

## m<sup>2</sup>ブロック（ヘイベック）の特長

### ◎安全性についての効果

小型のブロック積み擁壁又は石積み擁壁が変形し壁体にクラックが発生、崩壊するには様々な原因が考えられます。

#### 内的（擁壁部材自体）要因

1. 打設したコンクリートの膨張、乾燥収縮
2. 胴込めコンクリートの施工不良
3. 経年的な劣化による付着強度の低下

#### 外的（擁壁に作用する）要因

1. 想定以上の土圧・水圧
2. 地盤破壊による沈下
3. 地震などの振動



小型ブロック背面

以上の様なブロック積みの弱点を克服する事を目的としてヘイベックは開発されました。

### 内的特徴

1. ヘイベックは、単体のブロックを千鳥に積み上げ  $\phi 22D$  ( $\phi 29D$ ) の連結鉄筋と間詰めコンクリートにより壁体を一体化しています。ブロック単体は工場で製造し、その強度が確認されているためコンクリートの膨張、乾燥収縮により発生するクラックが無くなります。
2. ヘイベックは、製品単体の重量が設置直後から土圧に抵抗する構造のため、不良生コンの使用やコンクリートの充填不足による強度低下を防止できます。
3. 通常ブロック積み擁壁では、コンクリートの付着により一体化された重量で土圧に抵抗していますが、ヘイベック構造では、壁体強度をコンクリートの付着に頼らない構造のため長期的な安定が確保できます。

### 外的特徴

1. 地下水位の上昇や地震などの影響により部分的に生じた圧力に対して、構造上必要な縦目地や連結鉄筋が圧力を吸収し、安全性に致命的なクラックが発生しにくくなります。
2. 構造計算を行う事により、現場に適した断面が設計できるため、必要以上に断面を大きくするなどの無駄がなくなります。地盤の支持力に対して基礎のみ大きくするなどの自由な設計が可能です。
3. 無筋のコンクリート擁壁では、壁体にクラックが生じている場合に地震時の振動に極端に弱くなります。ヘイベックはクラックが発生しても鉄筋により分離されてしまう事はなく、無筋擁壁より安全と考えられます。

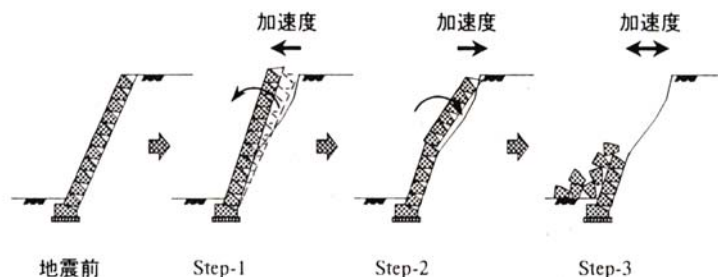


図 4.26 ブロック積み擁壁の破壊形態

## m<sup>2</sup>ブロック（ヘイベック）の特長

### ◎施工性についての効果・特徴

ヘイベック工法は現場の労働条件を改善します。

小型ブロック積み擁壁又は石積み擁壁では、専門技術者が不足し熟練工が高齢化している事などから、その工法に改良が必要とされています。小型のブロック積み施工では手作業に頼る事も多く、40kgもしくはこれを上回る重量のブロックを持ち上げて、たとえ短い距離にしる移動させ、積み降ろす作業は重労働と言えます。ヘイベックは一般的な重機により施工を行うため施工者に掛かる負担が軽減されます。

ヘイベック工法は現場の災害防止に役立ちます。

工事現場において地山を切った場合、法面が崩壊しやすくなるため、それを出来るだけ早く保護するのは土木工事の鉄則とされています。ヘイベックは施工が早いので、施工中の法面崩壊による災害の防止に効果があります。

ヘイベック工法は現場の管理を軽減します。

コンクリート施工時には様々なトラブルが潜んでいます。機械の故障や気候の急変は時間の経過に伴い品質が変化するコンクリートにとっては、対応の遅れが致命的となります。また、コンクリートの管理は専門知識が必要で、その対策によっては壁体の強度に大きな影響をあたえます。ヘイベックは現場で使用する生コンが少量なため管理に手間が掛かりません。

