

平成30年北海道胆振東部地震の被災事例（液状化）

・平成30年9月6日3時7分に発生した北海道胆振東部地震（マグニチュード6.7，最大震度7）により，札幌市清田区，北区，東区，北広島市，苫小牧市で液状化被害が確認されました。ここでは，札幌市清田区，東区，苫小牧市東港の被害状況を紹介します。

被災事例位置図



(i)札幌市清田区(里塚、美しが丘)

(ii)札幌市東区

(iii)苫小牧市東港

(i)液状化被害(札幌市清田区里塚, 美しが丘)



①液状化による土砂流出で陥没したマンホール周辺地盤

②土砂の流出

③噴砂痕

(ii)液状化被害(札幌市東区)



①道路の大規模沈下

②道路の大規模沈下

③噴砂痕

(iii)液状化被害(苫小牧市東港)



①噴砂痕

②道路の亀裂と陥没

より詳細な情報を以下のホームページでご覧いただけます。

平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団 最終報告書: https://www.jiban.or.jp/?page_id=11421

平成30年北海道胆振東部地震の被災事例（斜面崩壊）

・平成30年9月6日3時7分に発生した北海道胆振東部地震（マグニチュード6.7，最大震度7）により，震央に近い厚真町，安平町，鶴川町の広範囲で斜面崩壊が発生し，道路，河川等が被害を受けました。ここでは，厚真町で発生した斜面崩壊の被災状況を紹介します。

・斜面崩壊が発生した地域では広く火山灰が堆積しており，斜面崩壊箇所の多くで支笏，樽前，恵庭の降下軽石（火山灰）が確認されました。

厚真町の被災状況



厚真町斜面崩壊箇所分布図

※赤い塗りつぶしが斜面崩壊箇所



崩壊箇所で確認された降下軽石
(火山灰)



①道路側面での斜面崩壊により
生じた道路の陥没(桜岡地区)



②朝日地区の斜面崩壊



③約1.5km亘る大規模な
斜面崩壊(吉野地区)



④富里浄水場の斜面崩壊に
よる施設被害



⑤崩壊土砂による厚真川河道閉塞
撤去状況(幌内橋から撮影)



⑥水田まで長距離流動した
崩壊土砂

より詳細な情報を以下のホームページでご覧いただけます。

平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団 最終報告書: https://www.jiban.or.jp/?page_id=11421

北海道における地盤災害

・北海道は積雪寒冷地という厳しい自然環境下にあり、同時に地震の多発地帯でもあります。さらに近年は、気候変動の影響と思われる、従前とは異なる夏季の豪雨や春先の多量の融雪水の影響により地盤災害(地すべりや盛土崩壊など)が増加している傾向にあります。

・人々の安心、安全に資する社会基盤を整備するためにも、気候変動や地震を考慮したソフト、ハード両面の対応が求められています。

大雨・融雪水による災害

撮影 北海道開発局



国道239号(霧立峠):平成24年4月に発生した地すべりの様子。

撮影 北海道開発局



国道230号(中山峠):平成24年5月に発生した盛土崩壊等の様子。

撮影 北海道開発局

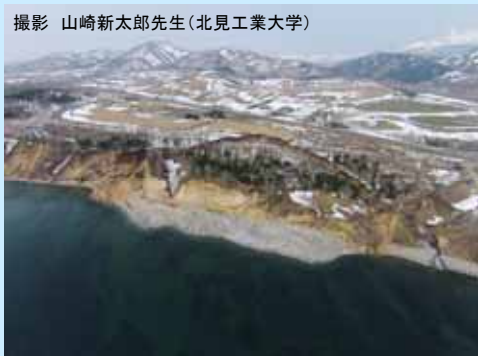


国道230号(中山峠):平成25年4月に発生した盛土崩壊の様子



国道453号(支笏湖):平成26年9月の大雨により路面を覆う巨礫等。

撮影 山崎新太郎先生(北見工業大学)



