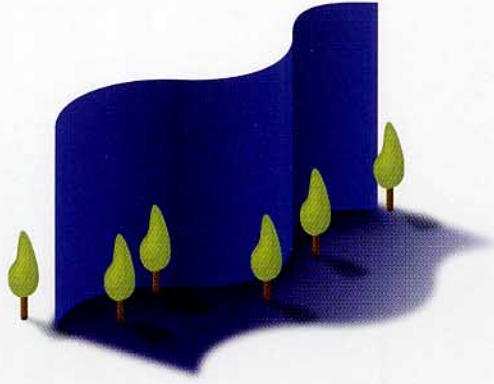


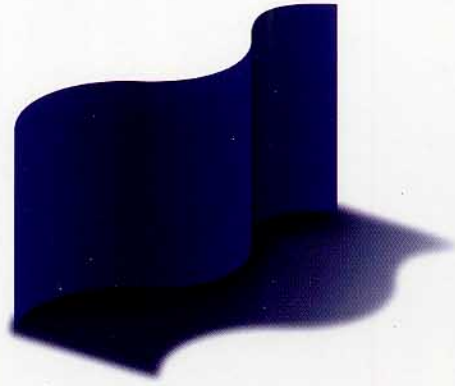
多数アンカー式 補強土壁工法

Super

時代のニーズに応えるリニューアルバージョン



我が国で考案された唯一の工法
厳しい環境に適合し、高い経済性を発揮する
多数アンカー式補強土壁工法



補強土壁の
新しい可能性にチャレンジ

時代のニーズに応えたマニュアル改訂

「多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル」第一回改訂版が財団法人土木研究センターから発刊(平成十年十一月)されました。

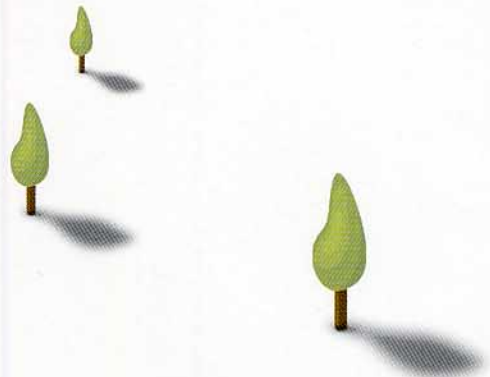
今回の改訂の大きな特徴は、壁面材等のより合理的な設計によって使用目的にあった安全性と経済性の追求ができるようになったことです。

時代の要請に対応した薄型部材の採用が多数アンカー式補強土壁工法の優位性を一段と高める

ことになりました。

また、実際の設計上の疑問点を解説した同工法技術検討委員会報告「研究ノート(平成8年版)」「(財)土木研究センターを通して「同マニュアル改訂版」のフォローアップにも力を注いでいます。

このように、多数アンカー式補強土壁工法は安全性はもとより、施工性、経済性、環境等、時代のニーズに対応すべく日々研鑽しています。



特長

薄型部材ヘリニューアル

多数アンカー式補強土壁工法では、技術向上に伴う規格部材の更なる合理化を進めるなか、施工性、経済性の面で優位な部材の開発にいたしました。すでに実物大実験、各種試験工事等による検証を終了し、平成十年四月よりリニューアル部材を導入しています。

Point 1. 安定性に優れた補強土壁の構築

補強された盛土と合理的に分割された壁面材とによる柔な土構造物である多数アンカー式補強土壁は、地震や地盤沈下に対する変形追従性が高く、安定性に優れています。

Point 2. 現場発生土の有効利用が可能

現場発生土の処理は建設工事の成否を左右する重要なテーマとなっています。幅広い盛土材料に適用でき、補強のメカニズムからも現場発生土の利用がたやすい同工法が注目されています。

Point 3. ロックアンカー工による掘削土量の低減

補強材長さの確保が難しい現場においても、ロックアンカー工の採用によって地山掘削土量を抑えることができます。現場発生土を極力抑える国の施策とも一致する合理的な工法です。

Point 4. 壁面調整機能を有するプレキャスト部材による工期の短縮

壁面と補強材との間に取り付けられたタインバックルにより壁面調整が容易に行えます。また、使用部材はすべて工場製作のため、現場では組立作業のみで工期の短縮が図れます。

Point 5. 豊富な施工実績による信頼性

施工実績（平成十年現在）は、1600件以上38万平方メートルを越えており、新しい用途の開発も含めて着実に実績を増やしています。

Point 6. 環境にやさしい補強土壁の採用

環境にやさしい補強土壁をテーマに自然破壊を極力抑え、土の持つ力を最大限に生かすことを念頭においています。

までに壊れたことはありません。

多数アンカー式補強土壁は壁面材を除くと、その全体は土（実際には鋼製材料で補強されている）であり、一般の建物などに比べると地盤の沈下にうまく追従できます。

地震時の挙動（耐震性の評価）

阪神大震災による土木構造物の大被害から数多くの教訓が得られています。補強土壁を含む擁壁の被害に関しては、震度7以上の激震地に位置していた擁壁について次のようにまとめられます。

①耐震設計されていない石積み擁壁はやはり弱かった。②耐震設計されていた従来の擁壁（重力式、もたれ式、L型、逆T型、控え壁式）は転倒、大きな滑り出しや傾斜など大被害をうけた。③補強土壁は比較的小さな滑り出しや傾斜を生じたが若干の補修の後、再び供用された。震度5、6の被災地域の擁壁も同様に形式の異なる擁壁は異なる耐震性を示しています。総じて補強土壁の耐震性すなわち地震に対する安全上の余裕度が高いことが確かめられています。