ヘイベック工法は環境問題に対応しやすい工法です。

周辺の景観に配慮し現場打ちコンクリート表面に模様を付ける場合、これまで土木用化粧型枠として発砲スチロールが使用されてきました。しかし、使用後のごみ問題や型枠の脱着に手間が掛かかかるため、その使用を敬遠しがちでした。ヘイベックは使用製品を選択するだけで特殊な材料や作業が不必要なため、工事現場の施工性を変える事なく自然環境の保全に配慮できます。

### 特徴（欠点）

小型のブロック積み擁壁や石積み擁壁に比べてブロック固体が重量物のため、事故が起こる場合には人命に関わる大きな事故につながる可能性があります。また、重機による施工が不可能な場所では施工はおこなえません。ヘイベック工法の特徴を考慮したうえで、安全管理と施工計画には十分な配慮が必要です。

## 石積みの歴史から学ぶ！（その1）

石積擁壁は、古くからわが国で用いられている土留構造物であり、各地で様々な文化を支えてきた歴史がある。現在でも文化的景観を形成しているその技法は、日本の国土風土に最も適した土留構造と考えることができる。ヘイベック工法はその技法に学び、弱点を克服するために開発された土留構造物である！

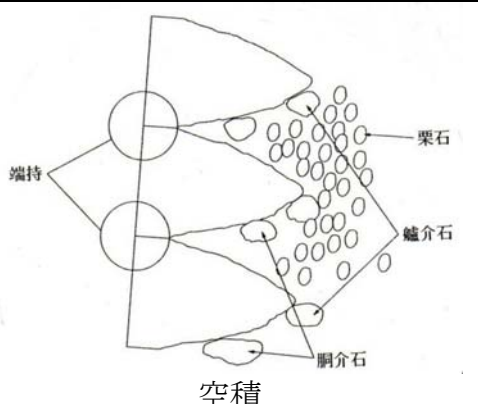
「土を削り取りその土を盛りながら平な地べたを拓く。一つひとつ掘り出した石を積み重ねて生活していたことが石積みの始まりとされる。名も無き庶民が築いた棚田の石垣畦の石もその多くが一人で抱えるぐらいの小さな石塊であり、形や大きさもまちまちであった。したがって自然石の乱積み、いわゆる野面積みが石積みの主流であったようである。

城郭跡にみる壮大な石垣も当初は石垣畦の技法の転用だったかもしれない。権力の象徴のような切石を用いた石垣は、戦乱が治まった平時に積んだのだろう。なぜかといえば、岩盤から切り出して使うにも人力にすべてを頼らざるを得なかった時代、運搬は容易ではなく戦乱の世では敵に攻め入る隙を与えるようなものだからだ。」（石積作法より）

現在の石積み擁壁は、胴込めコンクリートを使用する「練石積み擁壁」と胴込めコンクリートを使用せず砕石や栗石によって胴込め施工を行う「空石積み擁壁」に大別される。

練り石積みは、裏込めコンクリートを使用すると高さは7m以下まで構築が可能だが、一般的な空石積みは高さ3mまでしか構築できない。また、設計法が未確立であり経験的な技法で施工され、技術的なノウハウが多く施工が難しいため技術の伝承も不十分と言われている。

### 間知石積の構造



空積

空積は石材間合端の摩擦抵抗、胴込め材、および胴込め材裏込め材相互のかみ合せやせり持ち作用により土圧に抵抗するものと考えられるが、通常用いられる寸法の組積み石では、壁高が高くなると不安定となり裏込め材が比較的よいときでも3m程度の高さまでである。構造から判るように水はけが良く裏込め土内に水圧を増大させない利点がある。