羅臼町羅臼峠付近:平成27年4月に発生した地すべりの様子。

近年、気候変動の影響により、北海道において融雪水や大雨に起因する地盤災害が大規模化・増加傾向にあります。また、平成30年9月には北海道胆振東部地震による地盤災害が発生しました。この地震による被害に関しては、「平成30年北海道胆振東部地震の被災事例」のポスターも併せてご覧ください。

大規模地震による災害

2003年十勝沖地震や今年の北海道胆振東部地震など、地震多発地帯である北海道においては、地震に対する準備はいかなる時でも必要であると考えます。

引用元:平成6年(1994年)10月4日北海道東方沖地震 国道災害記録 北海道開発局釧路開発建設部



1994年北海道東方沖地震による道路盛土の被害

引用元:釧路沖地震記録誌-5・1・15 道路編-「烈震をたどる」 北海道開発局釧路開発建設部



1993年釧路沖地震による道路盛土の被害



2003年十勝沖地震による河川堤防の被害。なお1993年釧路沖地震で被災した堤防で、強化復旧が行われた堤防は、この地震で被害は生じなかった。

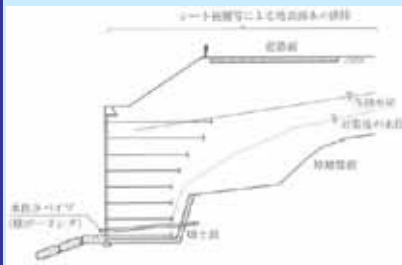
補強された土構造物の例



補強盛土工法

ジオテキスタイルといった補強材を使用し、さらに基盤排水層を設けることで強い盛土としている。

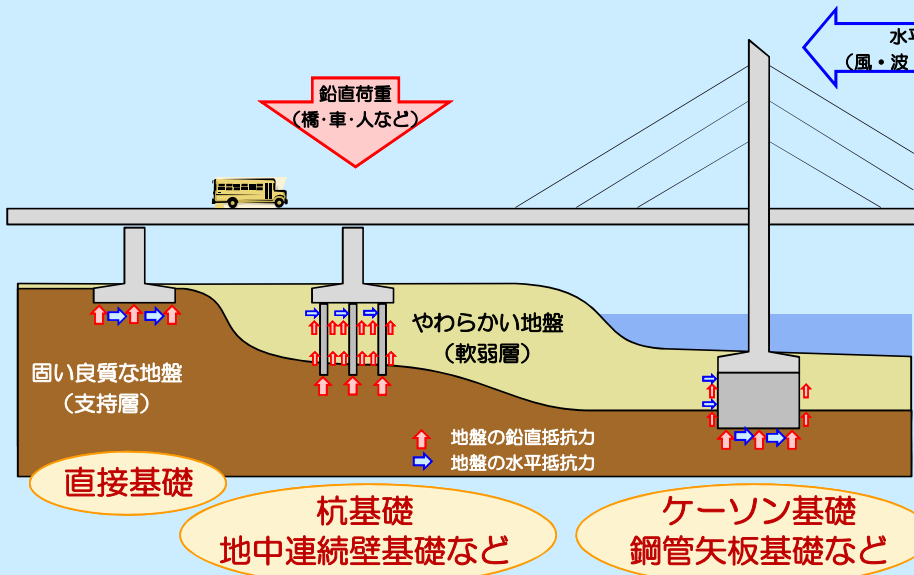
その他、テールアルメや多数アンカーといった補強材を用いることで、ほぼ直立した構造を維持できる補強土壁工法といったものもある。



補強土壁工法

人々のくらしを支える基礎構造物

基礎構造物とその役割 『縁の下の力持ち！！』



橋や建物などは、**基礎構造物**に支えられています。

基礎構造物は、橋や建物から受ける**荷重**を**周辺地盤**へ**伝達**することが役割です。

基礎構造物には、地盤の固さ、橋や建物の大きさ、建てられる場所などに合わせて**様々な基礎形式**があります。

様々な基礎形式—北海道の橋の事例— 『地面の下はこうなっている！！』

旭橋 (旭川市)