補強土壁は重力式の擁壁などに比べて脆性的崩壊の可能性（若干の変形により直ちに完全崩壊に至る可能性）が低く、靱性（変形、変位しても崩壊にはなかな



写3. 長田区を通る断層上の通学路



写4. 壁高11mの多数アンカー式補強土壁

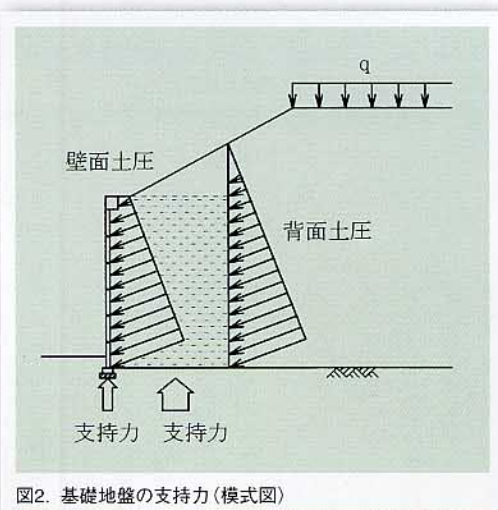


図2. 基礎地盤の支持力（模式図）

か至らない特性）があると言われています。これからの耐震設計は、このような擁壁の形式の違いによる地震時の挙動の違いを考慮した設計法の導入が望まれています。このような設計法が導入されると多数アンカー式補強土壁の信頼性が一段と高まることとなります。

阪神大震災後の実態調査

平成七年一月一七日に発生した兵庫県南部地震は、建物や高速道路の損壊により多くの人命を奪うとともに、ライフライン施設の被害が市民生活に様々な影響を及ぼしました。日本国内の過去の地震災害に限ると関東大震災以来の大災害であり、歴史的に新しい補強土の各工法にとって初めての貴重な経験となりました。多数アンカー式補強土壁は兵庫県の南部地域に七件（2500平方メートル）の施工実績がありました。このうち、最も大きな揺れを受けたことが予想されるものは、長田区を通る断層の線上にあり、市の通学路整備の一環として施工されています（写3）。断層から8キロメートルほど離れたところにある壁高11メートルの補強土壁（写4）にも変状の跡はなく、調査の結果、多数アンカー式補強土壁の高い耐震性が確認されました。

多数アンカー式補強土壁工法

Multi-Anchor Reinforced Soil Method

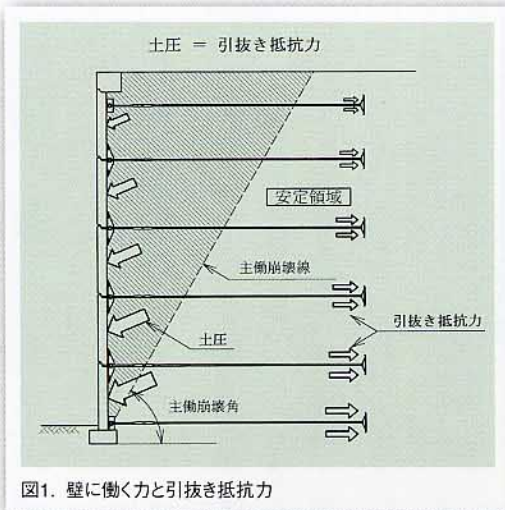
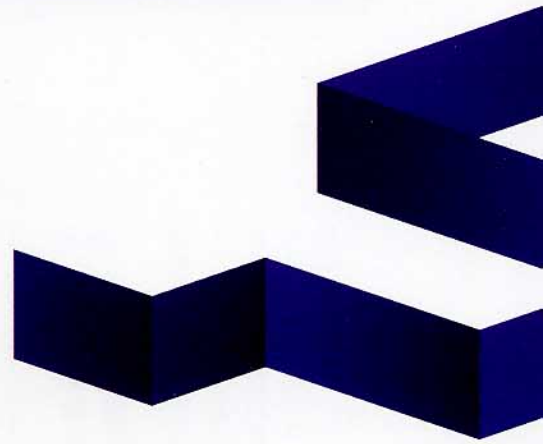


図1. 壁に働く力と引抜き抵抗力



1 安全の目安

壁に働く力(土圧の評価)

多数アンカー式補強土壁工法に代表される直壁を有する補強土壁。この壁には盛土からの力(土圧)が働いています(図1)。この土圧が壁を動かそうとする力です。土圧の大きさは盛土の性質によって決まります。もちろん計算によって推定することができます。しかし、実際に壁に働く土圧は計測値に比べてかなり小さい値であることが、多くの実績から確かめられています。これは、盛土が補強されていることを十分に計算に取り入れていないことが原因と考えられます。ところが、現状では補強されている盛土からの土圧を推定する標準的な計算方法がありません。多数アンカー式補強土壁のマニュアルでは安全側の設計がなされるように、盛土の補強効果を土圧の算定に計上していません。そのため、壁を動かそうとする計算上

の力(土圧)が実際に働く力に比べて安全側に設定されています。したがって、多数アンカー式補強土壁にはより大きな安全上の余裕が付与されています。具体的には、壁に働く力をクローンの土圧式から直接求めていきます。設計には実測値の2倍近い土圧を用いており、安全性とは別に今後の検討課題との指摘もあります。

基礎地盤の沈下(地盤の支持力)

地盤に非常に重いものが載ると沈下やすべりが発生します。補強土壁も地盤から見ると、この重いものにあたります。多数アンカー式補強土壁の設計(図2)では、あらかじめ地盤がどれくらい重い重さの物を支える力があるのかを調べています。このことは特に大事なことで、支える力が十分な地盤上にある補強土壁は今