練石積みの場合は、各石材がコンクリートで連結され壁体全体として一体的となっているので、もたれ式擁壁と同様に安定を確保しているといえる。しかし、もたれ式擁壁に比べて壁体の厚さが小さく、また、石材とコンクリートとの連結力が単体のコンクリート強度より小さい。石材と胴込めコンクリートとのはく離による破壊の傾向がある。

近年では石材の不足や施工性の良さから石積みに代わるものとしてコンクリートブロックが盛んに用いられるようになった。そのため、断面の標準化が進み今日では小規模擁壁の主流となっている。

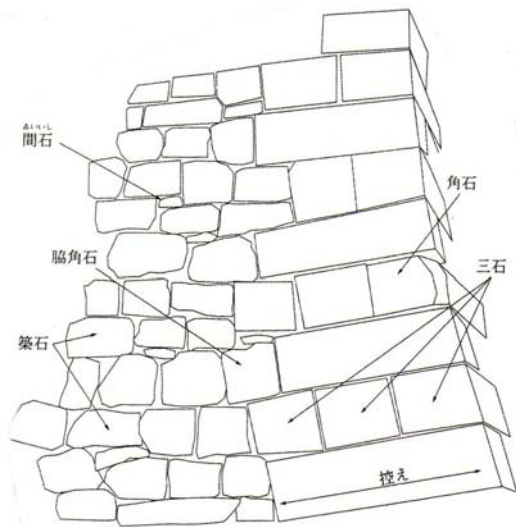
しかし、現在主流となったブロック積み擁壁だが、壁面を構成する構造自体は石組部がコンクリートブロックに代わっただけである。

## 石積みの歴史から学ぶ！（その2）

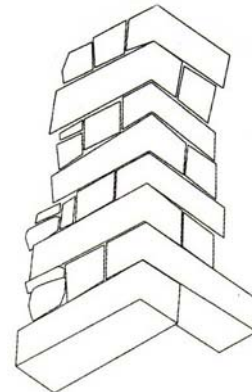
### ●コンクリートブロックの利点（石積擁壁の欠点）

1. 工場生産であるため品質管理が容易で大量生産できる。
2. ブロックの形状、寸法が一定しているので積算が容易で確実にできる。
3. 胴込め材、裏込め材がほとんど一定である。
4. 施工に石積みほど熟練者を必要としない。

城郭石垣の構造を見ると、主な壁面を構築する部分（間知石積みなど）の他に隅角部（出角部）で鋭角に直方体の石が交互になるように積み重ねられている。この角石は石垣全体の勾配を決定する基準石で根石の上に配し隅角部に独立させて、算木積みを構築する重要な石である。算木積みは出隅部に作用する引張り力と上載荷重に対抗できる構造である。



算木積み石垣



算木積み模式図

（環境土構造工学 2・施工技術偏より）

ヘイベック工法は、この算木積みの技法と類似した構造である。

算木積みの特徴は、直方体の石材同士が交互になるように設置し、石材の傾斜と摩擦抵抗により背面からの荷重に対抗する。作用する荷重が石材単体に作用すると考えると原点・重心位置が明確なため安定検討も容易となる。

しかし、間知積みなどのように、胴込め材相互のかみ合せやせり持ちにたよる構造では、施工にむらが出るだけでなく、安全性を照査する場合でも不確定要素が多く経験的な判断で設計施工を行うしか方法はない。現在行われている間知ブロックを使用した擁壁についても適用範囲に制約が設けられているのもこのためである。

### 間知ブロックの適用範囲

- ・ 7m以下
- ・ のり面下部の小規模な崩壊の防止、のり面保護に用いる。
- ・ 背面の地山が締まっている場合や背面土が良好であるなど土圧が小さい場合に用いる。
- ・ 構造として比較的耐震性に劣るため重要な場所には注意を要する。

コンクリートブロックの利点を生かすと同時に、弱点を克服できるヘイベック工法は、石積みの伝統工法の特徴と現代社会の技術力が結集した画期的な工法と考えられる

## ブロック積みの現状 1

### ◎現在の小型ブロック積み設計方法

ブロック積に関し、宅地造成規制法の解説では「自立性に欠けるため、理論上の安定性を最終的に確かめることが困難であること、およびその安全性が、それを施工する現場の作業員の技術に左右されることが多いなどの点を考慮して、令第八条においては主に経験的な観点から基準を設け、高さ5m以下に限って義務設置擁壁として認めたものである」と記述されています。