国道40号 1932年完成

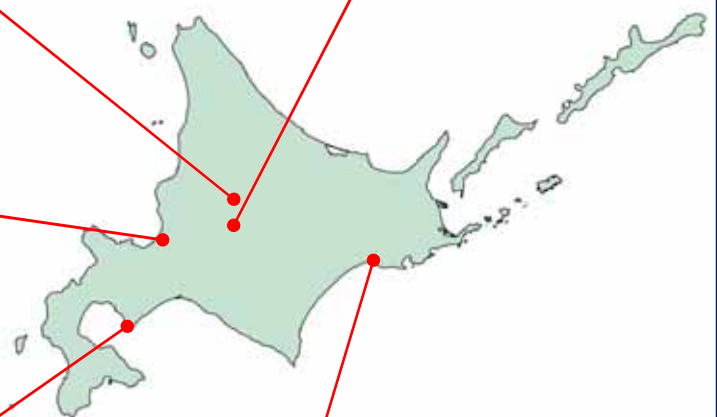


星の降る里大橋 (芦別市) 国道452号 2001年完成



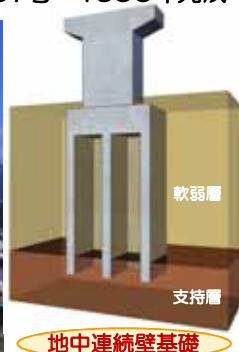
石狩河口橋 (石狩市)

国道231号 1976年完成

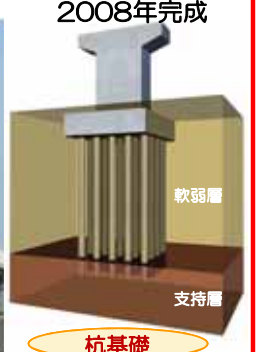


白鳥大橋 (室蘭市)

