

ーアンカー式ブロック工ー
ラップブロック工法（角石タイプ）
設 計 要 領
（河 川 用）



環境工学株式会社

目 次

1. ラップブロック工法（角石タイプ）の概要

1－1	ラップブロック工法の構造と理論	1
1－2	標準断面の構成	2
1－3	適用範囲	3

2. 設計条件

2－1	土質・地盤条件	6
2－2	載荷重	7
2－3	水質条件	7

3. ラップブロック工法（角石タイプ）の設計

3－1	アンカー式ブロック	8
3－2	裏込材	8
3－3	基礎工・根入れ	8
3－4	天端工	10
3－5	防護柵の設置	10
3－6	小口止め工	11
3－7	吸出し防止材	12
3－8	詰石・詰土	12
3－9	構造安定検討	12
3－10	設計流速について	12

1. ラップブロック工法（角石タイプ）の概要

1-1. ラップブロック工法の構造と理論

ラップブロック工法はラップストーン工法の擬石タイプになります。ラップブロック工法の構造と理論については、ラップストーン工法同様「グラウンドアンカー工法」における支圧型支持方式の技術理論を応用したものです。構造は、コンクリートブロックの背面にアンカー材を固着し、その端部にストッパーパネル（支圧板）を装着させたアンカー式ブロックを用いて、ブロックとストッパーパネルの間に裏込材（割栗石φ50～150）を充填しながら、アンカー式ブロックを急勾配に積上げるものです。アンカーの支圧効果によってアンカー式ブロックと裏込材が一体化され、強固な擁壁・護岸が形成されます。

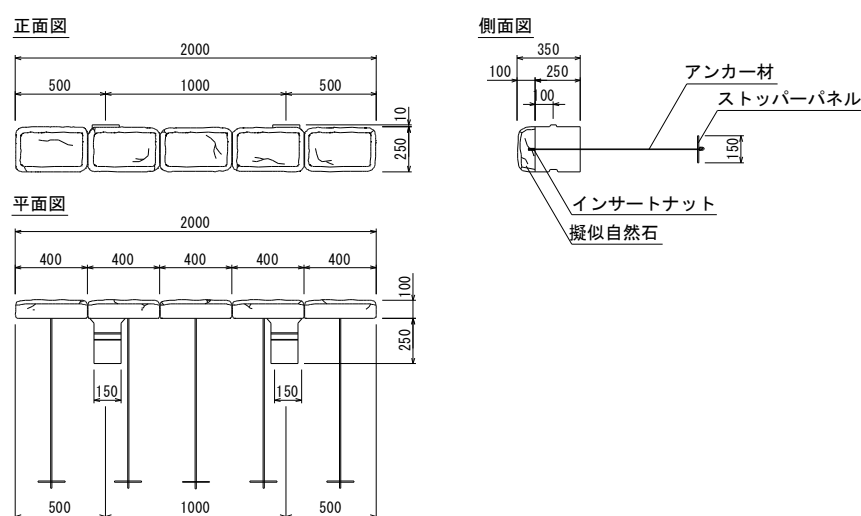


図1-1 単体詳細図

1-2. 標準断面の構成

ラップブロック工法の標準的な断面構成は、アンカー式ブロック・裏込材（割栗石φ50～150）・基礎工・天端工からなります。裏込材の背面部には背面土の吸出しを防止するため、吸出し防止材を設置します。また上下流端部における洗掘作用によるラップブロック工法の破壊を防ぐために小口止め工を設置します。

