



特許第 6818277 号

石積擁壁の崩落災害対策

# 石積防災アンカー

IB アンカー工法®

IB アンカー工法協会

## IBアンカー工法の開発

生活圏内にある、石積擁壁の災害時における危険性



写-1 神社などの石積



写-2 住宅地の間知ブロック積



写-3 古くから存在する玉石積

概ね高さ5.0m以下の石積又はブロック擁壁の自然災害時における安全性の向上

# IBアンカー工法の概要

異常気象や地震などの自然災害においてブロック積擁壁などが倒壊する被害が多発！

人々の命をも脅かす事態。



写-4 石積崩壊



写-5 IBアンカー工法

自然災害発生時などにブロック積擁壁の倒壊被害を最小限に食い止める、画期的な工法です。

## レベル1地震での石積み擁壁孕み出しのメカニズム

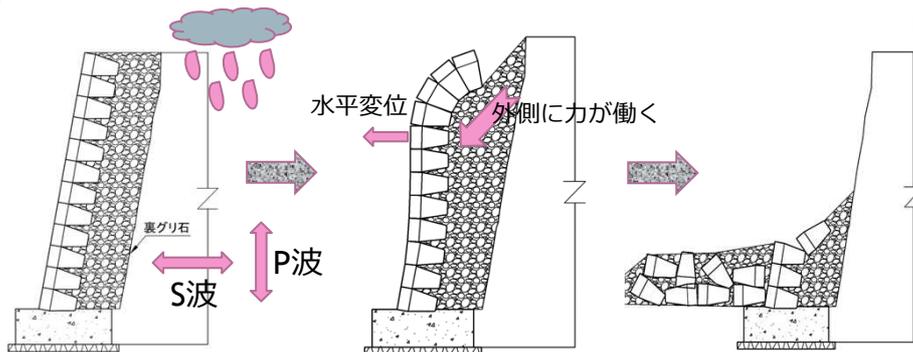


図-1 建設完了時

図-2 レベル1地震による石積の変状

図-3 崩壊発生後

- ① 小～中規模のL1地震による縦揺れ・横揺れ及び背面への雨水流入の履歴を経ている。
- ② 間知石が背面土から相対的に擁壁外側へ水平変位を発生。
- ③ 縦揺れにより割栗石がクサビのように斜め下側に向けて力が働く。

## レベル2地震での石積み擁壁崩壊のメカニズム



図-4 複数の小規模地震で間知石が孕みだす。 図-5 L2大地震で地山にも主動滑りが生じる。

- ① 背面土の地層構成と地震波の周波数が合致すると共振が発生する。
- ② 間知石とその背面にある割栗石等が飛び出そうとする慣性力が働く。
- ③ 背面土に主動滑りが生じる可能性もある。