国道37号 1996年完成



星が浦海岸通架道橋 (釧路市) JR北海道根室本線 2008年完成



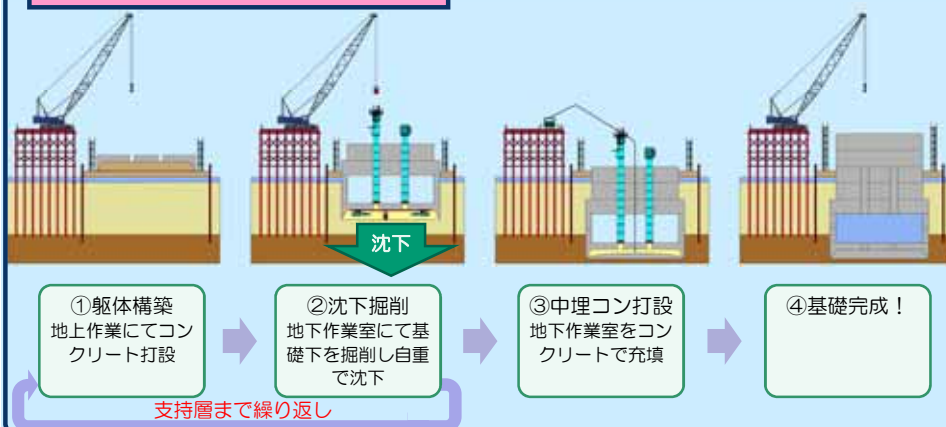
人々のくらしを支える基礎構造物

基礎構造物の種類シリーズ① 『ケーソン基礎』 ～ ニューマチックケーソン工法 ～

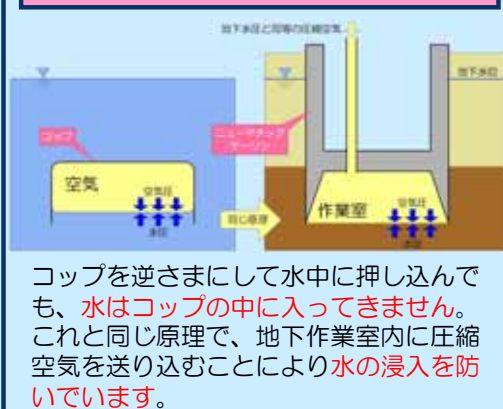
ニューマチックケーソン工法って？

歴史：1841年フランスで発明。日本では1923年しらしたしろう白石多士良が欧米より導入し関東大震災の復興工事に採用したのが始まり。
 語源：ニューマチックケーソン⇒フランス語で『Pneumatic Caisson』＝『空気の 函（はこ）』を意味します。
 工法：地上で造ったコンクリート構造物の下を掘削することにより沈下させ、この作業を支持層まで繰り返し行うことにより基礎を構築します。
 適用：支持層が深く、海や川、地下水位が高いところに用いられます。
 実績：エッフェル塔（パリ市）、ブルックリン橋（ニューヨーク市）、レインボブリッジ（東京都）、十勝大橋（帯広市）、新石狩大橋（江別市）

