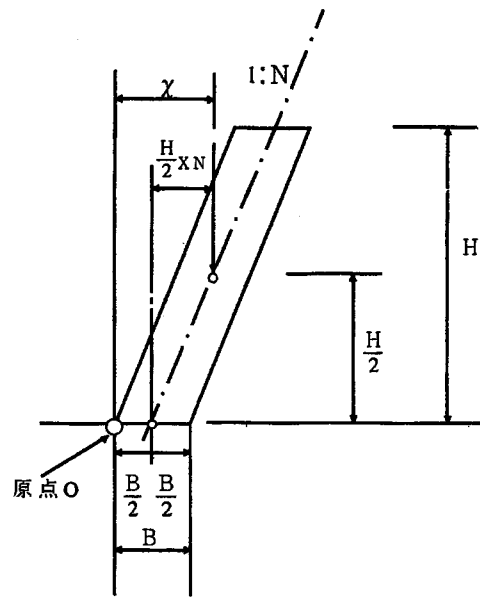
$$X = \frac{B}{2} + \left(\frac{H}{2} \times N \right)$$

$$N = 0.30 \cdots \cdots X = 0.495 + 0.15H$$

$$N = 0.40 \cdots \cdots X = 0.510 + 0.20H$$

$$N = 0.50 \cdots \cdots X = 0.530 + 0.25H$$

〔解説または計算例等〕



37頁の安定計算（例）

法勾配 $N=0.30$

壁 高 $H=2.49\text{m}$

擁壁の断面積

$$A=0.99H=0.99 \times 2.49=2,465\text{m}^2$$

擁壁の重量

$$w=1.584H=1.584 \times 2.49=3,944\text{トン}$$

擁壁の重心位置

$$\begin{aligned} X &= 0.495 + 0.15H \\ &= 0.495 + (0.15 \times 2.49) \doteq 0.868\text{m} \end{aligned}$$

(8) 安定度計算

1) 鉛直力：V、水平力：H

擁壁に関する鉛直力Vの合計 ΣV

$$\Sigma V = \text{鉛直土圧 (P}_v\text{)} + \text{擁壁の自重 (W)}$$

擁壁に関する水平力Hの合計 ΣH

$$\Sigma H = \text{水平土圧 (P}_H\text{)}$$

2) 原点 (O点) におけるモーメント：M

$$M_1 = P_v \times X_1 \dots\dots\dots (\text{右回り、} \overset{\text{プラス値}}{+})$$

$$M_2 = W \times X_2 \dots\dots\dots (\quad \times \quad \overset{+}{+})$$

$$M_3 = P_H \times Y \dots\dots\dots (\text{左回り、} \overset{\text{マイナス値}}{-})$$

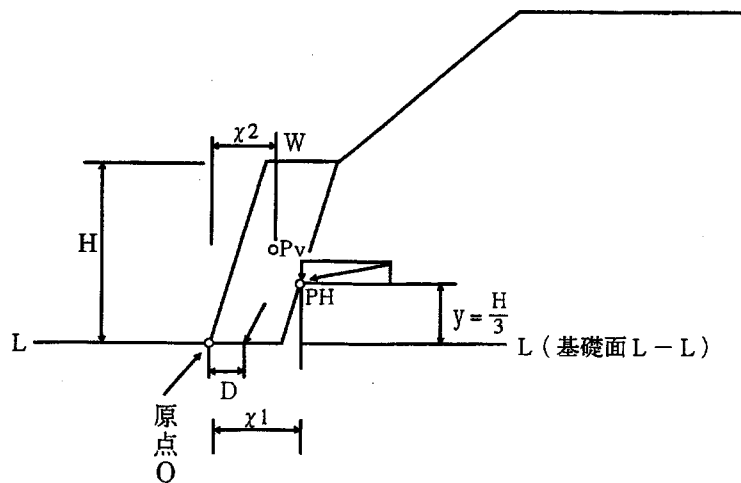
$$\text{モーメント合計 } \Sigma M = M_1 + M_2 - M_3$$