ラップブロック工法はブロックの積み方により、緑化積みと布積みの2通りの積み方式があります。

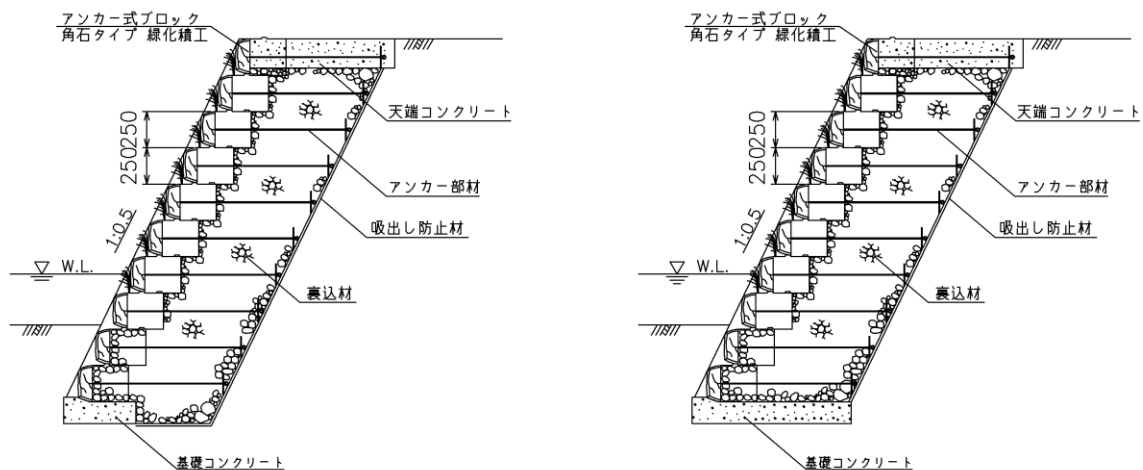


図1-2 標準断面図（緑化積み）

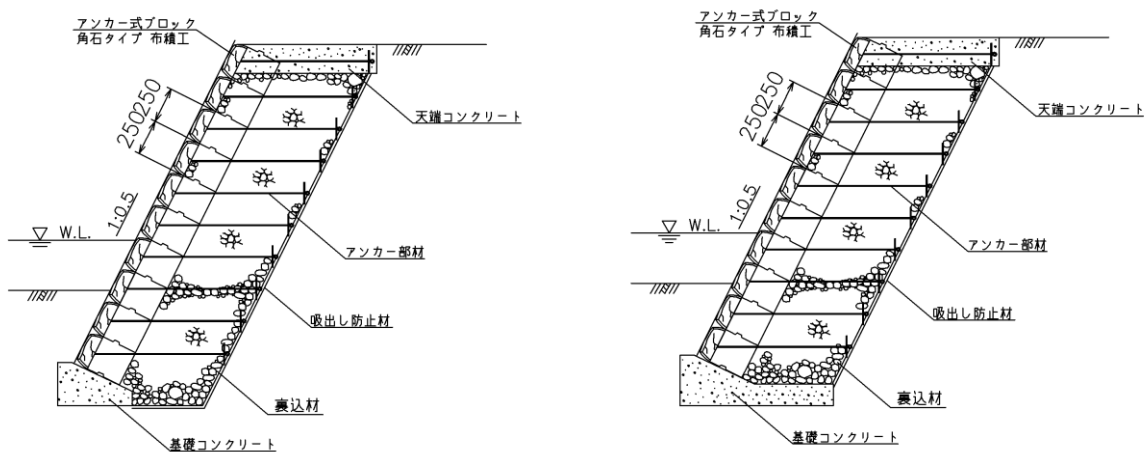


図1-3 標準断面図（布積み）

1-3. 適用範囲

ラップブロック工法は、前面のコンクリートブロックとアンカー部に充填した裏込材（割栗石）が一体化した構造の擁壁として、背面土圧や河川等の流水力に対して安定を確保します。土圧に対する安定検討は、土質や載荷重等の条件より算定し、安全性の検討を行います。