写7. 施工実験の全景

この実験では、土の代わりに鉛の粒子を用いて、二次元土槽内に種々のアンカープレート寸法とタイバー長さとの組合せで補強土壁模型を作成し、その安定性を調べました。複数のアンカープレート寸法に対して安定を保つために必要な最小タイバー長を求めることができました(図9)。

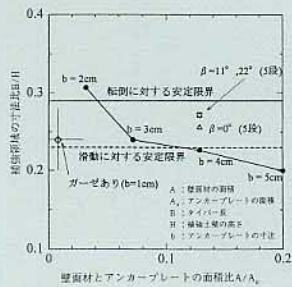


図9. 安全を保つために必要な最小のタイバー長

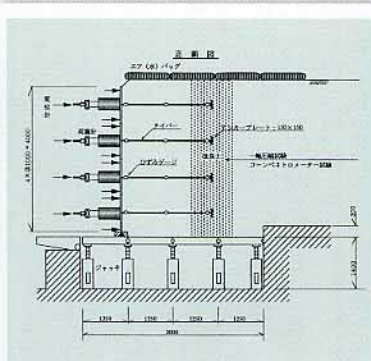


図8. アンカープレート周りの改良による現地発生土の利用実験

よって決まります。このため、アンカープレート周りを部分的に改良する方法が提案されています。実際には、補強土壁を構成する盛土の大部分はアンカープレートとの引抜き抵抗力に直接寄与していないため、引抜き抵抗に影響する盛土部分の強度を部分的に向上させることで引抜き抵抗力を増加させることができます。建設省土木研究所では、アンカープレートの前後どこまでの範囲が引抜き抵抗力の大きさに影響しているのか、アンカープレート周りの改良を行うときの範囲はどこまで必要なのか等の検証実験(図8)を進めています。

北海道大学の二次元土槽実験

室内の二次元土槽実験は北海道大学で行われています。この室内実験は多数アンカー式補強土壁の基本的な挙動を確認する目的で実施され、その成果については地盤工学会等の研究発表会で発表されています。

2 安全性の確認

建設省、日本道路公団関連工事に伴う現場計測

多数アンカー式補強土壁は、従来の擁壁などの剛な構造物と異なり、補強された土による柔な構造物とされています。

この特徴を生かして合理的で経済性の高い補強土壁を設計するために基礎部の接地圧分布、壁面に働く土圧、壁面の変形等の現場計測を行いました。接地圧は、ほぼ上載荷重に見合う鉛直応力が等分布で作用しています(図5)。壁面に働く土圧は、設計で用いている主働土圧のおよそ半分程度の大きさで、模型実験や実大実験等の結果と整合が取れています。壁面の変形は、最上段で盛土側に60ミリメートル(0.6パーセント)程度と小さい値に収まっています。

薄型壁面材を用いた補強土壁(壁高15メートル)の現場計測が実施されています(図6)。ここでは、壁面の薄型化による影響を計測結果をもとに検討していま

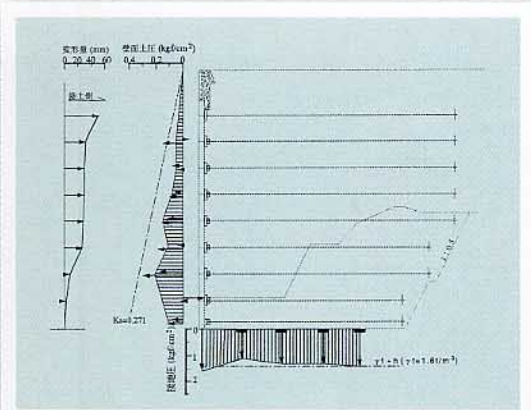


図5. 宮ヶ瀬ダム現場計測結果

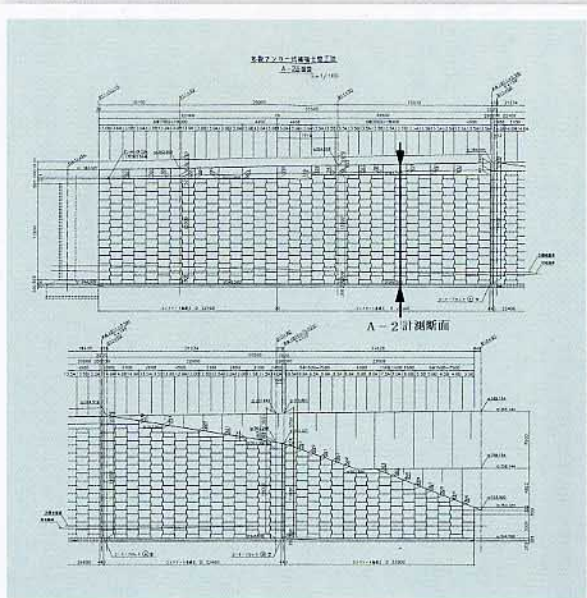


図6. 東海北陸自動車道の現場計測断面

す。数値解析の結果では安全性が確かめられています。実大規模での検証は安全への近道と考えています。

薄型壁面材を用いた検証実験

建設機械化研究所で行われた施工法の検証実験では、薄型化された壁面材による施工への影響を調べるため、壁面調整、曲線形壁面部の施工等について検証を行いました(写7)。また、薄型壁面材の構造耐力試験も同時に行われ、コンクリート部材の設計が難しい補強材定着部のせん断耐力を実験的に確かめることができました。

