

落石予防工 ～景観保全・環境にやさしい～

改訂版

ver.5

岩接着 DKボンド工法

岩接着「DKボンド工法」はオリジナル岩接着工法です。

P-1 「自然調和」

工法概要・及び位置付け

P-3 「安心施工」

作業手順

P-5 「一貫管理」

材料・品質管理・調査方法

P-7 「耐震性能」

巨大地震にも耐える!

P-9 「施工例」

色々な場所で使えます!

確かな
品質・技術力で
全国47都道府県に
展開!

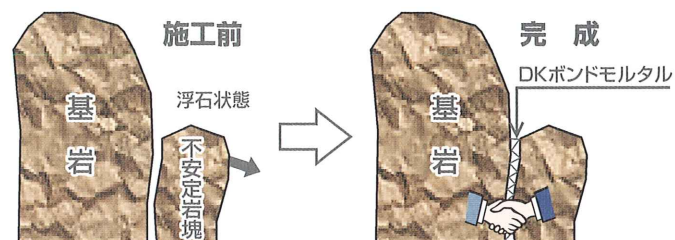
東牟婁郡古座川町 (和歌山県)
H3.施工物件 H31.追跡調査実施・変状なし
(表紙写真は追跡調査時)



一般社団法人
全国落石災害防止協会

自然調和

工法概要



自然とマッチ!安心・安全

不安定な岩塊に接着材(DKボンドモルタル)を用いて、堅固な基岩に接着し一体化させて安定を図る工法です。

★NETIS(国土交通省新技術適用性等評価制度)
活用促進技術(SK-980021-VE) 掲載期間終了

★工法開発以来40有余年に亘る全国規模での施工
(2019年5月現在、47都道府県で約3621件の実績)

★巨大地震を経験した震央に近い各施工地に変状がみられない。p.7.8 参照

◇1995年1月17日-阪神・淡路大震災	(マグニチュード7.2 震度7)
◇2000年10月6日-鳥取県西部地震	(マグニチュード7.3 震度6強)
◇2001年3月24日-芸予地震	(マグニチュード6.7 震度6弱)
◇2007年3月25日-能登半島地震	(マグニチュード6.9 震度6強)
◇2011年3月11日-東日本大震災	(マグニチュード9.0 震度7)

*上記地震後の「施工実績地追跡調査資料」があります。

工法の位置付け

岩接着工は「落石予防工」として
下記の「便覧・指針・基準」に記載
されています。

落石予防工

発生源となる浮石や転石の落下を抑止することを目的とし、
直接落石発生源に対して施工します。

岩接着工法の効果

- 亀裂に緩みをもたらす凍結融解等の風化を防止する。
- 地震時慣性力の影響を緩和し振動特性が基岩と同化する。
- 亀裂先端部での応力集中の発生を防ぎ伸展拡大を阻止する。
- 応力が均一に広く分散されるため疲労耐久性に優れる。

便覧・指針・基準

■落石対策便覧

平成12年6月30日 編集・発行:(公社)日本道路協会

■道路土工 切土工・斜面安定工指針

平成21年6月 編集・発行:(公社)日本道路協会

■治山技術基準解説 総則・山地治山編

平成21年10月 監修:林野庁 発行:(一社)日本治山治水協会

参考文献

■落石対策工設計マニュアル

平成14年5月20日 初版発行 著者:勘田 益男 発行:理工図書

■落石対策工の設計法と計算例

平成26年12月25日 初版発行 (公社)地盤工学会 発行:丸善出版

■落石対策工の設計法

平成31年2月28日 初版発行 共著:勘田益男 他2名 発行:森北出版

● 景観保全地域 ●

例えば、景勝地や自然公園内に

- 自然石群に大きな改変を加えることはありません。
- 周辺の石片(又は石材)を活用することによって、施工跡は自然に近い出来栄となります。また、着色等による修景作業も可能です。



こんなところに使えます!