(1) 限界直高

【ラップブロック工法（角石タイプ）：緑化積工】

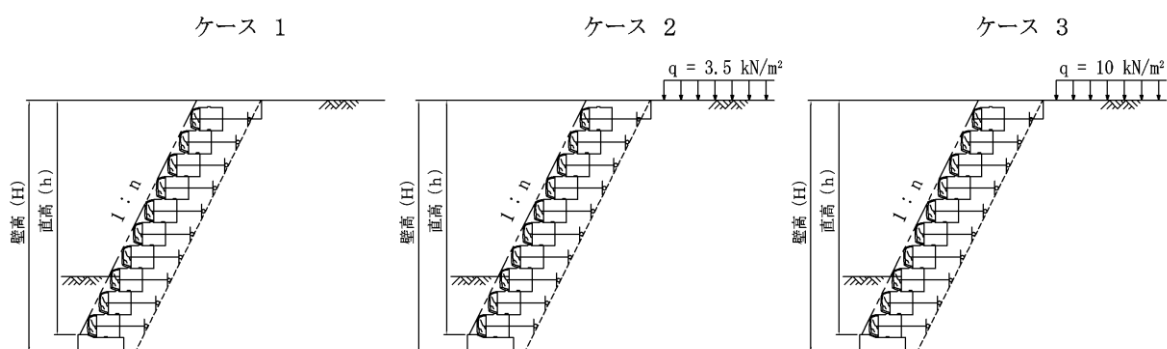


図1-4 計算ケース

表 1-1 限界直高一覧表

土質設計条件：①せん断抵抗角 $\phi = 30^\circ$, 単位体積重量 $\gamma = 19\text{kN/m}^3$ 、粘着力 $c = 0\text{kN/m}^2$
 ②せん断抵抗角 $\phi = 35^\circ$, 単位体積重量 $\gamma = 20\text{kN/m}^3$ 、粘着力 $c = 0\text{kN/m}^2$

法勾配	土の内部 摩擦角 (ϕ)	規 格	ケース 1		ケース 2		ケース 3	
			直高(h)	壁高(H)	直高(h)	壁高(H)	直高(h)	壁高(H)
1 : 0.3	30°	600 型	2.91	3.06	2.61	2.76	1.91	2.06
		900 型	4.13	4.28	3.83	3.98	3.13	3.28
	35°	600 型	3.87	4.02	3.45	3.60	2.89	3.04
		900 型	5.42	5.57	5.12	5.27	4.43	4.58
1 : 0.4	30°	600 型	3.34	3.49	2.92	3.07	2.35	2.50
		900 型	4.65	4.80	4.34	4.49	3.64	3.79
	35°	600 型	4.58	4.73	4.16	4.31	3.60	3.75
		900 型	6.39	6.54	6.09	6.24	5.40	5.55
1 : 0.5	30°	600 型	3.84	3.99	3.42	3.57	2.84	2.99
		900 型	5.38	5.53	4.95	5.10	4.37	4.52
	35°	600 型	5.42	5.57	5.13	5.28	4.43	4.58
		900 型	7.79	7.94	7.37	7.52	6.68	6.83

※直高及び壁高の単位は（m）です。

注）上表は600型・900型の場合です。アンカー長を長くすることにより上表の積上げ限界高さより高く積上げることができます。最寄りの営業所にお問い合わせ下さい。

【ラップブロック工法（角石タイプ）：布積工】

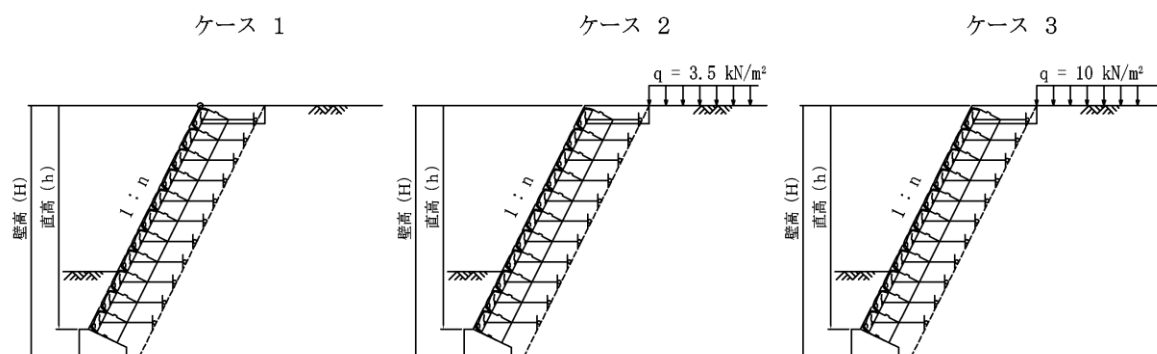


図1-5 計算ケース

表 1-2 限界直高一覧表

土質設計条件：①せん断抵抗角 $\phi = 30^\circ$,単位体積重量 $\gamma = 19\text{kN/m}^3$ 、粘着力 $c = 0\text{kN/m}^2$
 ②せん断抵抗角 $\phi = 35^\circ$,単位体積重量 $\gamma = 20\text{kN/m}^3$ 、粘着力 $c = 0\text{kN/m}^2$