## IBアンカー工法の機能と構造

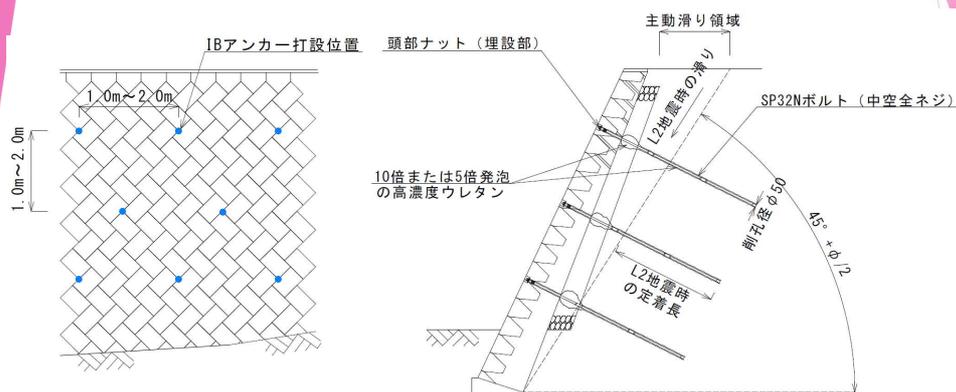


図-6 IBアンカー工法の構造図

- ① IBアンカーの打設長さは、主動土圧滑り面の奥側に最低でも1.0m挿入される深さ。
- ② 高発泡ウレタンは、10倍発泡で1.5Mp、5倍発泡で3.0Mpの圧縮強度を有する。
- ③ 大地震時の慣性水平力と主動土圧力をボルトと奥側の背面地盤との定着力で支持できるか照査する。
- ④ 壁面材と割栗石、及び主動滑り土塊も加えた質量の下方向への滑りせん断力をボルトのせん断力で負担できるか照査する。