3) 合力の作用点距離D及び偏心距離E

$$D = \frac{\Sigma M}{\Sigma V}$$

$$E = \frac{B}{2} - D$$

〔解説または計算例等〕



〔計算例〕

37頁の安定計算例

$$\Sigma V = P_v + W$$

$$= 0.563 + 3.944 = 4.507 \text{ トン}$$

$$\Sigma H = P = 2.383 \text{ トン}$$

モーメント

$$M_1 = 0.563 \times 1.239 = 0.698 \text{ t-m}$$

$$M_2 = 3.944 \times 0.868 = 3.423 \text{ t-m}$$

$$M_3 = 2.383 \times 0.830 = 1.978 \text{ t-m} \quad \text{..... (-) 値}$$

$$\Sigma M = 2.143 \text{ t-m}$$

作用点 D

$$D = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} = \frac{2.143 \text{ t-m}}{4.507 \text{ t}} \doteq 0.475 \text{ m}$$

$$E = \frac{B}{2} - D = \frac{0.99}{2} - 0.475 = 0.02 \text{ m}$$

4) 転倒の安全率

$$\text{転倒安全率}_{no} = \frac{M_R}{M_o}$$

M_o = 転倒に働くモーメント

M_R = 〳に抵抗するモーメント

31頁の数値では

$M_o = M_3$ に相当する値

$M_R = M_1 + M_2$ に相当する値

安全率 $n \geq 1.3$ (重要な構造物については 1.5)

5) 滑動の安全率

$$\text{滑動安全率}_{ns} = \frac{(\sum V \times f) + (B \times C)}{\sum H}$$

分母は滑動に抵抗する力

※

第1項 ($\sum V \times f$) 摩擦係数 $f = 0.70$ $F = \tan \phi$

第2項 ($B \times C$) 見込まない、 $C = \text{粘着力 } t / \text{m}^2$

安全率 $n \geq 1.3$

※ 内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$ のとき $\tan \phi = 0.77$

$\phi = 35^\circ$ 以上の場合 $\tan \phi = 0.70$

6) 合力の作用点位置の範囲

$$\frac{D}{B} = 0.25 \sim 0.85$$

〔解説または計算例等〕

安全率 n の下限値

長期的には安定度を増すものと考えられるので短期荷重に用いる値 1.3 とする。

37 頁の安定計算例

転倒安全率

$$n_o = \frac{M_R}{M_o} = \frac{M_1 + M_2}{M_3} = \frac{0.698 + 3.423}{1.978}$$
$$= 2.083 \geq 1.3 \cdots \cdots \text{OK}$$

滑動安全率

$$n_s = \frac{\Sigma V \times f}{\Sigma H} = \frac{4.507 \times 0.7}{2.383}$$
$$= 1.323 \geq 1.3 \cdots \cdots \text{OK (重要な構造物には滑動防止対策をとる)}$$

7) 地盤反力

ケース(1) $D \geq \frac{B}{3} \sim \frac{2B}{3}$ の場合

$$P_1 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6E}{B} \right) \leq 10.0 \text{ t/m}^2$$

$$P_2 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6E}{B} \right)$$

ケース(2) 上記(1)以外の場合

$$P_1 = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot D}$$

8) 地震時

他の構造物と異なり、擁壁と地山部との弾性値が近似しているので、地震時には、地山と類似の挙動をするものと考え、特に考慮しない。

〔解説または計算例等〕

ケース(1)、の式は理論式

ケース(2)、の式は慣用式であって合力の作用位置によって使い分ける。

(2)式のDの値は $D > \frac{2B}{3}$ の場合には背面方向からの値を用いる。

地盤反力の限界値は、基礎地盤の如何に関係なく、ウッドブロックの支圧強度に支配されるので 20 t/m^2 以内に収める。



長 1 m 当り許容支圧力

$$P_{\max} = 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times \sigma_{ca}$$

せんいに直角方向の $\sigma_{ca} = 20 \text{ kg/cm}^2$ (木橋示方書)

$$P_{\max} = 100 \times 10 \times 20 = 20 \text{ t/m}^2 \text{ (但し、木材の強度を越えない事)}$$