どうやって基礎を造るの？



作業室に水は入ってこないの？



どんな機械を使っているの？

■マテリアルロック
土の搬出口。このような機械が見えた現場はニューマチックケーソン基礎を造っています！



■アースバケット

■マンロック
人の出入口。地下作業室まで、らせん階段やエレベータで繋がっています。



■有毒ガス等測定器
作業室内の酸素や有毒ガスを24時間監視し酸欠などの事故を防ぎます。

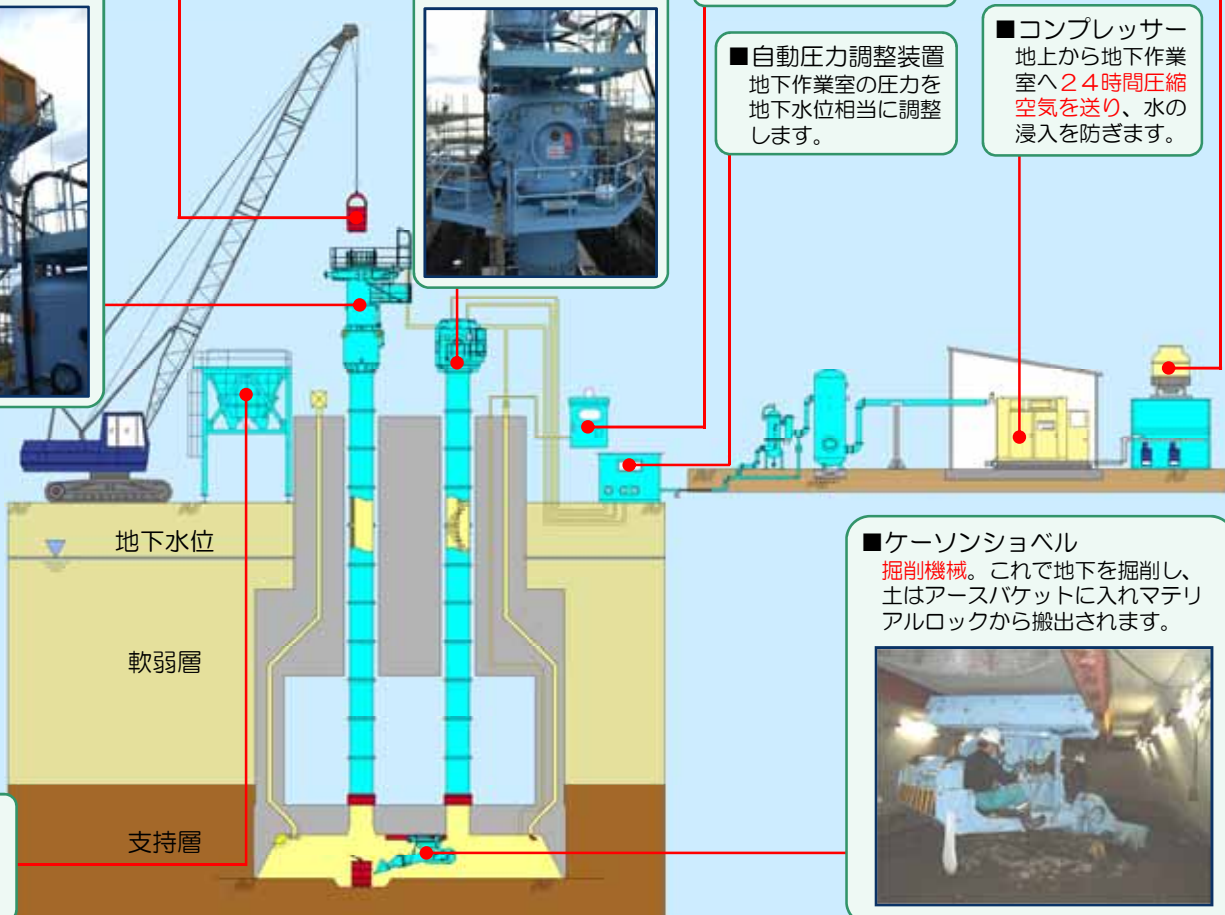
■自動圧力調整装置
地下作業室の圧力を地下水位相当に調整します。

■クーリングタワー
コンプレッサーの循環水を冷却します。

■コンプレッサー
地上から地下作業室へ24時間圧縮空気を送り、水の浸入を防ぎます。

■土砂ホッパー
搬出された土砂を一時的に溜めておきます。

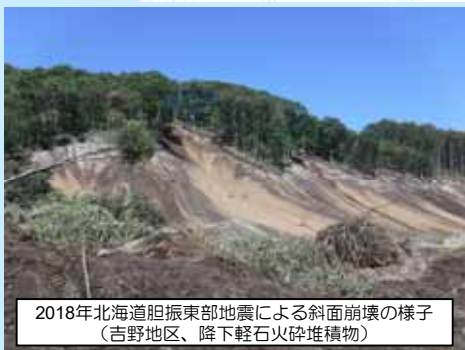
■ケーソンショベル
掘削機械。これで地下を掘削し、土はアースバケットに入れマテリアルロックから搬出されます。



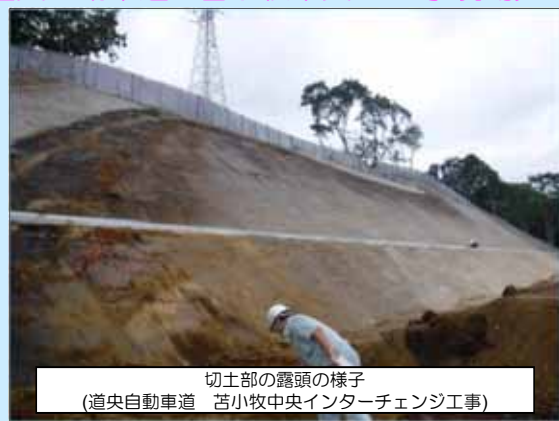
火山灰質土の工学的評価と利用

我が国では、火山灰質土、まさ土や泥炭などの特殊土地盤が広く分布し、土砂災害の一因になっています。火山灰分科会では、特に火山灰質土の力学特性や工学的利用のための情報収集を行っています。