● 急崖斜面や高所でも ●

例えば、機械力が使えないところに



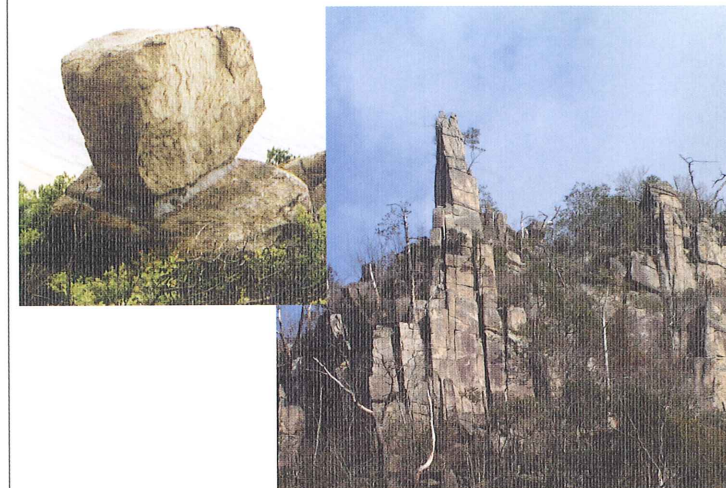
- 施工は人力主体の作業となります。
- 施工には大規模な仮設や工事設備を必要としません。



● 非常に不安定な巨岩にも ●

例えば、尾根上の巨岩などに

- 施工中には落石の危険性が高い振動などを与えません。
- 仮接着を行うことにより施工中の安全対策になります。
- 対象岩塊の大きさや形状に左右されません。



こんなときに使えます!

● すぐに効果を期待するとき ●

例えば、災害復旧等の予備工として

- 準備工や仮設に手間が掛らず直ぐ工事に着手できます。
- DKボンドモルタルは材令7日で所定の接着強度が期待できます。



● 他の落石対策工との併用を考えると ●

例えば、巨岩と小径岩の対策を同時に行う場合に

- 他の落石予防工や防護工などと併用できます。

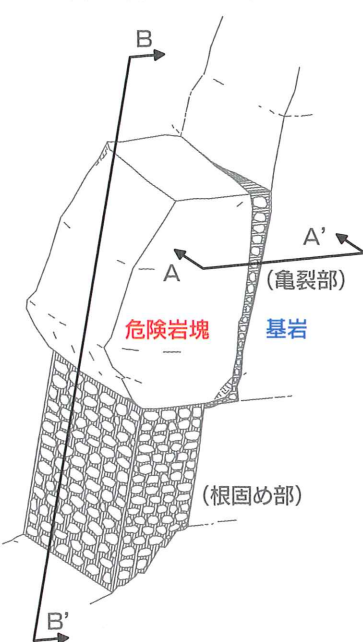


お気軽に、ご相談ください!!

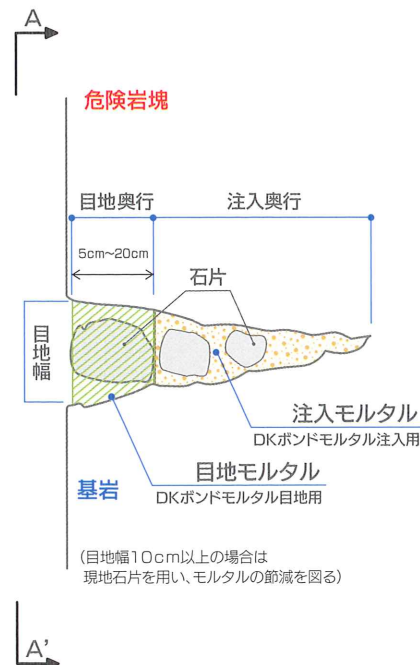
安心施工

こうやって施工します!

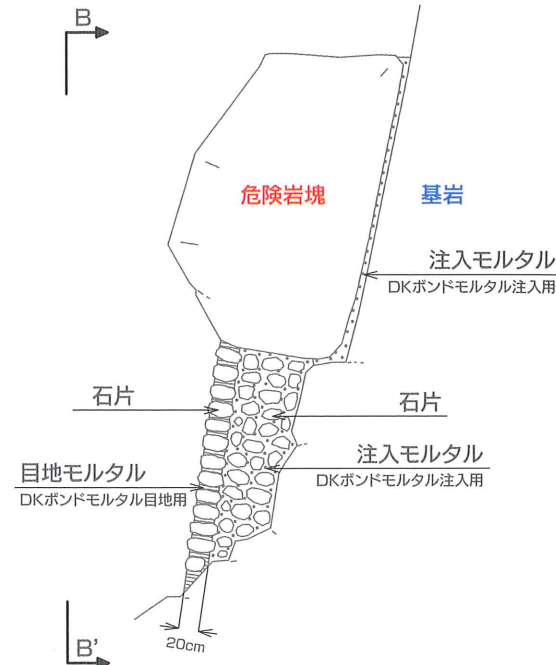
岩接着工・施工概要図



A-A' 施工断面図(亀裂部)



B-B' 施工断面図(根固め部)