法勾配	土の内部 摩擦角 (ϕ)	規 格	ケース 1		ケース 2		ケース 3	
			直高(h)	壁高(H)	直高(h)	壁高(H)	直高(h)	壁高(H)
1 : 0.3	30°	600 型	2.66	2.96	2.30	2.60	1.67	1.97
		900 型	3.85	4.15	3.49	3.79	2.83	3.13
	35°	600 型	3.56	3.86	3.22	3.52	2.60	2.90
		900 型	5.13	5.43	4.79	5.09	4.16	4.46
1 : 0.4	30°	600 型	3.03	3.33	2.68	2.98	2.03	2.33
		900 型	4.38	4.68	4.02	4.32	3.36	3.66
	35°	600 型	4.22	4.52	3.88	4.18	3.25	3.55
		900 型	6.07	6.37	5.73	6.03	5.09	5.39
1 : 0.5	30°	600 型	3.53	3.83	3.18	3.48	2.52	2.82
		900 型	5.09	5.39	4.73	5.03	4.06	4.36
	35°	600 型	5.16	4.56	4.81	5.11	4.18	4.48
		900 型	7.40	7.70	7.05	7.35	6.41	6.71

※直高及び壁高の単位は（m）です。

注）上表は600型・900型の場合です。アンカー長を長くすることにより上表の積上げ限界高さより高く積上げることができます。最寄りの営業所にお問い合わせ下さい。

（2）適応勾配

- ・ 緑化積工 1 : 0.3～0.5
- ・ 布積工 1 : 0.3～0.5

注）緑化積工における適応勾配は、1 : 0.3～1 : 0.5 迄としています。1 : 0.5より緩い勾配の場合には、別途裏込材（割栗石）の粒径を検討する必要があります。

（３）道路兼用護岸の扱い

ラップブロック工法は道路兼用護岸として設置することができます。同じアンカー式工法で、建設技術審査証明取得のラップストーン工法と同様の構造理論に基づいています。

（４）一般擁壁

一般擁壁としてラップブロック工法を用いる場合は、耐久性や安全性について向上させた「ラップブロック工法《擁壁用》」を利用して下さい。

（５）転石等

ラップブロック工法（角石タイプ）は、洪水時においてある程度の大型の転石による衝撃荷重を受けたとしても、エネルギーを十分に吸収する構造のため、破壊することなく十分な護岸強度を期待できます。

詳細は、別紙「ラップブロック工法（角石タイプ）衝撃確認試験」を参照して下さい。

2. 設計条件

2-1. 土質・地盤条件

ラップブロック工法の安定検討の条件として、背面土のせん断定数と単位体積重量・支持地盤の許容支持力度と摩擦係数を求めます。土質試験を行うことが困難な場合は、「道路土工―擁壁工指針（社）日本道路協会」等にある推定値を用います。（以下は、道路土工―擁壁工指針からの抜粋です。）

表2-1 裏込め土のせん断定数

高さ8m以下の擁壁で土質試験を行うことが困難な場合は、経験的に推定した表1-1の値を用いてもよい。

表1-1 裏込め土のせん断定数

裏込め土の種類	せん断抵抗角(ϕ)	粘着力(c) ^{注2)}
礫質土 ^{注1)}	35°	—
砂質土	30°	—
粘性土(ただし $w_L < 50\%$)	25°	—

注1) きれいな砂は礫質土の値を用いてもよい。

注2) 土質定数をこの表から推定する場合、粘着力 c を無視する。

表2-2 土の単位体積重量

表1-2 土の単位体積重量 (kN/m³ (tf/m³))

地盤	土質	緩いもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18 (1.8)	20 (2.0)
	砂質土	17 (1.7)	19 (1.9)
	粘性土	14 (1.4)	18 (1.8)
盛土	砂および砂礫	20 (2.0)	
	砂質土	19 (1.9)	
	粘性土(ただし $w_L < 50\%$)	18 (1.8)	

注) 地下水位以下にある土の単位体積重量は、それぞれ表中の値から9kN/m³(0.9tf/m³)を差し引いた値としてよい。

表2-3 支持地盤の種類と許容支持力度(常時値)

表1-3 支持地盤の種類と許容支持力度(常時値)

支持地盤の種類		許容支持力度 q_a (kN/m ² (tf/m ²))	備考	
			q_u (kN/m ² (kgf/cm ²))	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000 (100)	10000以上 (100以上)	—
	亀裂の多い硬岩	600 (60)	10000以上 (100以上)	—
	軟岩・土丹	300 (30)	1000以上 (10以上)	—
礫層	密なもの	600 (60)	—	—
	密でないもの	300 (30)	—	—
砂質地盤	密なもの	300 (30)	—	30~50
	中位なもの	200 (20)	—	20~30
粘性土地盤	非常に堅いもの	200 (20)	200~400 (2.0~4.0)	15~30
	堅いもの	100 (10)	100~200 (1.0~2.0)	10~15