建設省土木研究所の実大実験

アンカープレートの引抜き抵抗力が不足する場合の対処法の一つとして盛土材料の改良があります。引抜き抵抗力はプレートが埋設されている盛土材料の性質に



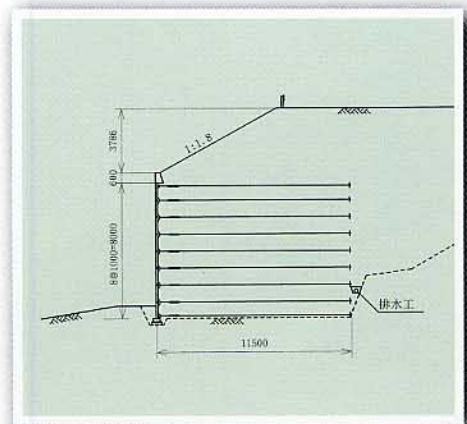
日本道路公団 東北・山形工事事務所
—山形自動車道水沢工事—

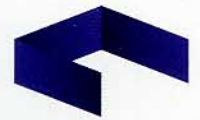
現地発生土の有効利用を可能にする フレキシブルな設計が可能です



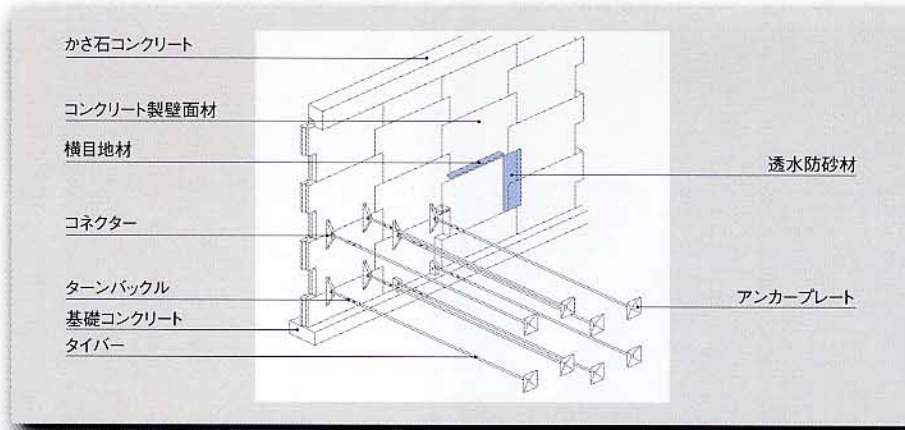
新しく開発された薄型壁面材を用いた初めての実施工例です。壁高は8.6メートルですが、のり面を含めた見掛け高さは12メートルを越えます。基礎地盤は軟弱な粘性土層であり、のり面を含む補強土壁と軟弱地盤のすべり安定を確保するため、タイバー長は11.5メートルとなっています。地位的には沢部にあたり、補強領域内への地下水の侵入を防ぐため、地下排水工が設けられます。

■ 工事の内容





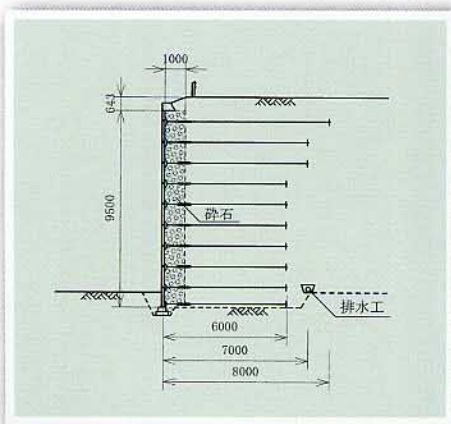
施工例



タイバーに取り付けられた
ターンバックルにより壁面調整が容易です



■ 工事の内容
寒冷地に立地する補強土壁では、他の擁壁やカルバートと同様に凍上に対する配慮が必要です。凍上は単に土中の水が凍ることではありません。土中から水を吸い寄せながら凍る霜柱のように、徐々に生長しながら壁に働く力(土圧)を増大させていくものです。この凍上が起こらないように、壁側に1メートル厚さの碎石層を設けた寒冷地仕様の事例です。





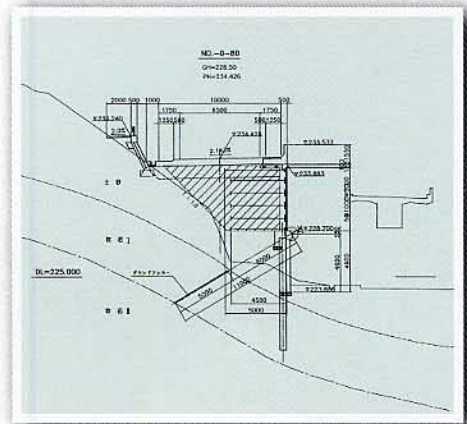
兵庫県 道路公社
一播但連絡道 第5期第2工区一

垂直盛土擁壁が可能で 用地が有効利用できます



抑止杭とグラウンドアンカーを有する鉄筋コンクリート擁壁によって斜面全体の安定を図り、その上に補強土壁を構築しました。補強土壁自体の設計には特殊な要因はありませんが、斜面抑止工との力の伝達や変形モードの違いについて十分な検討が必要となります。複合擁壁として各工法の設計の考え方を理解し、バランスの取れた設計が望まれた事例です。