作業手順 フロー図

① 準備工

親綱設置現場調査
(起工測量)

② 仮設工

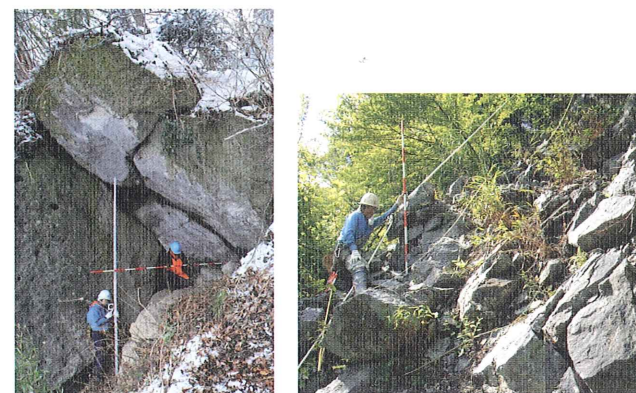
簡易索道設置
モノレール設置
仮設足場工設置など

③ 清掃・水洗工

土砂(風化碎屑物)、苔・草
除去清掃

① 準備工

- 親綱を設置します。
- 現場調査(起工測量)を実施して、数量の照査を行います。



設計と施工の一貫性

当協会では適正な数量の提案から施工及び施工管理まで一貫した体制で対応致します。

② 仮設工

- 材料運搬の為の仮設を行います。
(作業箇所が近い場合は必要ないこともあります。)

一般的には次のようなものがあります。



- 作業構台(荷受け台・作業基地)を設置します。
必要に応じて作業足場などを設置します。



荷受け台・作業基地として必要に応じて設置します。ロープ足場の補助として設置する場合があります。

④ DKボンド目地工(亀裂部)

亀裂表面の接着作業、幅の広い亀裂には石片を挟み込みます。

④' DKボンド目地工(根固め部)

オーバーハング箇所の目地作業(根固め)は石片を活用してモルタルと交互に積上げます。

⑤ DKボンド注入工

亀裂内部の接着作業
(注入機械使用)

片付け

出来形検測
注入機械撤去、
仮設解体

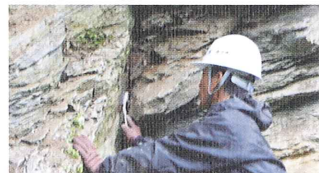
③ 清掃・水洗工

- 亀裂に沿って、土砂・木の根・苔などをワイヤーブラシ等で除去、清掃します。

●亀裂内土砂除去



●ワイヤーブラシ清掃



- 亀裂面を高圧水洗浄機等を使用して水洗浄します。
(この作業は危険度の高い作業ですので熟練した作業員によって慎重に行います。)

水洗い洗浄状況



④ DKボンド目地工(亀裂部)

- 当工法の特徴は目地モルタルの施工にあります。手作業で丁寧に目地モルタルをすりつけるように施工することで亀裂は完全に接合されます。幅の広い亀裂には現地石片や購入石材を挟み込んで使用します。

(一般的な吹付工法や注入工法とは異なります。)

●すり込むように接着します

(施工例)



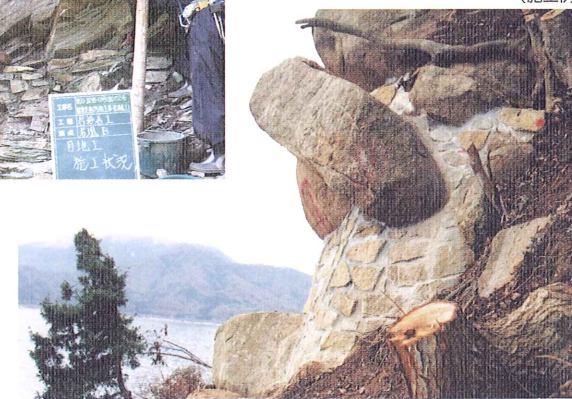
④' DKボンド目地工(根固め部)

- オーバーハング箇所では根固めの施工を行います。
現地石片や購入石材を活用して目地モルタルと交互に積上げます。(石積み奥行きは20cmを標準)

●石積み作業状況



(施工例)



⑤ DKボンド注入工

- 目地施工時に設けておく注入孔より注入用モルタルを自然流下で流し込みます。



- 注入機械は道路脇や作業構台上に設置します。
注入量の管理は流量計により行います。

●発電機(200V)



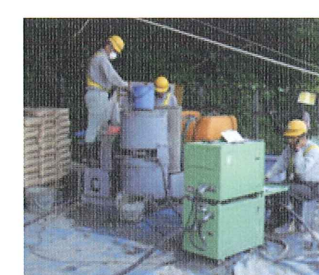
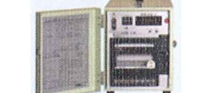
●モルタルポンプ (横型単筒復動ピストン式)



●縦型二層式ミキサー



●流量計



一貫管理

材料はこれだけです!