## 背面の割栗石と高発泡ウレタンの充填



写-6 IBアンカー先端の充填状況

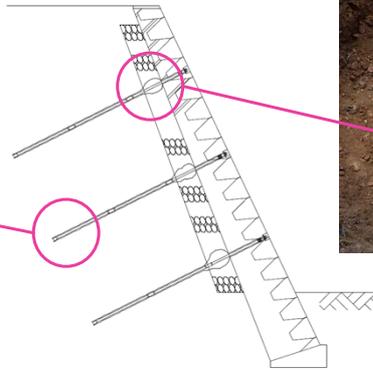


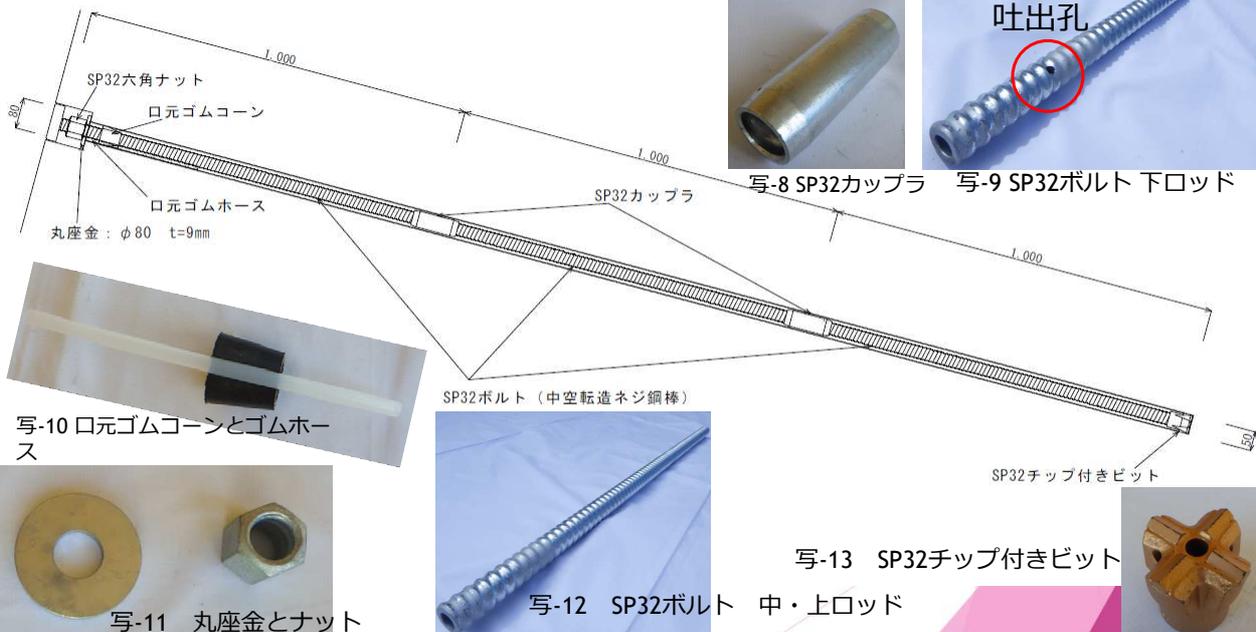
図-7 IBアンカー工法断面図



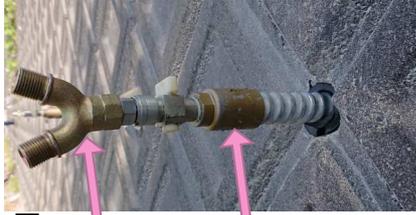
写-7 背面割栗石の充填状況

- ① 写-5のように中空ボルト先端から高発泡ウレタンを吐出させ、在来地盤を充填する。
- ② 更に充填すると手前の割栗石（砕石）に高発泡ウレタンが到達し充填される。
- ③ 高発泡ウレタンのゲルタイムが短いので、部分固結が可能である。