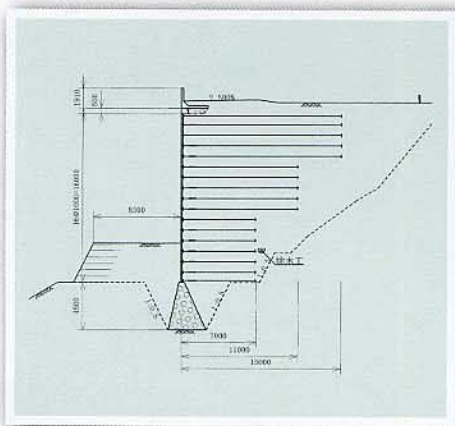
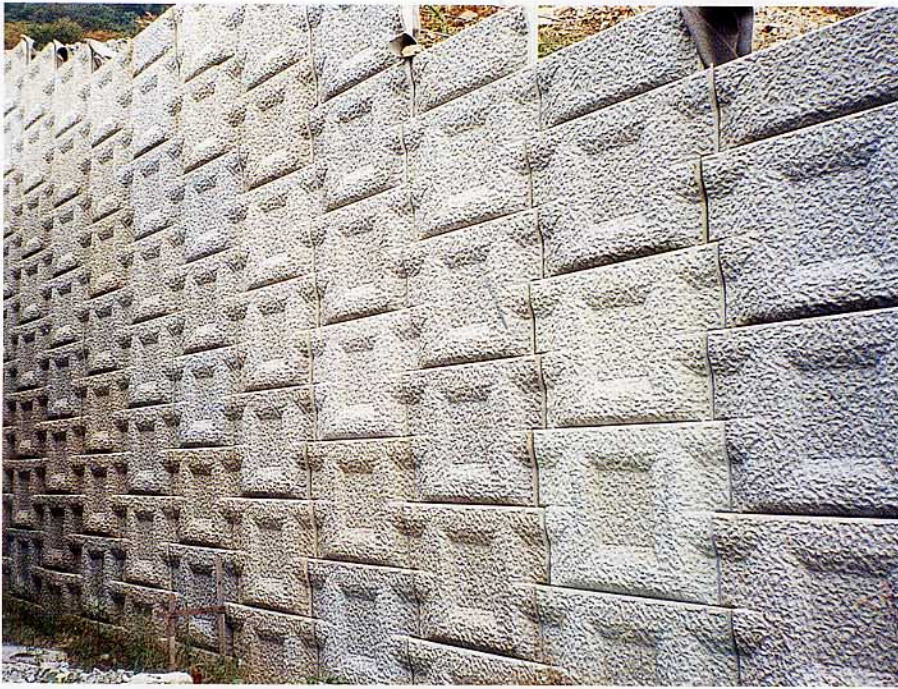
■ 工事の内容



日本道路公団 北陸・富山工事事務所
一五箇山工事一



薄型壁面材により 材料費の20%削減を実現しました (当社従来品比)



■ 工事の内容

薄型壁面材を用いた壁高17メートルの事例です。補強土壁の基礎は高さ4.5メートルの重力式擁壁となっており、広い意味の複合擁壁を形成しています。前面には生活用道路を確保するため、盛土層厚管理材を兼ねたジオテキスタイルによる補強盛土があります。ここでは、日本道路公団による薄型壁面材の適用実験が行われました。

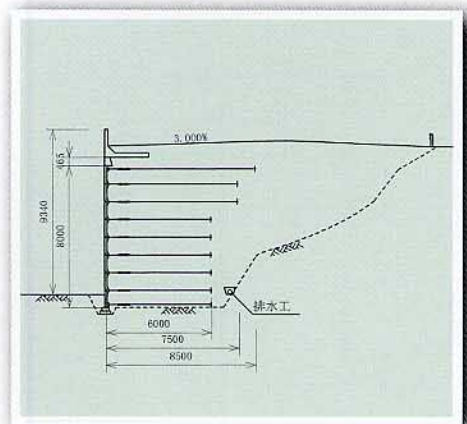


日本道路公団 九州・福岡工事事務所
 一鳥栖ジャンクション改良工事

周辺環境を重視したデザインブロック、オリジナルブロックも製作できます



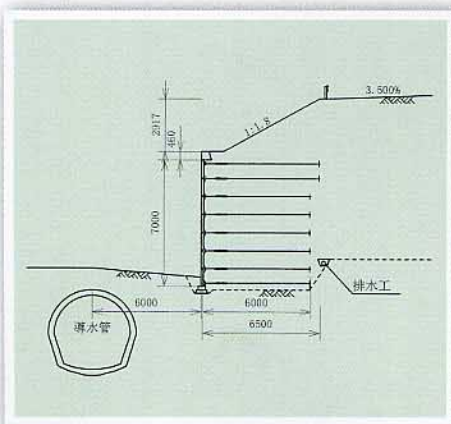
■ 工事の内容
 壁面延長265メートル、壁面積1730平方メートル、最高壁高8メートルのこの現場では、補強土壁の上部に道路用の防護壁を兼ねた鉄筋コンクリート製のL型擁壁が設置されています。薄型壁面材を用いたこのような事例では、壁面材とかさ石コンクリートおよび付帯の防護壁などは分離された構造とすることが一般的です。





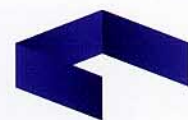
日本道路公団 四国・脇町工事事務所
—三好東工事—

プレキャスト工法により 工期の短縮化が図れます

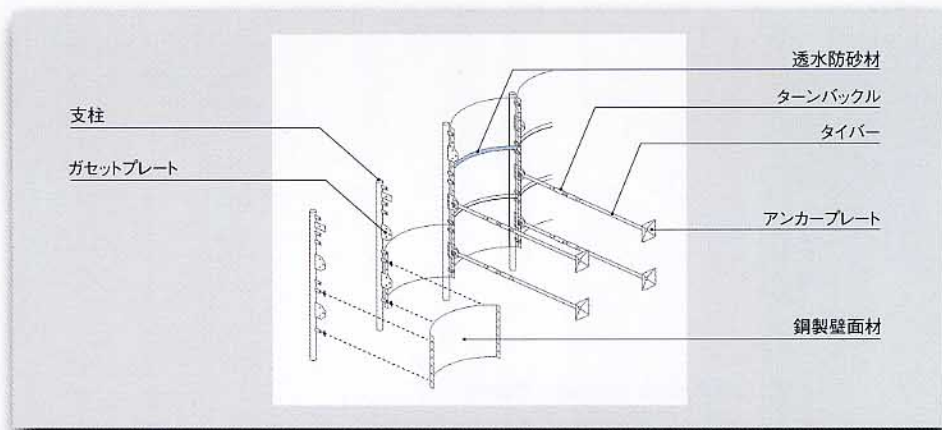


■ 工事の内容

地下用水路に近接して道路盛土を建設するため、用地の確保と埋設物への影響を考慮して、補強土壁を採用した事例です。このような事例では、埋設物の設計詳細が不明な場合があるため、事前の現況調査、施工中の動態観測などを行うことがあります。