表2-4 基礎底面と地盤との間の摩擦係数と付着力

表 1－4 基礎底面と地盤との間の摩擦係数と付着力

せん断面の条件	支持地盤の種類	摩擦係数 $\mu = \tan \phi_B$	付着力 c_B
岩または礫とコンクリート	岩盤層	0.7 0.6	考慮しない 考慮しない
土と基礎のコンクリートの間に 割り栗石または砕石を敷く場合	砂質土 粘性土	0.6 0.5	考慮しない 考慮しない

注) プレキャストコンクリートでは、基礎底面が岩盤であっても、摩擦係数は0.6を超えないものとする。

2－2．載荷重

(1) 活荷重

ラップブロック天端部に道路等を設置する場合は、通常10 kN/m²の載荷重を考慮します。また群集荷重としては3.5 kN/m²の載荷重を考慮します。他各基準に準拠して荷重を考慮して下さい。

(2) かさ上げ盛土

かさ上げ盛土がある場合、壁体への影響範囲を土圧として考慮します。

(3) その他荷重

その他、雪荷重や擁壁上に構造物を設置する等によって荷重が発生する場合は(社)日本道路協会「道路土工 擁壁工指針」等各基準書を参照して、荷重を考慮して下さい。

2－3．水質条件

ラップブロックは、アンカー材に亜鉛アルミ合金メッキ鉄線を標準仕様として使用しています。一般的な淡水河川等の環境においては、概ね35～40年の耐久性を有するものと考えられますが、塩水など腐食力の強い環境で使用する場合は、耐腐食性を向上させたアンカー材を使用した耐海水用タイプを使用します。

《耐海水用タイプの使用が望ましい条件》

- ・海水の流入が見られる感潮域
- ・酸性 (pH5以下) 又はアルカリ性 (pH12以上) の水質

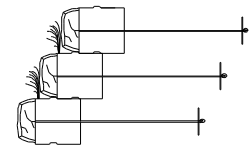
3. ラップブロック工法の設計

3-1 アンカー式ブロック

アンカー式ブロックはコンクリートブロックの背面部にアンカー材とストッパーパネルを取り付けた、ラップブロック工法の主要部材です。また、アンカー式ブロックの積み方により植生効果を上げる緑化積工と、一般的なブロック積の景観を創造する布積工の2種類があります。

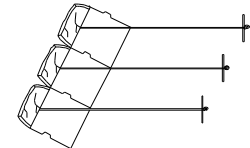
① 緑化積工

アンカー式ブロックを多段積みにして、ブロック前面に緑化スペースを確保しながら積上げます。単体ブロックが鉄筋で連結されているため施工性に優れており、湾曲部（R施工）も容易に積上げられます。



② 布積工

アンカー式ブロックを一般的なブロック積と同様に布積として積上げます。前面のブロック以外にコンクリートを使用しないため、従来のコンクリート積（練）構造に比べ、自然環境に優しい工法となります。



また、床止め工（落差工、帯工等）における取付護岸としても利用できます。

注）床止め工（落差工、帯工等）にラップブロック工法（角石タイプ）布積工を利用する場合は、別途、詳細検討や安全対策が必要になります。

最寄りの営業所にお問い合わせ下さい。

3-2 裏込材

背面部の裏込材（割栗石）は残留水压を軽減するとともに、アンカーによって前面ブロック部分と一体化をはかるなど、壁体の一部を構成する重要な部分となります。裏込材は割栗石φ50～150を厳守してください。