-----日本の火山性地盤の分布と地盤災害例-----



-----火山灰質土の工学的利用の調査(令和01年8月 道央自動車道 苫小牧中央IC 工事現場)-----



-----豪雨災害が生じやすい火山灰質土の調査(平成29年8月 登別市・洞爺町)-----



自然由来の重金属のおはなし



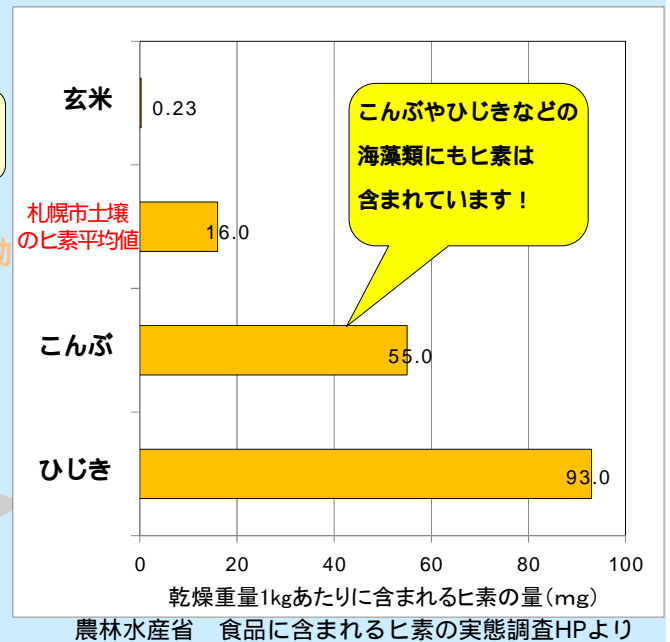
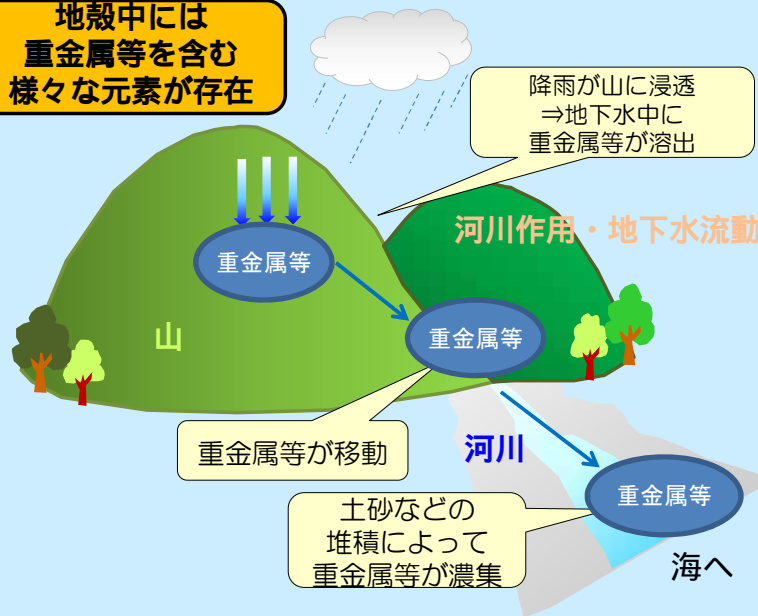
重金属って聞いたことはあるけど詳しいことは知らないな。薬品や工業品に含まれているイメージだけど、自然にもあるものなの？

重金属とは、一般的には比重4~5より重い金属類のことを示しますが、法律（土壤汚染対策法）では重金属以外も含めた、鉛、ヒ素、水銀、カドミウム、六価クロム、セレン、ホウ素、フッ素などを重金属等と呼んでいます。

重金属等はもともと地殻に存在しており、下図のように環境中を循環しています。実は、**自然の岩盤や土砂、海水などにも自然由来の重金属等は含まれているのです。**



地殻中には
重金属等を含む
様々な元素が存在



自然由来の重金属等は、低濃度ながら広範囲に分布していることが多く、**どこの地盤にも含まれている可能性があります。**

建設工事では、地盤に重金属等が含まれていないか**事前に調査を行い、確認しています。**万が一重金属等が基準を超過して含まれている場合には、**周辺に影響がないよう、法律（土壤汚染対策法）や技術マニュアルなどに基づき、管理・対策をしながら工事を進めます。**法律では、人体への影響を考慮し、飲料水と同程度の厳しい基準が定められています。



道路の凍上被害とその対策

■北海道のような寒冷地では、寒気が地盤に浸入して霜柱(アイスレンズ)が形成され、地表面が持ち上がる凍上現象が発生します。道路や附帯構造物が凍上被害を受けます。

■凍上現象は、凍上の3要素(土質・水・温度)のうち、どれか一つの要素を取り除くことで凍上対策工となります。一般に、凍結深さまで凍上しない材料で置き換える『置換工法』が多いです。

昭和27年当時の被災状況(札幌市、釧路市)



◆昔は、冬に凍上・凍結した道路は、春の融解期には、毎年ぐちゃぐちゃの状態になっていました。当時は長靴は必需品でした(>_<)