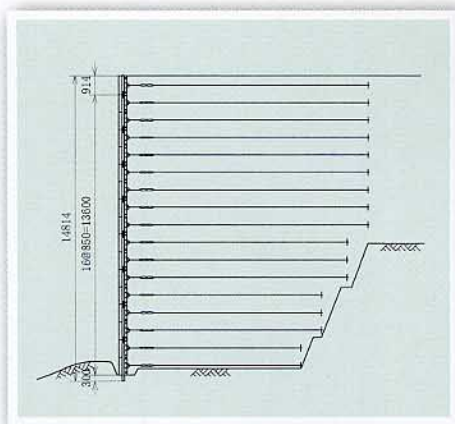
鋼製壁面材による施工例



ダム建設や橋梁などの仮設工事には、迅速性に優れた鋼製壁面材が最適です

■ 工事の内容

鋼製壁面を用いた多数アンカー式補強土壁は、部材自体が軽く、組立ても容易なため、工事用道路や現場発生土のストックヤードとして広く利用されています。壁面材が鋼製のため腐食等の経年変化には不利な面もありますが、比較的長期間使用する仮設構造物にも用いられています。構造的にはアーチ状の壁面材が土圧をうまく補強材に伝達するため高い安定性が保証されています。ここで紹介する事例は鉄道トンネル工事の大規模プラントの例であり、その後コンクリート壁面材で改修され新しい駅に生まれ変わりました。





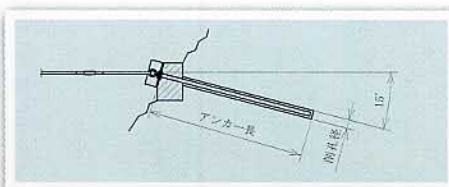
ロックアンカーによる施工例

壁体背面に強固な岩盤がある現場では、
ロックアンカー施工が行えます



削孔

ロックアンカーの削孔は通常削孔径60～90mm程度、設計で指示された径以上とし、タイバーに対して15°の角度で行います。アンカー長は通常1.5m程度、設計で指示された長さ以上とします。



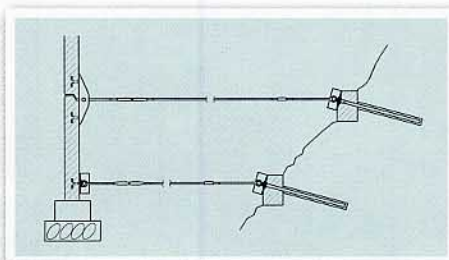
アンカー引抜確認試験

セメントミルク等によりアンカーバーを岩盤に付着させ、養生させたのち引抜確認試験を実施して設計強度を満たしているか確認します。



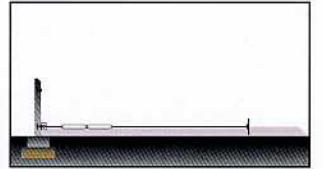
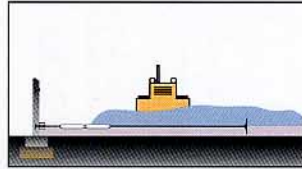
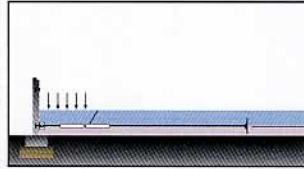
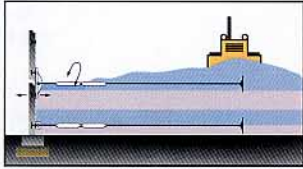
タイバー設置

ロックアンカーに接続アングルを取り付け、接続ロッドアイによりタイバーを水平に設置します。



施工上の注意

1. ボルト、ナット類は確実に締め付け、締め忘れのないようにしてください。
2. 使用するボルト、ナットは設計で指示されたものを指示された箇所に使用してください。
3. 設計に使用した土質条件以外の盛土材料で施工しないでください。
4. 施工中に盛土材料の土質が変化した場合は多数アンカー式補強土壁協会までご相談ください。



Step 4 アンカープレート取付

タイバーと壁面材を接続したのち、アンカープレートをタイバーと直角になるように確実に取り付けます。

Step 5 土のまき出し

壁面材より1メートル程度離れた場所からアンカープレート側へ、壁面材に対して並行にまき出しをします。アンカープレート付近では、アンカープレートが傾斜しないように注意してください。

Step 6 転圧

タイバーに対して垂直に転圧します。壁面材から1メートル以内は、小型転圧機を使用し、壁面の鉛直度を確認しながら行います。

Step 7 壁面調整

アンカープレート部分の転圧後、水準器とさげ振りで水平・鉛直を確認しながら、ターンバックルにより壁面の調整を行います。



橋梁取付道路(両面壁)

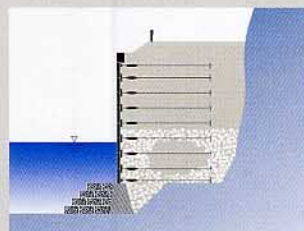
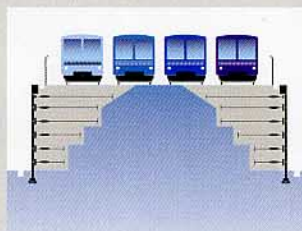
両面壁の土圧が均合う場合は、左右のタイバーを一体化して安定を確保できます。