材 料

■DKボンドモルタルの材料は、DKハイエマルジョン(高分子樹脂接着増強剤)とDKボンド+P(無機質粉末+樹脂粉末)及び水です。



●資材搬入



●材料検収



●資材運搬



現場配合

目地配合

水: DKボンド+P
3: 20
練り舟1杯当たり配合例



水(3kg)とDKボンド+P(1袋20kg)

注入配合

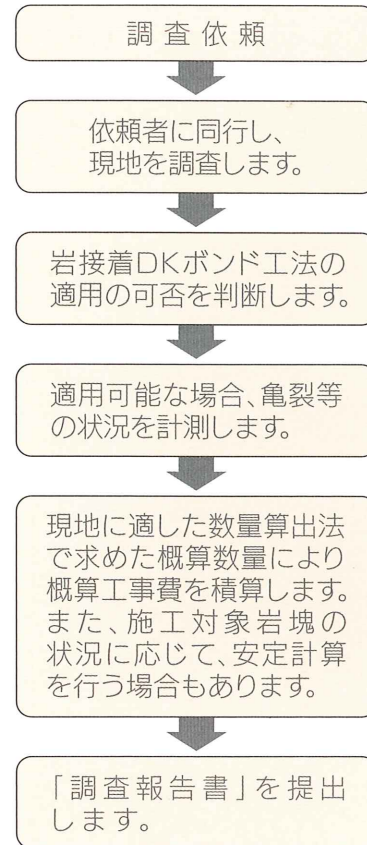
DKハイエマルジョン: 水: DKボンド+P
0.75: 5: 20
ミキサー1パッチ当たり配合例



DKハイエマルジョン(0.75リットル×4)=3.0リットル=3kg
水(5.0リットル×4)=20.0リットル=20kg
DKボンド+P(1袋20kg)×4=80kg

調査はどうするの?

【現地踏査・調査】



【設計と施工の一貫性】

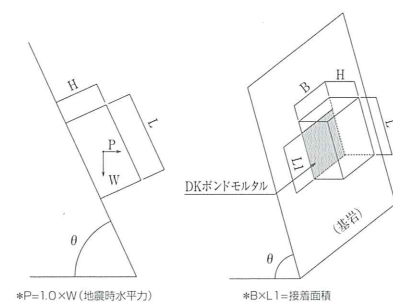
当協会会員企業では調査提案から
施工及び施工管理まで一貫した体制
で対応致します。

【施工岩塊の安定計算】

単体岩塊など力学的モデル化が可能な場合や、接着面積が限られる
場合、根固工の大きさが限定される場合等に施工後対象岩塊の安定
性を検証する方法として、必要に応じて岩塊力学モデルによる安定計
算を実施します。

■安定計算の方法 (対象岩塊の底面を接着する場合)

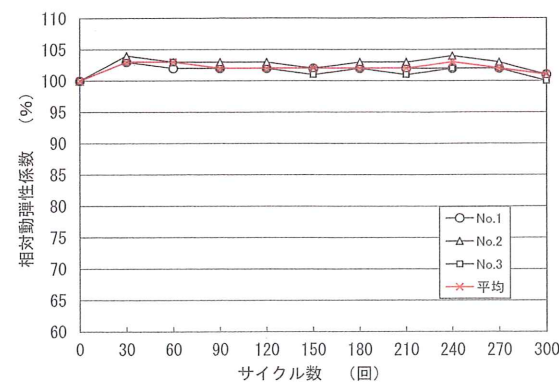
右図に示すよう
対象岩塊の底面
の一部(B×L1)を
DKボンドモルタル
により接着したモ
デルについて、假
想外力として地震
時水平力P=K×W
(N)が作用したと
きの抵抗力の安全
率が基準内である
ことを検証します。



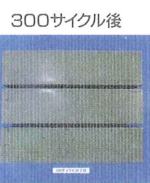
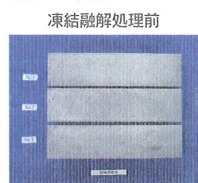
耐久性について

