

土質基礎

地面の上や地中には、私たちの暮らしを支えている交通施設やライフラインがたくさんつくられています。これらの施設は、地震や集中豪雨などで繰り返し被害を受けてきました。また北海道では地中に霜柱が発生して地盤が隆起する「凍上」という寒冷地特有の現象で、道路や構造物が被害を受けてきました。土質基礎研究委員会では、災害に強い土木構造物を造ることで、私たちの安全な暮らしや財産を守ることを考え続けます。

●土質基礎の取り組み

私たちは土や地盤のことを普段、特別意識することはありません。水や空気と同じように、私たちにとっては当たり前の存在だからです。しかし、私たち人間は、さまざまなかたちで土や地盤を利用してきました。山を平らにし、谷を埋め、道路や住宅地を作りました。その地盤の上に私たちの家が建っています。海を埋め立てて人工島も造りました。超高層ビルや高速道路、海峡をまたぐ大吊り橋も地盤が支え、海底トンネルや地下鉄は地盤の中を走っています。

私たちが土や地盤を利用するとき、さまざまな問題が発生します。山を切り開き、谷を埋めるときには地すべりの危険があり、海を埋め立てるときには10数メートルも沈下することがあります。

このような問題に対して、土や地盤のいろいろな現象を明らかにしたり、新しい構造物を造るときに知恵を絞ったりすることが「土質基礎」の取り組みです。また、地盤上に造られた構造物は、大きな地震が起こるたびにさまざまな形で被害を受けてきました。災害の経験を活かし、災害に強い社会を造ることも「土質基礎」の重要な取り組みです。

地震被災

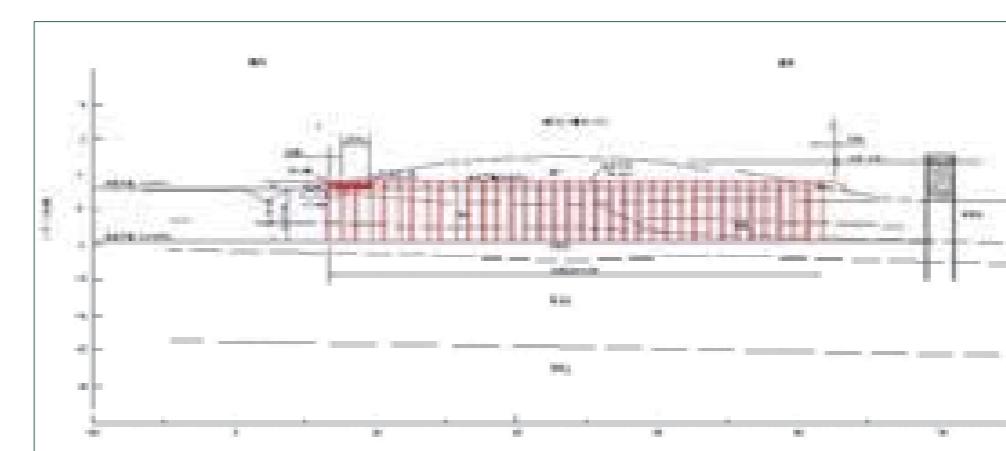


地盤改良による復旧



土層断面図と対策工

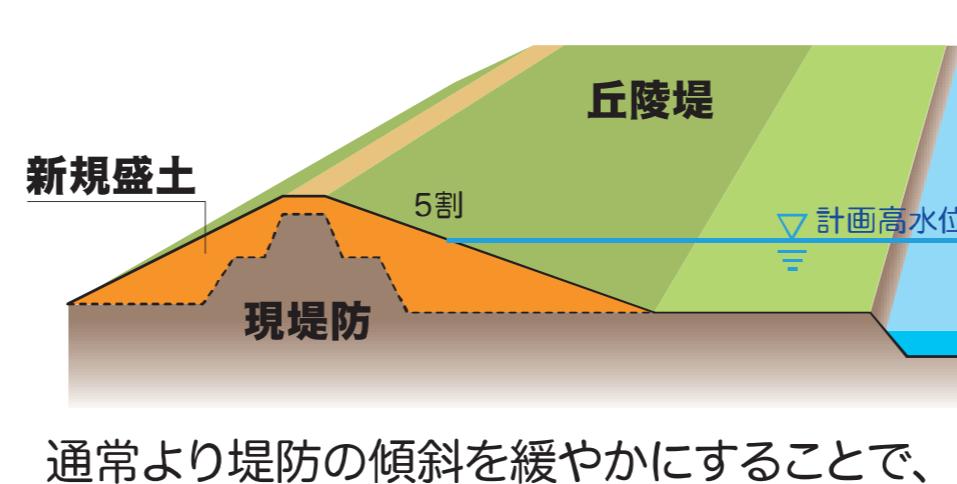
サンドコンパクションパイル工法という地盤改良で築堤全体を強化します。



豪雨被災



丘陵堤(緩傾斜堤防)