水辺(護岸擁壁)

水位が壁面に達するような場合は水没する部分の盛土材料を透水性のよいものに置き換える等、水没設計をすることにより施工できます。

鉄道の拡幅

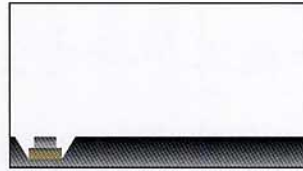
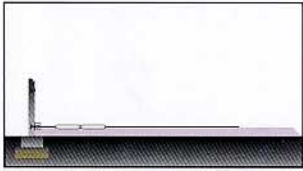
鉄道の拡幅を目的とした場合でも、垂直盛土が構築できます。従来の用地幅を最大限に活かして盛土することにより、複雑な線化が容易に実現します。





施工手順

多数アンカー式補強土壁工法は、現場規模にかかわらず小人数で施工が可能であり、ブロックの設置を先行しながら壁体の内側で作業を行いますので、施工中の安全が図れます。なお、この工法の安定性は、土と一体となった構造物のため、土の工学的特性に左右されます。したがって、土のまき出し、転圧等の作業は、道路土工指針（盛土材の転圧）の基準に沿って施工してください。



Step 1 基礎

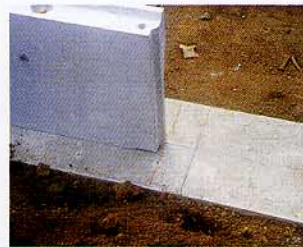
厚さ20センチメートル、幅40センチメートルを標準とする布状コンクリートを打設し、天端をレベルに仕上げます。また、壁面合わせのためのすみ出しを行います。

Step 2 壁面材設置

1段目の壁面材をすみ出しに合わせて、基礎と壁面材のあいだをモルタルで微調整しながら垂直に設置します。なお、1段目と2段目の接続はピンで合わせます。

Step 3 タイバー取付

地盤を平らにし、壁面材に埋め込まれているインサートにコネクターを取り付け、これにタイバーを接続します。この時、ターンバックルの予備しろを確保してください。



用途と構造

道路

(片盛土・ロックアンカー工)

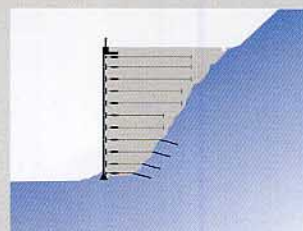
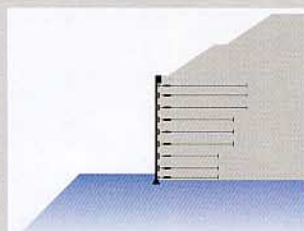
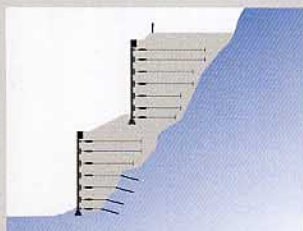
壁体背面に強固な岩盤がある場合は、ロックアンカーによる施工が可能です。

造成、トンネル、坑口安定(のり留め壁)

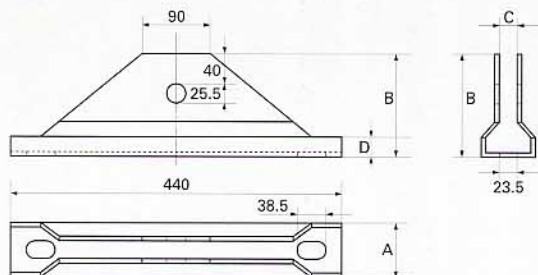
補強土壁のもっとも一般的な用途として、造成地やカルバート坑口付近の安定に用いられることが多く、その種類と形式は多岐に渡っています。

大規模造成(段積擁壁)

壁高の高さが15メートル以上になるような場合や、タイバー長が長くなりすぎる場合に、擁壁を2段積みによることにより施工します。



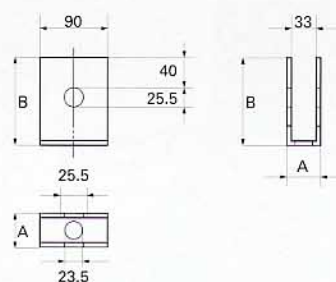
■ダブルコネクター



ダブルコネクターの種類と形状

呼称	厚さ t (mm)	長さ (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	質量 (kg)
4.5D	4.5	440.0	69.0	134.5	22.0	24.5	3.15
6.0D	6.0	440.0	72.0	136.0	24.0	26.0	4.33
9.0D	9.0	440.0	78.0	139.0	29.0	29.0	6.60

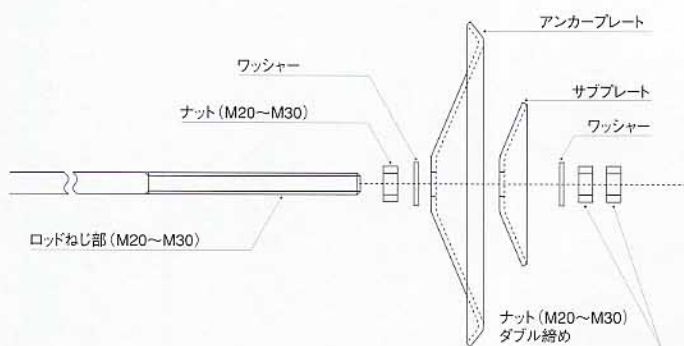
■シングルコネクター



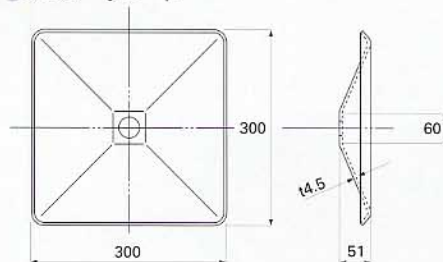
シングルコネクターの種類と形状

呼称	厚さ t (mm)	長さ (mm)	A (mm)	B (mm)	質量 (kg)
4.5S	4.5	90.0	42.0	110.0	0.70
6.0S	6.0	90.0	45.0	111.5	0.95
9.0S	9.0	90.0	51.0	124.5	1.46