3-3 基礎工・根入れ

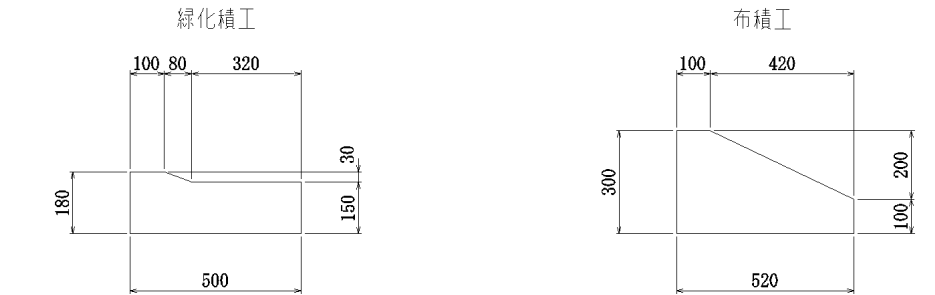
（1）基礎工

支持層が良質な場合は直接基礎を用いますが、軟弱地盤等で十分な地盤支持力が得られない場合は置換え基礎等の地盤改良工法の検討が必要となります。また基礎地盤の状況に応じて、基礎コンクリートの下部に均しコンクリートや砕石基礎等、基礎材の設置を考慮して下さい。

基礎工の形状は緑化積工の場合では、ラップブロック工法（角石タイプ）緑化積用標準基礎を用います。布積工では、コンクリートブロック積工の標準基礎を用いて下さい。

また、基礎コンクリートには10m間隔を標準として、目地材を設置します。

標準部用基礎



延伸基礎 (洗掘の影響がある箇所)

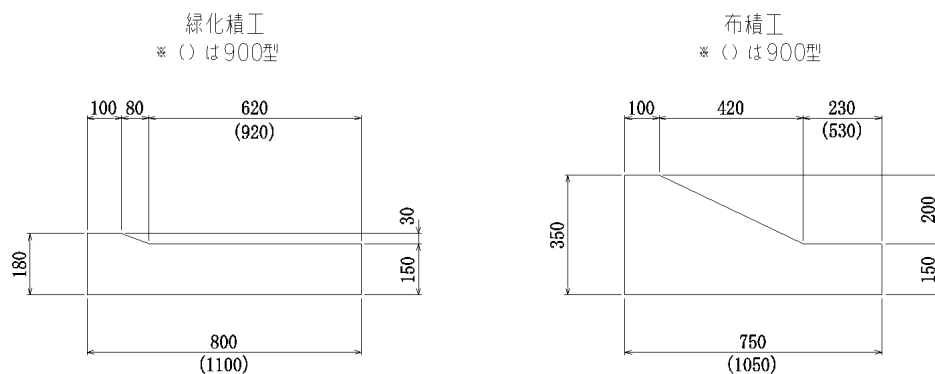


図3-1 基礎工の形状

(2) 基礎の根入れ

ラップブロック工法の直接基礎の根入れ深さは、地表面から基礎工天端までの深さとしてします。河川護岸等では河床低下や洗掘の影響を受けるため、一般的には1.0m (0.5m～1.5m) を標準とするケースが多く見られますが、洗掘の影響が大きい場合は、洗掘による最深河床高を基礎工の天端高として根入れ深さを検討します。また、根入れが深い場合 (1.5mを越える場合) は、根固工を用いて根入れ深さを浅くすることもできます。各発注機関による基準に準じて根入れを確保して下さい。

(3) 基礎工の縦断勾配

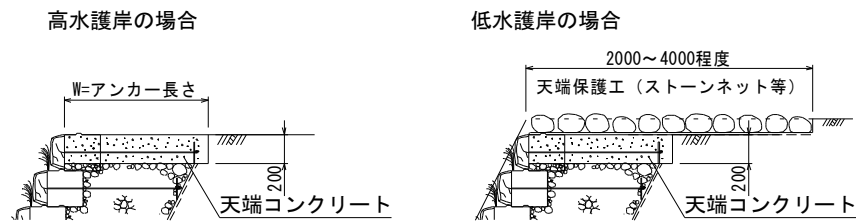
ラップブロック工法における基礎工は、河床に対して平行に設置するものとし、縦断勾配が大きい場合は、階段状の基礎工を設けます。一般的には、5%程度までを縦断勾配に沿った基礎工とし、5%を越える場合に階段状の基礎工を設置します。

3-4 天端工

緑化積工、布積工ともに天端部の保護のために最上段のラップブロックのアンカー部分に原則として厚さ20cmの天端コンクリートを設けます。また、護岸の高さ調整を行う場合には、コンクリートの増打ちにて対応します。しかし、道路兼用護岸の場合において、天端部に舗装等を行うことにより、コンクリートと同等程度の強度が確保できる場合は、舗装部分を天端工とみなすことができます。