## IBアンカー工法、使用材料



### 樹脂系注入付属品



写-14 SP32ウレタン注入アダプター  
Y字管



写-15 ボールバルブ  
注入アダプター

上 (頭部) ロッド

スタティックミキサー



写-16 スタティックミキサーの組立及びパッキン取付

### 高発泡ウレタン注入ユニット



写-17 注入圧力と流量計



写-18 注入ユニット



写-19 ユニット後面

高発泡ウレタン系注入材 NTRフォーム

発砲倍率は5倍と10倍発泡が選択できます。

## IBアンカー工法設計のポイント

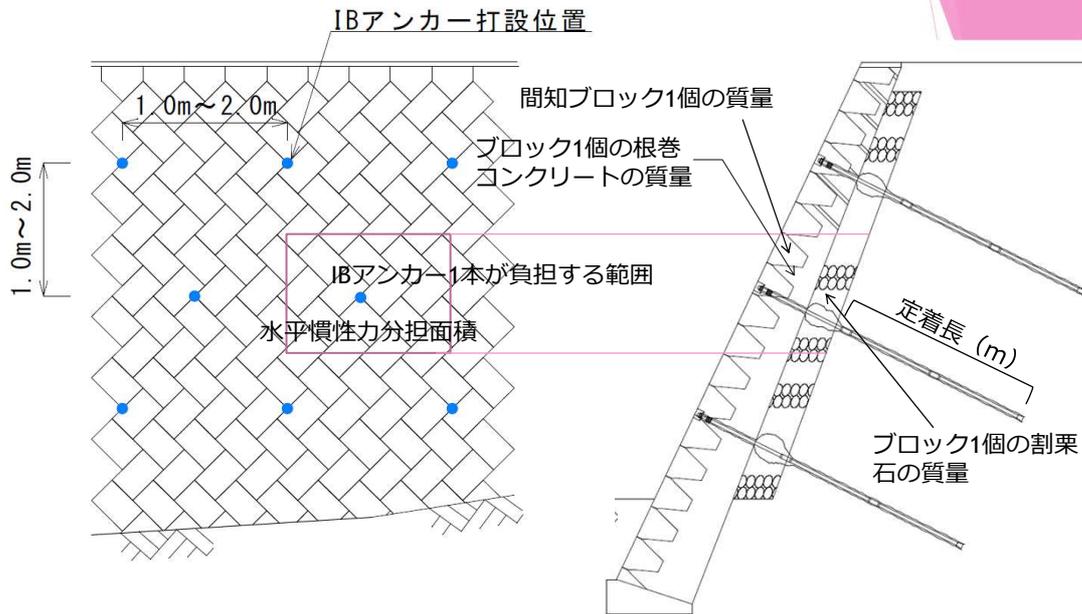


図-8 レベル1地震時の設計図（背面地盤倒壊なし）

## レベル2大規模地震に対する照査

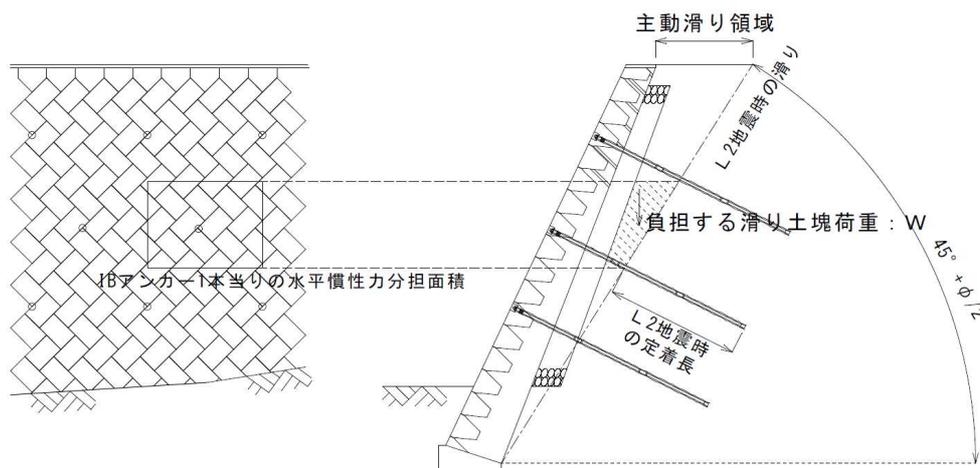
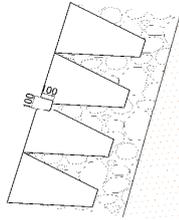


図-9 レベル地震時の設計図（背面地盤倒壊あり）

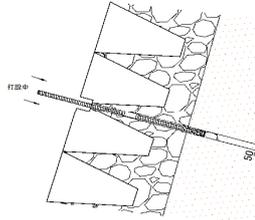
※大地震時では、背面部の地盤も滑っていることが確認されているので、主動土塊の質量にも慣性力を加算する。

施工手順図

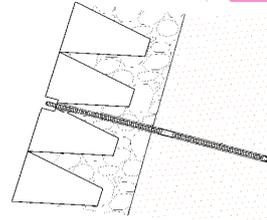
①φ100程度のビットにてコアリング削孔



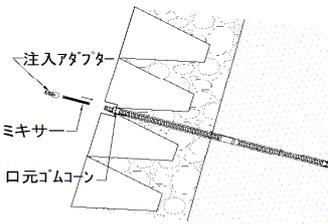
②レグドリルにて自穿孔ボルト打設



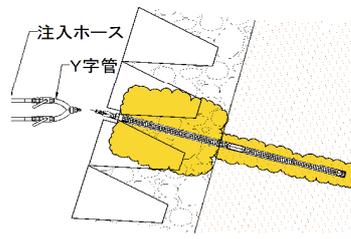
③石積み壁より奥への追討ち打設完了



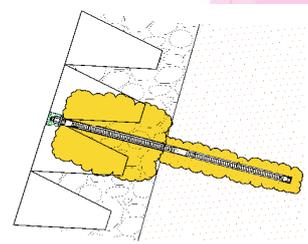
④排気ホース付きゴムコーンをボルトに取り付け、制止ミキサーを挿入して注入アダプタをセットする



⑤ウレタン注入



⑥注入完了後注入アダプタを取り外し座金ナットを設置し、コアリング部のコーキングを行う



①コアリングエ

アンカー削孔に先立ち、採用する頭部処理材のタイプに応じて、ゴムコーンと排気ホースの配置位置や注入アダプター取付・取外し、頭部部材の設置などを考慮した口元間知石の交差する目地部からコアリング削孔を行う。コアリング工は、頭部埋設型の処理の場合にφ100mmで深さ100mm程度が必要。頭部キャップを配置する場合はコアリング工は不要で直接φ50mmのロストビットで削孔する。



写-20 コアドリル削孔状況



写-21 削孔状況



写-22 一般的なコアドリル

頭部処理タイプ	コア孔径(mm)	コア深さ(mm)
円形プレート、標準キャップ	φ50	基本的に不要
円形プレート、低頭キャップ	φ50	基本的に不要
頭部埋設型(六角ナット)	φ100	100
頭部埋設型(ロックナット)	φ100	100