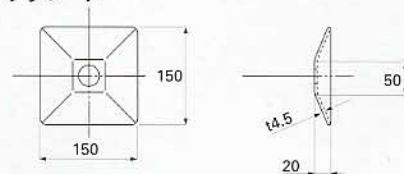
■アンカープレート・サブプレート



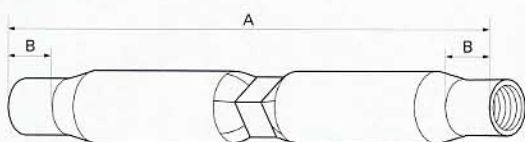
●アンカープレート



●サブプレート



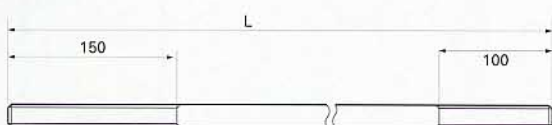
■ターンバックル



ターンバックルの種類と寸法

ネジ径	A (mm)	B (mm)	保証荷重 (kN)
M20	300	28以上	60.6
M22	330	31以上	74.7
M24	350	34以上	87.7
M27	400	38以上	114.0
M30	400	42以上	139.0

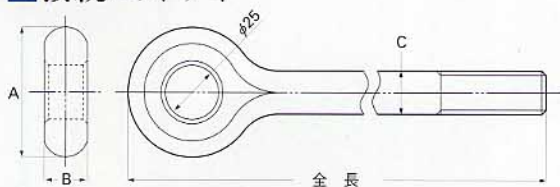
■ロッド



ロッドの種類

ネジ径	丸鋼径 (mm)	質量 (kg/m)
M20	18	2.00
M22	20	2.47
M24	22	2.98
M27	25	3.85
M30	27.5	4.83

■接続ロッドアイ



接続ロッドアイの種類と寸法

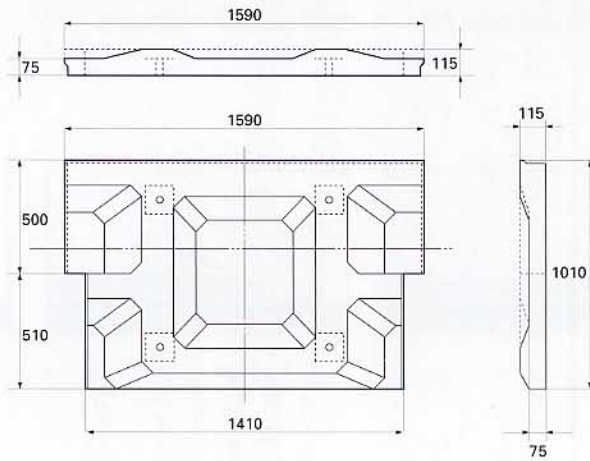
ネジ径	A (mm)	B (mm)	C (mm)	全長 (mm)
M20	60	20	18	460
M22	60	20	20	430
M24	62	22	22	410
M27	70	25	25	360
M30	72	27.5	27.5	360

■コンクリート製壁面材

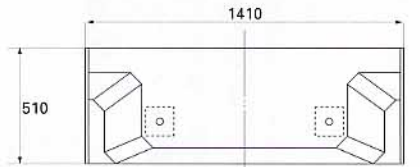


部品・規格寸法

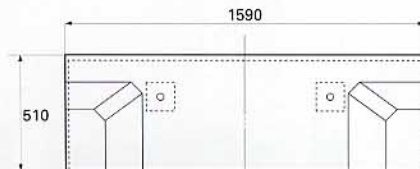
TA
タイプ



UA
タイプ



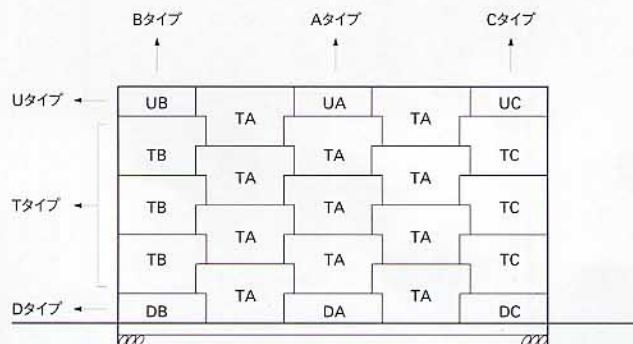
DA
タイプ



記号	形状寸法	面積 (m ²)	質量 (kg)
TA	115×1,000×1,600	1.500	351
TB	115×1,000×1,500	1.440	328
TC	115×1,000×1,500	1.440	328
DA	115×500×1,600	0.800	200
DB	115×500×1,500	0.745	189
DC	115×500×1,500	0.745	189
UA	115×500×1,400	0.700	183
UB	115×500×1,400	0.695	182
UC	115×500×1,400	0.695	182

※質量は参考質量です

■壁面材の形状(正面組図)



注) ・部材は設計により指示された箇所、用途以外に使用しないでください。
 ・現場での部材加工は行わないでください。
 ・現場で部材加工が必要な場合は多数アンカー式補強土壁協会まで御相談ください。