■凍結融解試験を実施しDKボンドモルタルの耐久性を確認
しております。

(財)建材試験センター中央試験所
平成28年2月



供試体の外観



※劣化は認められない。

現場で行う「品質管理試験」

■現場配合モルタルを採取しJIS A 1171の試験方法
に準じて「単位容積質量試験」を実施します。

●試験用モールド



モルタル種別	規格値
目地モルタル	2.01 kg/ℓ ±5%
注入モルタル	1.87 kg/ℓ ±3%

●単位容積質量試験状況



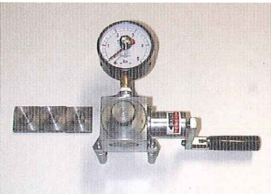
■現地石片との接着性をJIS A 1171の
「接着強さ試験」に準じて確認します。

●現地石片による供試体



モルタル種別	規格値
目地モルタル	0.25N/mm以上
注入モルタル	0.25N/mm以上

●引張り試験器



(一社)全国落石災害防止協会では技術研修会を
定期的開催し、より良い品質を目差しています!

【数量算出法】

自然の造形物が対象ですので、数量を正確に求めることは困難であるため、
当協会では次のA法(Area Method)及びC法(Crack Method)のうち、
その現場に適した方法で概算数量を算出します。

―不特定多数の亀裂が存在する場合等に―

A 法 (Area Method)

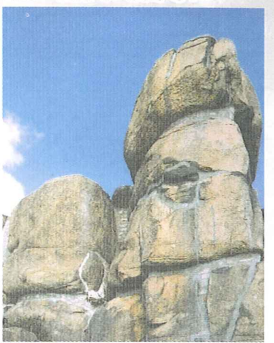
岩群の見掛け
露出面積に、1
㎡当りの単位
モルタル量を
乗じて算出しま
す。単位モルタル
量は、平均的
な亀裂状態を
想定した亀裂
モデル(下図)か
ら求めます。



―亀裂の計測が可能な場合等に―

C 法 (Crack Method)

亀裂の状況を
現地で測定し、
亀裂表(下図)
を作成して個々
の亀裂の長さ・
幅・奥行きから
モルタル量を
算出します。



■A法における(数量算出)亀裂モデルの例

単位モルタル量		基準モデル		計 算 式 V1=目地モルタル V2=注入モルタル
目地工	注入工			
V1	V2			V1=1.0m×10cm×10cm ≒0.010m3 ≒10リットル V2=1.0m×5cm×40cm ≒0.020m3 ≒20リットル
10 2ℓ/㎡	20 2ℓ/㎡	1.0m	1.0m	

■C法における(数量算出)亀裂表の例

調査件名	主要地方道 ○○○○	調査年月	平成○○年○○月
調査位置	箇所 No○○	用途	
概 略 図			

調 査 亀 裂 表

NO	長さ			幅	奥行	体積	清算用		目地工				注 入 工			
	(m)			(m)	(m)	(m3)	面積 (m2)	奥行 (m)	体積 (m3)	石膏片率 (%)	モルタル量 (kg/100㎡)	奥行 (m)	体積 (m3)	石膏片率 (%)	モルタル量 (kg/100㎡)	
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	
	①×②×③	②×③×④	③×④×⑤	④×⑤×⑥	⑤×⑥×⑦	⑥×⑦×⑧	⑦×⑧×⑨	⑧×⑨×⑩	⑨×⑩×⑪	⑩×⑪×⑫	⑪×⑫×⑬	⑫×⑬×⑭	⑬×⑭×⑮	⑭×⑮×⑯	⑮×⑯×⑰	
1	1.50	0.20	0.80	0.2400	2.40	0.20	0.060	20	48.0	0.60	0.180	20	144.0			
2	2.20	0.15	1.30	0.4230	5.72	0.15	0.050	20	40.0	1.15	0.380	20	304.0			
3	2.00	0.20	1.30	0.5200	5.20	0.20	0.080	20	64.0	1.10	0.440	20	352.0			
4	0.80	0.50	0.60	0.2400	0.96	0.20	0.080	40	48.0	0.40	0.160	40	96.0			
5	2.50	0.20	0.55	0.2750	2.75	0.20	0.100	20	80.0	0.35	0.175	20	140.0			
合計				1.7040	17.03		0.370		280.0		1.335		1,036.0			

*但し、上記方法で求めた数量は施工予定数量です。
施工完了時の最終数量を算出するものではありません。

耐震性能

巨大地震にも耐える!