土木構造物標準設計（擁壁類）に収録されているブロック積み擁壁の設計根拠について、旧・建設省土木研究所では「公知公認のものがなく、従来の経験によるしか方策がない」と回答されています。しかし、1965年発刊された土木構造物標準設計Iでは、石積工の直高と法勾配および控長の関係が表にして掲載されています。現在の土木構造物標準設計や道路土工指針に示されている値とほとんど変わっていません。

ブロック積の一般的な安定計算では転倒・滑動・支持力の剛体的安定性について検討を行っていると考えられます。

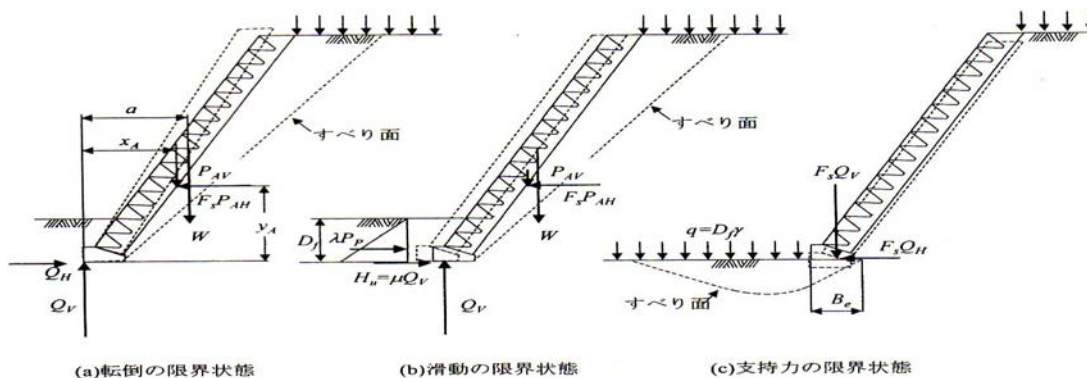
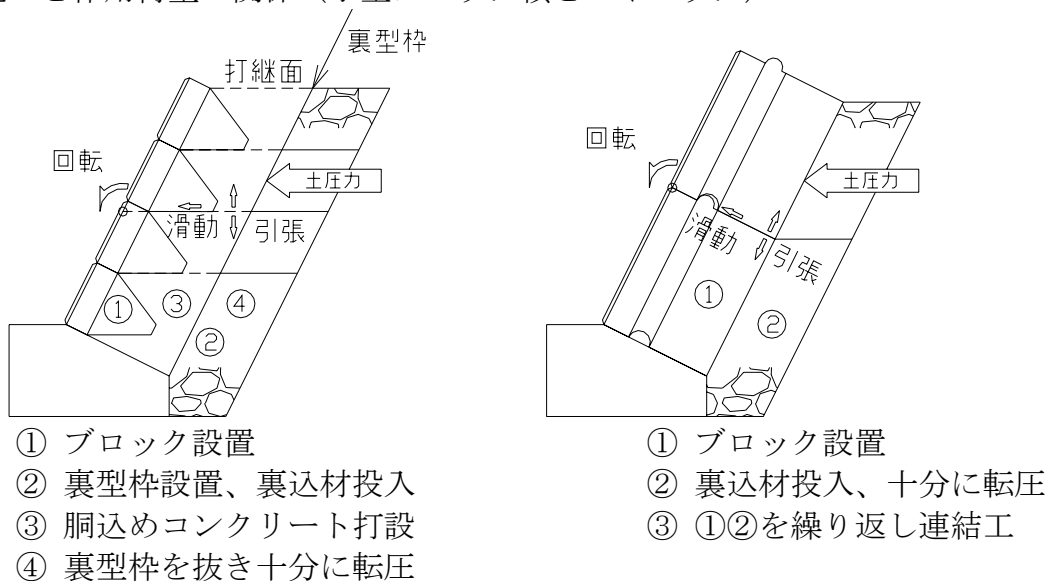