近年でも見られる道路の被災状況



舗装面に発生する凍上量の相違による路面の縦断・横断クラック



車道と歩道の置換え厚の相違により歩道に発生する縦断クラック



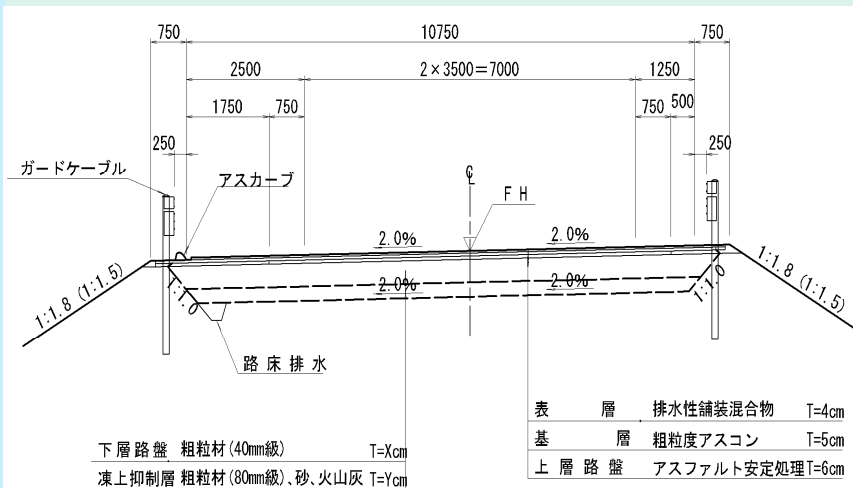
融雪期に発生する路床土の支持力低下による路面の亀甲状クラック

◆現在でも、凍上現象による不均一な持ち上がりが舗装面に発生することで様々なクラックが路面や歩道で見ることができます。

一般的な道路の凍上対策【置換工法】

- ◆置換工法とは、舗装の下を粗粒材(砂利・碎石)・砂・火山灰のような凍上しないで置き換える方法です。
- ◆置き換える深さは、各地域の寒さの程度(凍結指数)によって決まる凍結深さ(理論最大凍結深さ)の70%の深さとしています。

道路の断面図の例



路床土の強度低下とは・・・？

- 凍結した道路は、融解期に舗装面からだんだん溶けていきます。土中に凍土を維持した状態になります。
- この状態の場合、凍結面より上の融解水により土中の水分が多くなります。路床土の強度が低下します。
- そこを車両が走ると、その重みに耐えられず舗装に亀甲状のクラックができます。ひどくなると路面に土砂が噴出(噴泥)することもあります。



地盤内に発生した霜柱(アイスレンズ)

◆凍上現象による持ち上がり量(凍上量)は、地盤内に発生する個々の霜柱(アイスレンズ)の厚さの総和です。



地表面に発生した霜柱と氷の状況

土を強くするー補強土・補強土壁工法ー

●補強土・補強土壁工法ー盛土補強と地山補強ー

1) 盛土の補強

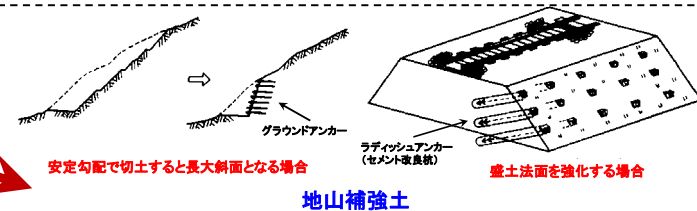
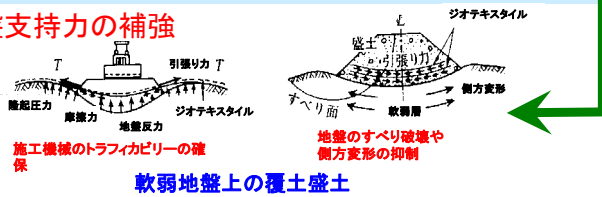
2) 地盤支持力の補強