〔計算例〕

39頁の安定計算例

$$D = 0.475 \text{ m}$$

$$E = 0.02 \text{ m}$$

$$B = 0.99 \text{ m}$$

$$\Sigma V = 4.507 \text{ トン}$$

ケース(1)式に代入する

$$P_1 = \frac{4.507}{0.99} \left(1 + \frac{(6 \times 0.02)}{0.99} \right) = 5.1 \text{ t/m}^2 \leq 10.0 \text{ t/m}^2 \cdots \text{OK}$$

$$P_2 = \frac{4.507}{0.99} \left(1 - \frac{6 \times 0.02}{0.99} \right) = 4.0 \text{ t/m}^2$$

重力式ウォール安定計算 (例)

1. セツケイジョウケン

(1) ウォールダンメン H=2.490 H1=2.490 H2=0.000 H3=0.000 A1=0.000 A2=0.747 A3=0.990 A4=0.747 N1=0.300 N2=0.300 B=0.990

(2) チョウジョウケン コウバイ (X/Y) 0.8333 0.0000

キヨリ (X) 2.4 100.0

カジュウ (T/M2) 0.0000 0.0000

(3) ハイメン フ PH1=30.000 DELTA=30.000 ALPHA=106.699 W=1.80 C=0.00

(4) ウォール WC=1.60

(5) キンチバン FRC=0.70 PMAX=10.0

(6) キョウアンゼンリツ *テントウ TUA=1.30 *カツドウ SLA=1.30 *ゴウリョクイチ D=0.2508

2. ドアツケイサン *TRIAL METHOD-1 L-L.....P=2.449 BETA=13.300 PH=2.383 PV=0.563 Y=0.830 L=1.239

3. ジュウ・ジュウシン No ダンメンセキ ア ム モーメント

U-U..... 1 0.930 0.498 0.463

2 2.465 1.242 3.061

3 -0.930 1.488 -1.383

TOTAL 2.465 0.868 2.140 GU=0.868 WU=3.944

L-L..... U-U 2.465 0.868 2.140

4 0.000 0.660 0.000

5 0.000 0.330 0.000

6 0.000 0.000 0.000

7 0.000 0.495 0.000

TOTAL クブン スイチョクV スイヘイH ア ム WL=3.944

4. アンティドケイサン U-U..... WU 3.944 0.868 1.978

PV 0.563 1.239 0.698

PH 2.383 0.830 1.978

TOTAL 4.507 2.383 4.123 MR/MO=2.084 D=0.475 E=0.019

L-L..... WL 3.944 0.868 1.978

PV 0.563 1.239 0.698

PH 2.383 0.830 1.978

TOTAL 4.507 2.383 4.123 MR/MO=2.084 D/B=0.480 E=0.019

6. ケイサンケツカ ***OK..... END ***

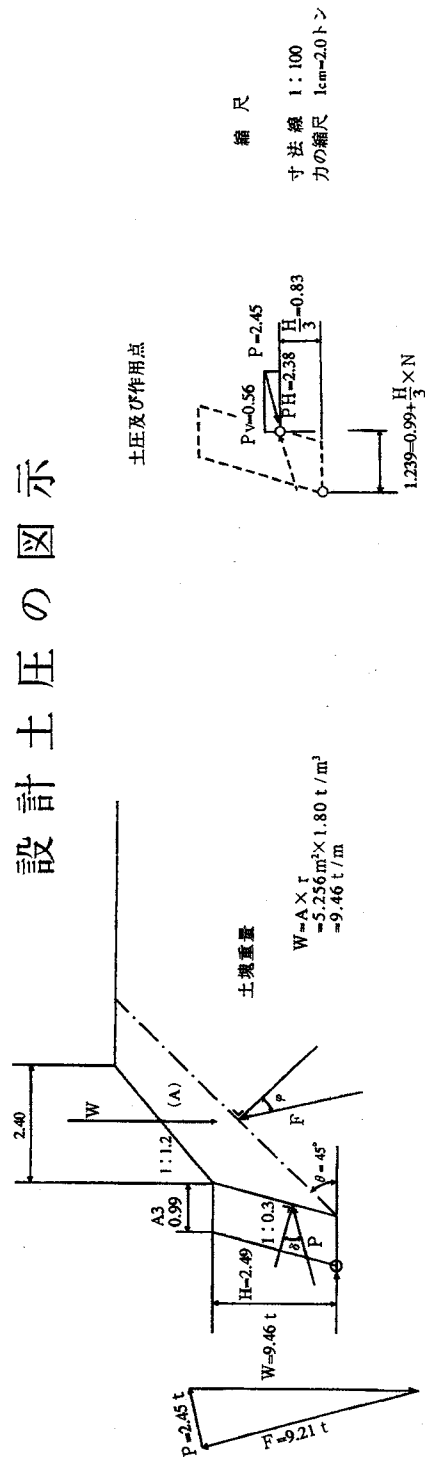
P1=5.081 P2=4.025 V*FRC/H=1.323

(試行クサビ法-1) による土圧計算 (例)