図1 剛体的安定の終局限界状態

経験に頼るブロック積みの安定検討では、各段の検討を行う事は難しいため剛体と仮定して全体の安定を検討しています。

### ◎実際の施工と作用荷重の関係（小型ブロック積とヘイベック）



実際の災害では、壁面の剛性に被害が多く現れ胴込めコンクリートの付着が構造物耐久性を大きく左右します。剛体のコンクリート構造物にクラックが入れば安全性は著しく低下する事を考えると、技術者によりムラのない施工が可能で剛性の仮定が容易なブロック積み工法（施工性が良い事、安定計算が可能）が求められます。

## ブロック積みの現状 2

◎ブロック積みの弱点は打継面！

コンクリートの打継目は構造上の弱点となりやすいため、一体化を確保するように処理しなければなりません。処理は適切な時期、方法で行わないとコンクリートを害するおそれがあるので十分な注意が必要です。



石積み



ヘイベック

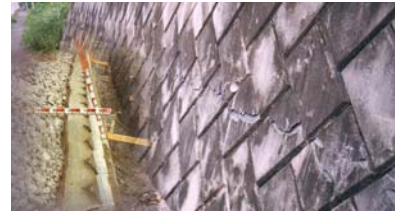
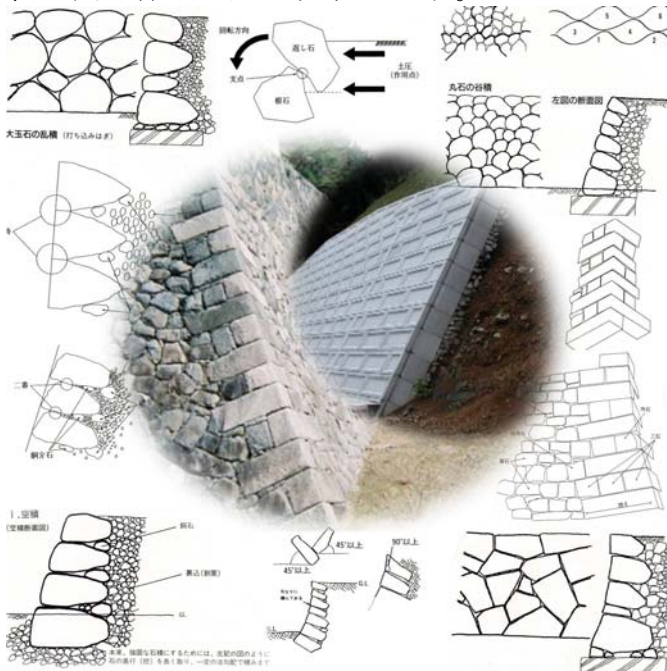


表-1 打継目の処理方法と引張り強度の関係<sup>1)</sup>

(打継目のないコンクリートの引張り強度を100として)

処 理 方 法	引張り強度百分率(%)
レイトンスを取り除かない場合	45
打継面を約1mm削った場合	77
打継面を約1mm削り、セメントペーストを塗った場合	93
打継面を約1mm削り、セメントモルタルを塗った場合	96
打継面を約1mm削り、セメントペーストを塗って打ち継ぎ、約3時間後に再振動した場合	100

●注意して見ると、既存ブロック積みの多くに亀裂などの変化を確認することができます。これは想定を超える土圧が作用した事も考えられますが、打ち継面の構造に問題がある可能性があります。ヘイベックの場合、技能による壁体の強度低下は最小限に抑えられます。想定以上の土圧が作用しても連結鉄筋により製品同士バラバラになりにくく、壁面全体で土圧に抵抗します。



ヘイベック工法は  
空積みの柔軟性！  
練積みの一体性！  
を兼ね備えています。

日本の  
気候風土を知り尽した  
先人の知恵が  
生かされています。