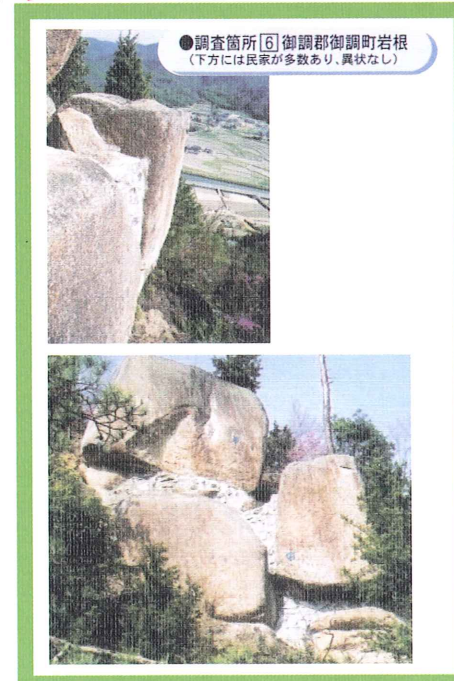
1995 阪神淡路大震災 震度7にも変状なし!



2000 鳥取県西部地震 震度6強にも変状なし!



2001 芸予地震 震度6弱にも変状なし!



2007 能登半島地震

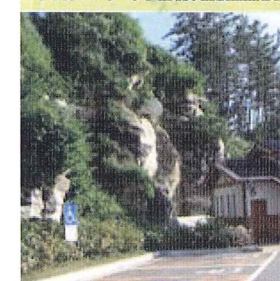
震度6強にも
変状なし!

震源
至近

不施工箇所
崩落!

岩接着工施工箇所
変状なし!

平成13年6月岩接着施工前



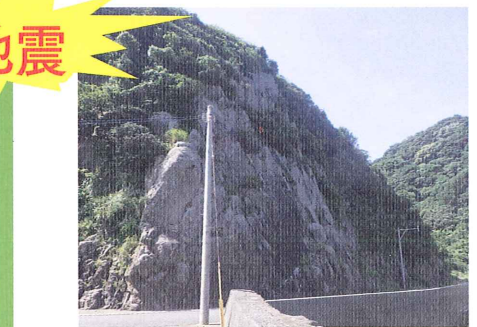
NO. 2011 輪島市門前町琴ヶ浜施工現場状況

2011 東日本大震災 震度6弱にも変状なし!



2016 熊本地震

震度7にも
変状なし!



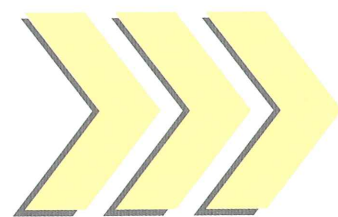
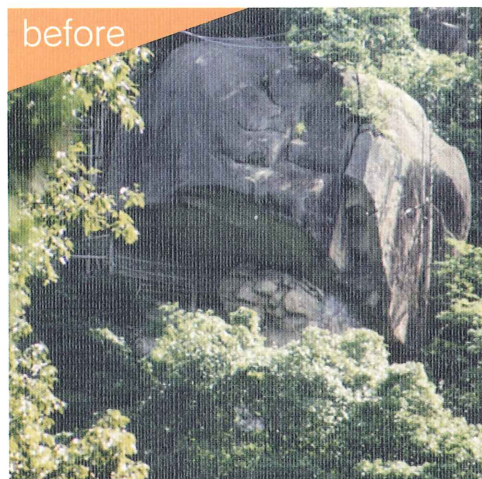
天草市 天草町

福岡県 行橋市

注) 各地震震度は震源地の値です

施工例

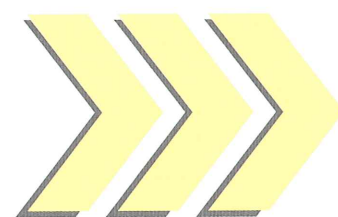
色々な場所で使えます！



型枠不要のDKボンド工法では、高所や巨岩に対する根固めに有効です。

巨岩根固めに最適！

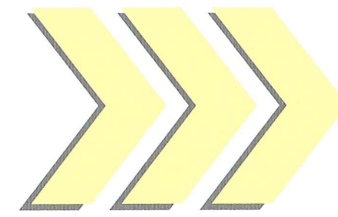
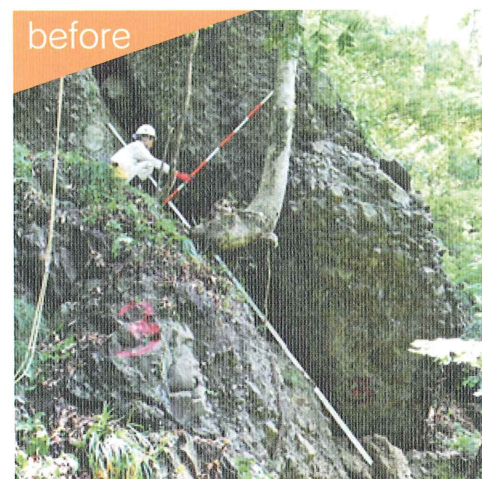
島根県 邑智郡