**DOATU KEISAN (TRIAL METHOD-1) **
 C=0.00 (T/M2) PH1=30.000 DELTA=30.000 GAMMA=1.800 (T/M3) H=2.49 (M) ALPHA=106.6992442339911
 TIHYOO COOBAL (TAN) 0.833 0.000
 SUIHEI KYORI (M) 2.400 100.000
 KAJYU KYODOO (T/M2) 0.000 0.000

No	THETA (T)	W (T)	CL (T)	F (T)	P (T)
1	60.0000	2.2369	0.0000	2.2728	1.1677
2	55.0000	4.0212	0.0000	3.9964	1.7355
3	50.0000	6.5412	0.0000	6.4095	2.2526
4	45.0000	9.4604	0.0000	9.2107	2.4496
5	40.0000	12.9395	0.0000	12.6133	2.2506
6	35.0000	17.2285	0.0000	16.9439	1.5174
7	30.0000	22.7424	0.0000	16.9439	0.0000
8	49.5000	6.8130	0.0000	6.6692	2.2876
9	49.0000	7.0889	0.0000	6.9330	2.3193
10	48.5000	7.3690	0.0000	7.2009	2.3478
11	48.0000	7.6534	0.0000	7.4733	2.3730
12	47.5000	7.9424	0.0000	7.7502	2.3947
13	47.0000	8.2360	0.0000	8.0318	2.4130
14	46.5000	8.5345	0.0000	8.3185	2.4277
15	46.0000	8.8379	0.0000	8.6104	2.4387
16	45.5000	9.1465	0.0000	8.9077	2.4461
17	44.0000	9.4604	0.0000	9.2107	2.4496ACTIVE LATERAL EARTH PRESSURE
18	44.5000	9.7799	0.0000	9.5197	2.4492

設計土圧の図示



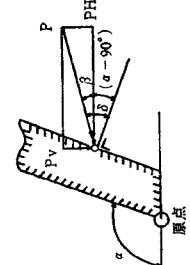
ウツドブロック安定計算表

事業名

土質条件	土質条件
背面土の単位体積重量	1.80 t/m ³
擁壁の	1.60 "
背面土の内部摩擦角	φ°
壁面	δ = φ°
粘着力	C t/m ²

擁壁形状等	擁壁形状等
法勾配 N = 0.3	0.4 0.5
擁壁幅 B = 0.99	1.02 1.06
ブロック段数 n (個)	
ブロック高 H (m)	
地表条件	

構造図

重量等計算式	重量等 (t)	図心までの距離 (m)	計算式	モーメント	摘要
水平土圧 P _H	⑦	(y) ①	H = 3	⑦ × ① M ₃	計算原点 =
鉛直土圧 P _V		(x ₁)		M ₁	
壁自重 W		(x ₂)		M ₂	
計				Σ M	
					
$\Sigma V = P V + W =$ $\Sigma H = P H =$ $P H = P \times \cos \beta$ $P V = P \times \sin \beta$ $\beta = \delta - (\alpha - 90^\circ)$					
$MR = M_1 + M_2 =$ $MO = M_3 =$					
必要に応じて用いる。					

転倒安全率

$$no = \frac{M_R}{M_O} = \frac{M_1 + M_2}{M_3} \geq 1.3$$

滑動安全率

$$ns = \frac{\Sigma V \times f}{\Sigma H} \geq 1.3$$

(摩擦係数 f = 0.7)

合力の作用点

$$D = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} =$$

$$\frac{D}{B} = \frac{E}{B} - \frac{D}{2} \quad (0.25 \sim 0.85)$$

地盤反力

$$P_1 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6E}{B} \right) = < 10.0 \text{ t/m}^2 \text{ または } P = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3D} =$$

$$P_2 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6E}{B} \right) =$$