## ②-1アンカー削孔工

アンカー削孔には、所要の削孔径、長さ、角度に正確に削孔できる施工方式を採用しなければならない。施工機械は、レッグドリルによる削孔を標準とする。

IBアンカー削孔工の着手前に、現場条件に応じて構築された足場工から打設位置となる間知石どうしの所定の目地位置にマーキングを先行実施しておく。アンカー削孔では、打設角度、打設位置、削孔長さを設計書で確認し、正確な施工を実施する必要がある。



写-23 削孔状況



写-24 ロッド削孔角度



写-25 削孔状況

主な使用機械の例



汎用レッグドリルマシン(例)

SPスィーベル(エア2系統型)



汎用コンプレッサー



## ②-2アンカー削孔工

専用のSPスィーベルを使ってレッグドリルによる人力施工が一般的である。

(但し、3mを超える削孔などでは小型ボーリングマシンでの施工も可能)

専用スィーベルは、スィーベルシャック部に回転と打撃を加える圧搾空気の供給を行い、更にスィーベルボディ側面よりスライム排出専用の別系統の圧搾空気を供給することで、削孔効率は良好である。

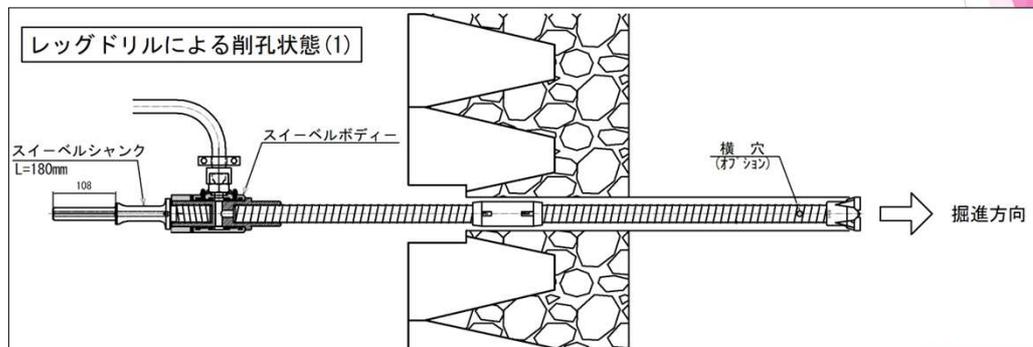


図-10 削孔要領図

### ②-3アンカー削孔工

コアリングを実施して頭部部材を埋設する場合には、ボルトをコアリング孔の奥まで追い込み打設する必要がある。

IBアンカー工法に採用されるSPスイーベルには、縦割り2分割型の「追打ちロッド」を用意している。



写-26 SPスイーベル



写-27 追打ち状況



写-28 打込み完了