3) 地山の補強

盛土:人工的に土を盛って造られた地盤

地山:自然斜面や人工的に造られた地盤

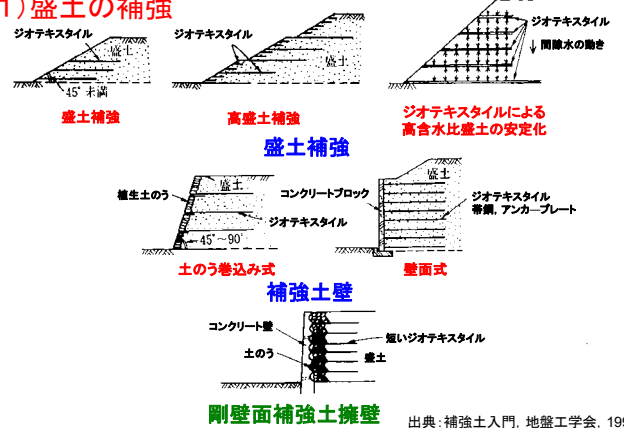
2) 地盤支持力の補強



3) 地山の補強

出典:補強土入門,地盤工学会,1999

1) 盛土の補強



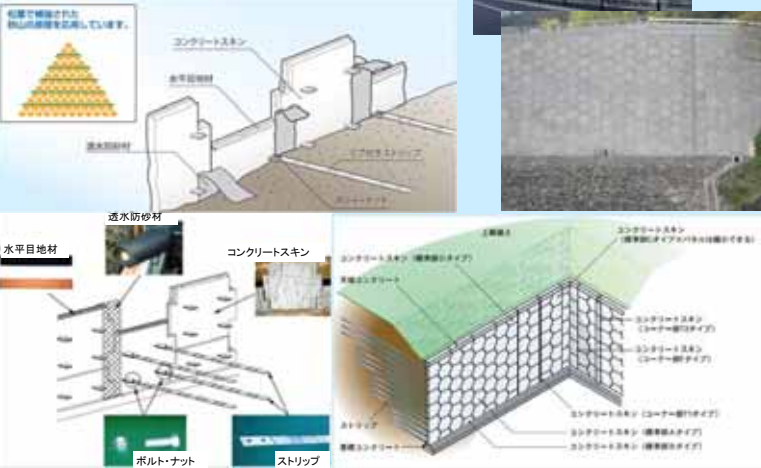
・補強土の原理

- ・押しつけると土は必ず横に伸びようとする。
- ・伸びを鉄筋などで押さえる
- 土に横から作用する拘束圧を大きくしたのと同じ効果
- ・圧縮強度が大きくなり、土は強くなる
- ・斜面上の基礎を支えるために地盤を強化する方法

さまざまな補強土壁工法

テールアルメ工法

1963年、フランス人H. Vidal (H. ヴィダール)氏が砂と松葉を組み合わせて砂山を築きながら構想



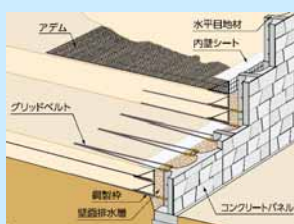
多数アンカー式補強土壁の特長

- ①安定性に優れた補強土壁の構築
- ②幅広い盛土材を有効に利用
- ③壁面調整機能による精度の高い鉛直度
- ④ロックアンカー工による岩盤掘削の低減
- ⑤容易な組立作業による工期の短縮
- ⑥豊富な施工実績による信頼性
- ⑦美しいデザインブロック

土圧を味方に!



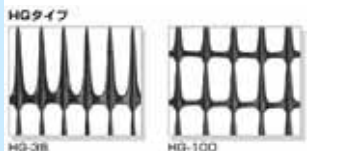
テンサー®FWM工法



アダムウォールの特長

- ・外壁と内壁で構成された**二重壁構造**
- ・補強材に、「アダム」と「グリッドベルト」を使用
- ・施工時に、外壁と内壁の間に空間がある
→ 締固め時の土圧が外壁に作用しない
- ・壁面の近傍まで**十分な締固めが可能**
- ・二重壁構造のため、**壁面材の修復や取替が可能**

盛土・地盤補強用ジオグリッドアダム



剛壁面補強土壁工法(RRR工法)