天端コンクリートには、10m間隔を標準として目地材の設置を行います。

① 緑化積工



② 布積工

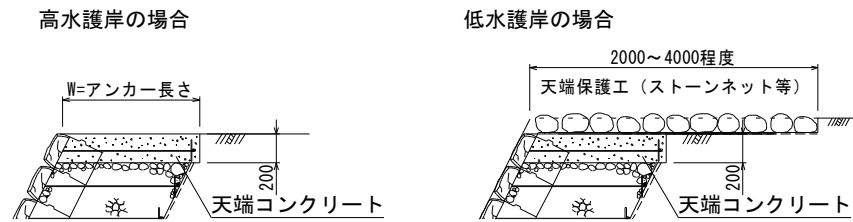


図3-2 天端工の形状

3-5 防護柵の設置

ラップブロック工法の天端部に防護柵を設置する場合は、防護柵の種類や形状等に応じて天端コンクリートの形状を調整します。以下に、その参考図を示します。

(1) 車両用防護柵

防護柵の種別がC（設計速度50km/以下の一般道路用）の場合の参考です。天端コンクリートの仕様は、 $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ を標準とします。修景を考慮する場合は、コンクリート基礎前面に植石や化粧型枠等を考慮します。防護柵の形状については、条件に応じて決定して下さい。

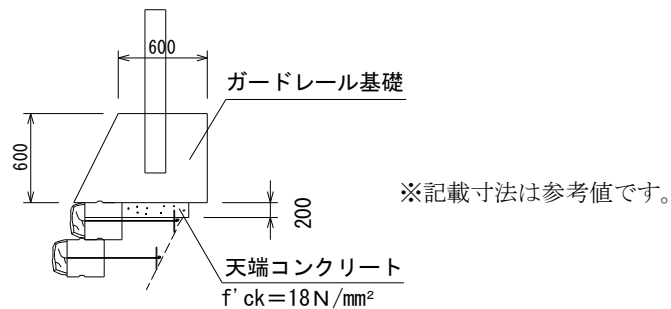


図3-3 車両用防護柵の設置例

(2) 歩行者自転車防護柵

天端コンクリートの厚さを300mmとして設置することができます。天端コンクリートの仕様は、 $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ を標準とします。

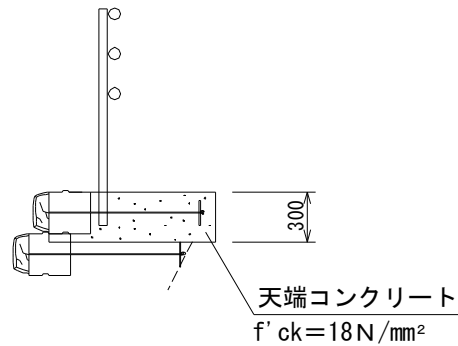


図3-4 歩行者自転車防護柵の設置例

3-6 小口止め工

ラップブロック工法上下流端の保護のために、原則として小口止め工を設けます。計画法線から控え幅1000mm、厚さ300mmを標準としますが、長いアンカーを使用して1000mmを超える場合は、別途、その位置に合わせて小口止め工の控え幅を設定します。