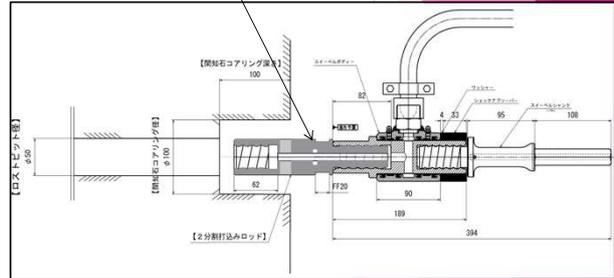


図-11 追打ちロッド詳細

### ②-4アンカー削孔工

「頭部埋設型」の施工は、コアリング孔内までボルトの追打ちが必要なため、最後の50 cm程度は「2分割打込みロッド」を採用すれば解除・回収が容易となる。

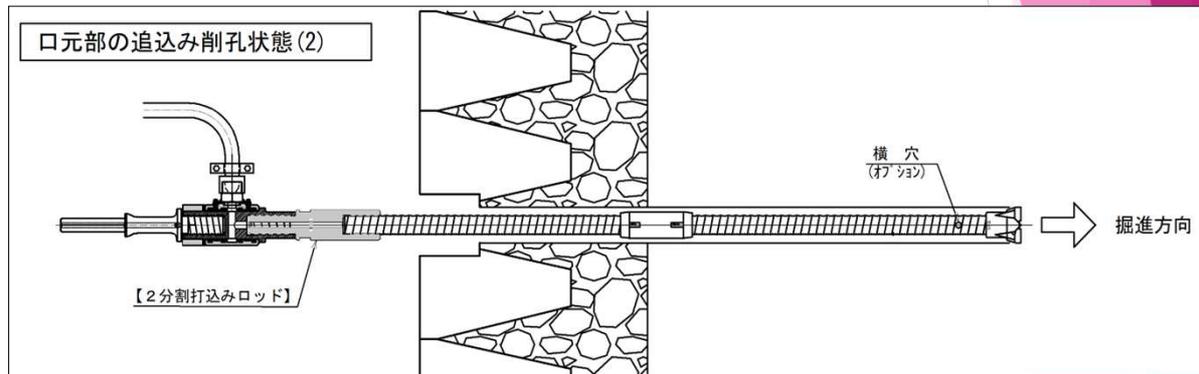


図-12 削孔要領図

③-1 アンカー注入定着工

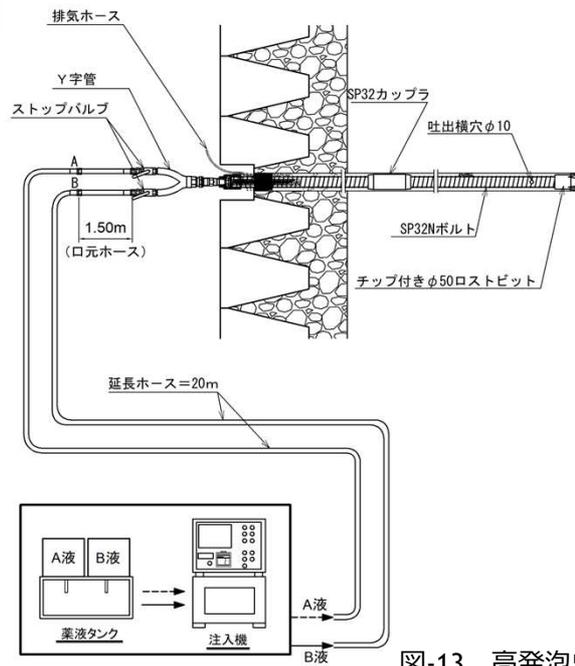


図-13 高発泡ウレタン注入システム系統図

③-2 アンカー注入定着工



写-29 ウレタン注入機



写-30 小型2液タンク



写-31 発電機



名称	仕様等
ウレタン注入機	200V 3相 2.2kW : 流量・流速・圧力印字
小型2液タンク	10℃以下は投入み式ヒータが必要
発電機	現場条件により選定

### ③-3 アンカー注入定着工

排気ホース付きゴムコーンをボルトに取り付け、静止ミキサーを挿入して注入アダプタをセットする。



写-31 排気ホース付きゴムコーン



写-32 静止ミキサー挿入



写-33 注入アダプター取付

### ③-4 アンカー注入定着工

注入材(高発泡ウレタン)は、A液、B液をそれぞれの薬液タンクに投入し、専用注入機により注入を行う。0.2MPa以下の無加圧注入を基本とする。注入材が定着地盤の削孔へ確実にされること、及び、裏グリ石部に確実な一定径の太径改良体を構築するように、注入材が口元排気ホースから吐出することにより、リターンが確認できるまで注入を継続する。