崩落の危険性が高い箇所などで、崩落部全体を基岩に対して一体化するのにDKボンド工法は有効です。

崩壊岩を根固め一体化！

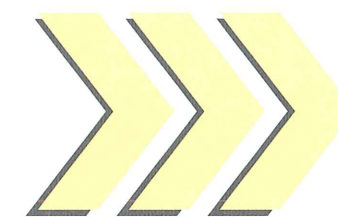
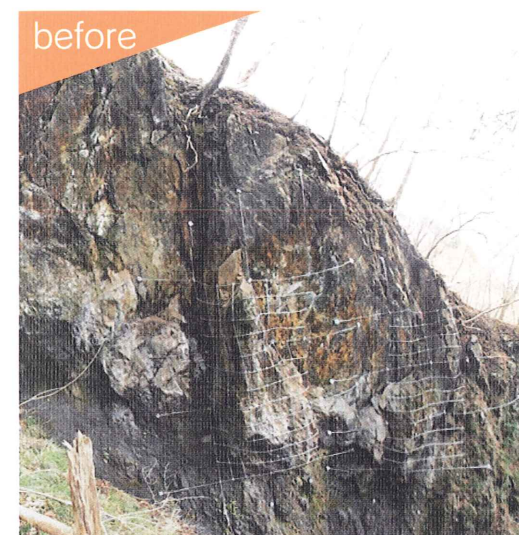
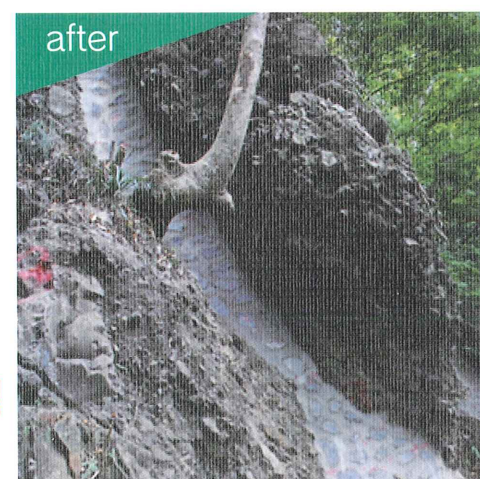
静岡県 佐久間



急斜面の不安定岩に対する落石予防工としてDKボンド工法は有効です。

斜面亀裂部の固定！

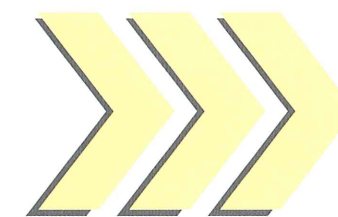
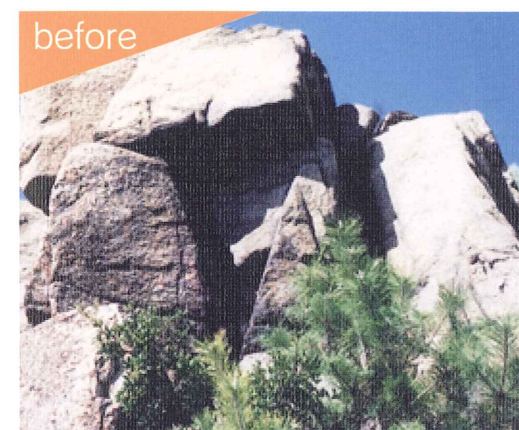
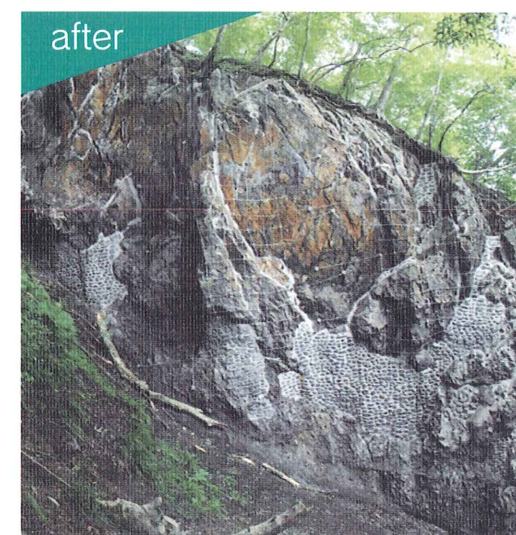
茨城県 大子町