護岸延長が長い場合は、施工区間の中間部に50m程度の間隔で隔壁工を設置し、護岸の変位・破損が他に波及しないように絶縁します。

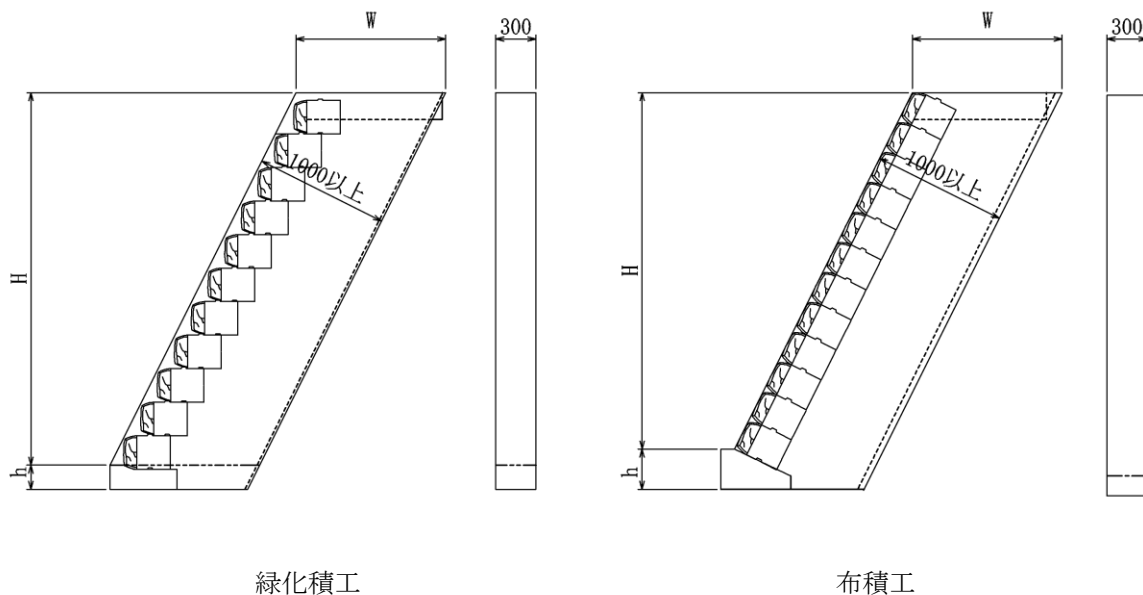


図3-5 小口止め工の形状

3-7 吸出し防止材

水位の変動等による背面土砂の吸出しを防止するため、吸出し防止材を設置します。吸出し防止材としては、強度、耐久性、目詰まり、施工性に優れた品質を選択する必要があります、（公社）全国防災協会「河川災害復旧護岸工法設計指針（案）」を参考とし、現場状況に応じて選定して下さい。

表) 吸出し防止材の参考値（「河川災害復旧護岸工法技術指針」より抜粋）

項 目	規 格	備 考
厚さ	10mm以上	
開孔径	0.2mm以下	
引張り強度	9.8kN/m以上	縦・横方向
化学的安定性 (強度保持率)	70%以上130%以下	JIS K 7114準拠 (PH5～9)
耐候性 (強度保持率)	70%以上130%以下	JIS A 1410、A 1415 準拠

3-8 詰土（覆土）

緑化積工のラップブロック背面には裏込材（割栗石φ50～150）を充填しますが、階段状の割栗石上部に詰土（覆土）を行うことにより植生機能を高める事が可能です。但し、計画河川の流速等に対する安定性を考慮した上で、詰土（覆土）を行ってください。

3-9 構造安定検討

設計条件にもとづいて、ラップブロック工法の構造安定検討を行います。ラップブロック工法はアンカーの効果によって前面のブロックと裏込材が一体化し、土圧による破壊力に対して内的安定が確保された構造体となります。したがって背面土圧に対する外的安定については、ラップブロック全体が一体化した構造とみなして、もたれ式擁壁による安定検討を行います。安定検討の詳細については、同じ工法であるラップブロック工法（擬石玉石タイプ）にてまとめた、別紙「ラップブロック工法（擬石玉石タイプ）設計要領」の「3-8 構造安定検討」を参照して下さい。

3-10 設計流速について

ラップストーン工法の設計流速は、実績を踏まえ（平成10年度から全国で3000箇所以上）8m/sまでを適応流速としています。従って、ラップブロック工法も同様とします。この値は*8「美しい山河を守る災害復旧基本方針」にも掲載されています。なお、適用流速以下でも水衝部や狭窄部および落差工下流部等の治水的条件の厳しい箇所については現地状況に照

らして安全性の確認が必要となります。

【参考図書】

- 1) 社団法人 日本道路協会：道路土工－擁壁工指針 p.66 p.69-70, 平成 24 年 7 月
- 2) 財団法人 国土開発技術センター編：護岸の力学設計法 p.71-78, 平成 19 年 11 月
- 3) (公社) 全国防災協会：美しい山河を守る災害復旧基本方針 p.64, 平成 30 年 6 月
- 4) (公社) 全国防災協会：河川災害復旧護岸工法技術指針（案）p.22, 平成 30 年 9 月
- 5) 設計便覧（案）：近畿地方整備局
- 6) 設計要領：国土交通省 中部地方整備局監修
- 7) 続・擁壁の設計法と計算例 右城 猛 著：理工図書
- 8) 新・擁壁の設計法と計算例 右城 猛 著：理工図書

2021.3