**注入量が計画値に達しない場合は圧力を保持する。**



写-34 A液・B液 タンク投入



写-35 注入量、注入圧管理状況

## ③-5 アンカー注入定着工



写-36 注入状況

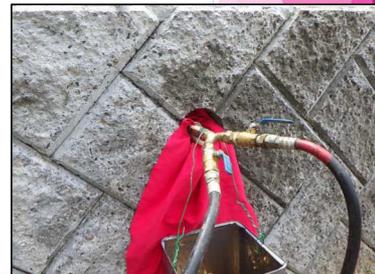
注入液、戻り確認



写-37 注入状況



写-38 口元排気管からの吐出



写-39 口元排気管からの吐出

## ③-6アンカー注入定着工 【注入材】

- 品質** 注入材には高発泡ウレタンを用いることを原則とし、10倍発泡、一軸圧縮強度 $\geq 1.5\text{MPa}$ 、もしくは5倍発泡、一軸圧縮強度 $\geq 3.0\text{MPa}$ から、設計時に選択できるようにした。発泡ウレタンは背面地山のボルト削孔周りに浸透して地山の見かけのせん断力を増加させ、ボルトと地山の付着力を改善して大きな引張強度を与える特性がある。また、注入ボルト周囲の限定注入に適しており、地山からのリークに対しても対応が可能で注入材のロスが少ない他、裏グリ材部に太径のウレタン固化体を形成でき、裏グリ石の沈降による石積み面のはらみ出しを抑制できる。

注入材	高発泡ウレタン	
	発泡倍率	8~10倍
密度(kg/m <sup>3</sup> )	130 ± 15	150 ± 17
圧縮強度(Mpa)	$\geq 1.5$	$\geq 3.0$
混合比 A : B	1 : 2±0.2	1 : 2±0.2

- 注入量** 注入量については、裏グリ石の間隔比、裏グリ石層厚、間知石の大きさ及び注入後の改良径などを考慮し設定しなければならない。原則として口元での注入材のリターン確認にて注入終了とするが、  
 一般的な構造の石積み擁壁補強では、約3.0mのボルト長さに対して、目標注入量は20kg/本程度を上限目安とする。

④-1 頭部処理工

頭部埋設型

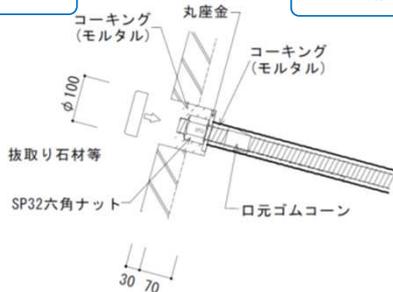


図-14 六角ナット固定による頭部埋設型



写-40 頭部埋設型

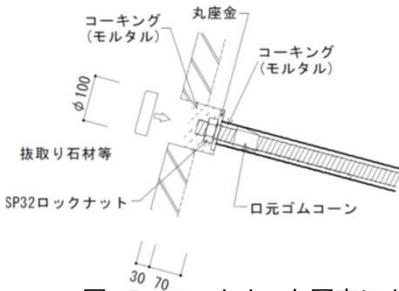


図-15 ロックナット固定による頭部埋設型



写-41 復旧完了

④-2 頭部処理工

アルミキャップと円形プレート

IBアンカーの頭部は、アンカーとその周囲の間知石とを確実に一体化する構造としなければならない。またIBアンカー工法では頭部部品は2種類あり、現地施工箇所の状況により検討選択する。頭部が石積み壁の表面に露出する場合は、頭部保護キャップなどで有害な錆が生じないように適切に処置する。(埋設型と合わせて4種類となる。)

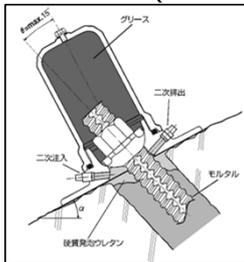


図-16 アルミキャップ (従来のI型)と円形プレート

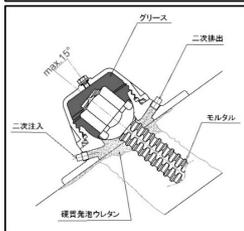


図-17 アルミキャップ (低頭F型)と円形プレート



写-42 アルミキャップ施工手順

完 成



ご清聴ありがとうございました



IB アンカー工法協会