広範囲で崩落危険性がある場合に岩塊部全体を一体化する対策としてDKボンド工法は有効です。

斜面部の岩塊を一体化！

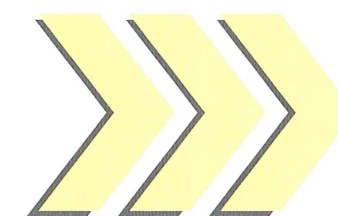
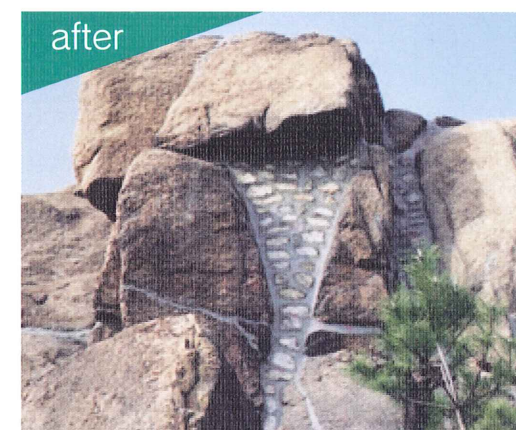
茨城県 JR水郡線地内



浮石や不安定岩の一体化にDKボンド工法は有効です。

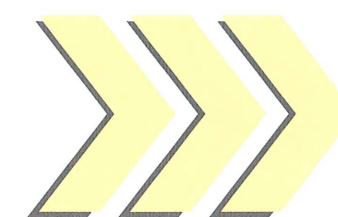
亀裂や浮石固定に最適！

岡山県 玉野市 王子ヶ岳



石垣や文化財補修にも施工実績があります！

岐阜県 木曽川水系飛騨川



劣化した堰堤や人工構造物の補修にも施工実績があります！

岩手県 一関市 産女川堰堤



1

自然と調和する落石予防工

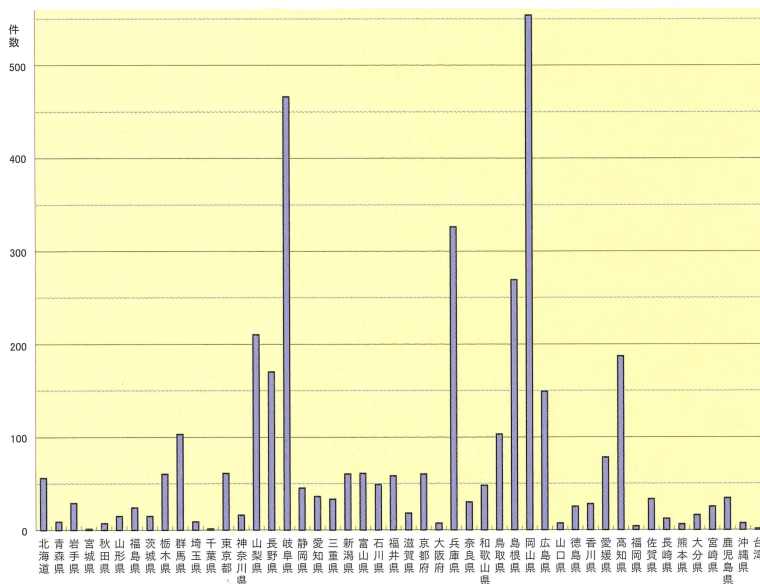
岩接着DKボンド工法

- ① 巨岩や高所岩に有効！
- ② 他工法との併用が容易！
- ③ 自然景観保全に有効！



「お問い合わせ
お待ちしております。」

施工実績 全国に3621件以上！ (2019年5月現在)



2



名勝豪溪 (岡山県)

3



名勝黒部峡谷 樺平 (富山県)



一般社団法人 全国落石災害防止協会

事務局 〒700-0808
岡山市北区大和町1-1-30 第二建設(株)内
TEL (086)227-7311 FAX (086)227-7312
URL <http://www.dkbond.co.jp/>

(協会員)

〒921-8148
石川県金沢市額新保三丁目152番地6
株式会社 ロードマネジメント
TEL 076-296-8533