通常より堤防の傾斜を緩やかにすることで、堤防の強化を図ります。



凍上被災



昔は冬に凍上凍結した道路は、春の融解期にはぐちゃぐちゃの状態になっていました。

凍上試験



今は、凍上試験により材料を選定して道路の下の地盤を置換しています。

泥炭地盤

- 泥炭とは、植物が十分に分解されずに堆積して土となつたもので、世界中の寒冷地に多くに見られます。
- 非常に多くの水を含み軟らかいため、建設工事にともなつて大規模な地盤沈下を起こし、扱うのが非常に難しい地盤を形成します。

北海道における泥炭地の分布



札幌を含む石狩低地のほか、北海道の主要な都市に泥炭は存在し、社会基盤や都市整備に避けては通れません。



由来となる植物や、分解の度合いによって、見た感じもいろいろです。

泥炭の特徴

泥炭は一般に多く水を含みます。重量の9割を水が占めることも少なくありません。このため、水が絞り出されることで非常に大きく圧縮します。



分解が進んだミソのような泥炭

泥炭地盤の諸問題と対策

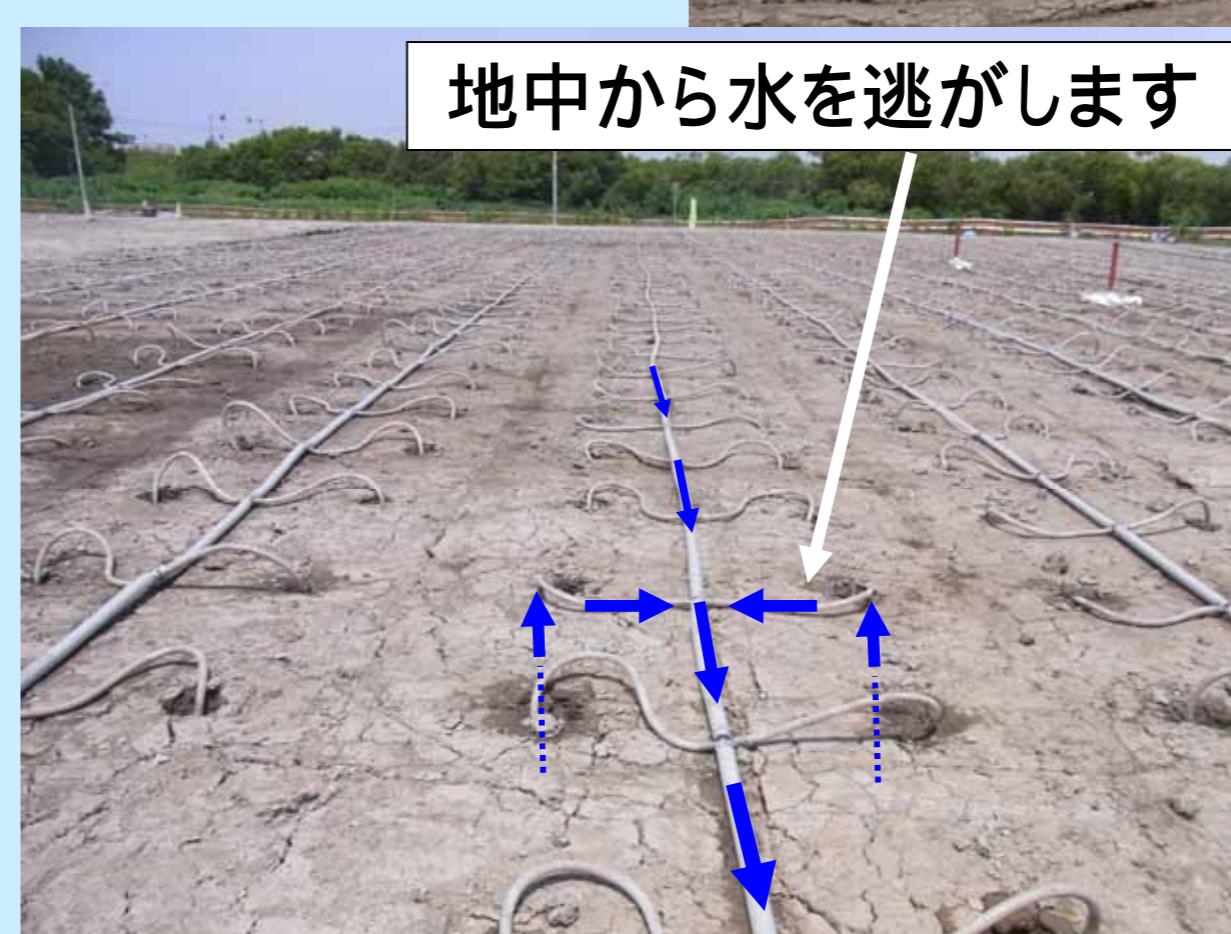


泥炭は、舗装など比較的軽量な構造物の敷設に対しても非常に大きく圧縮し、長期にわたって地表面の沈下を引き起こします。波打った道路はこのような地盤沈下の現れです。

盛土など大規模な構造物に対しては、事前に対策が必要になります。例として、PVD*による沈下促進などがあります。



この白い帯が
ドレン(排水材)



PVDとは地盤中に鉛直方向に埋められるプラスチック製などの排水材で、これを水みちにし、構造物の供用開始前に沈下を終わらせることを目的としています。

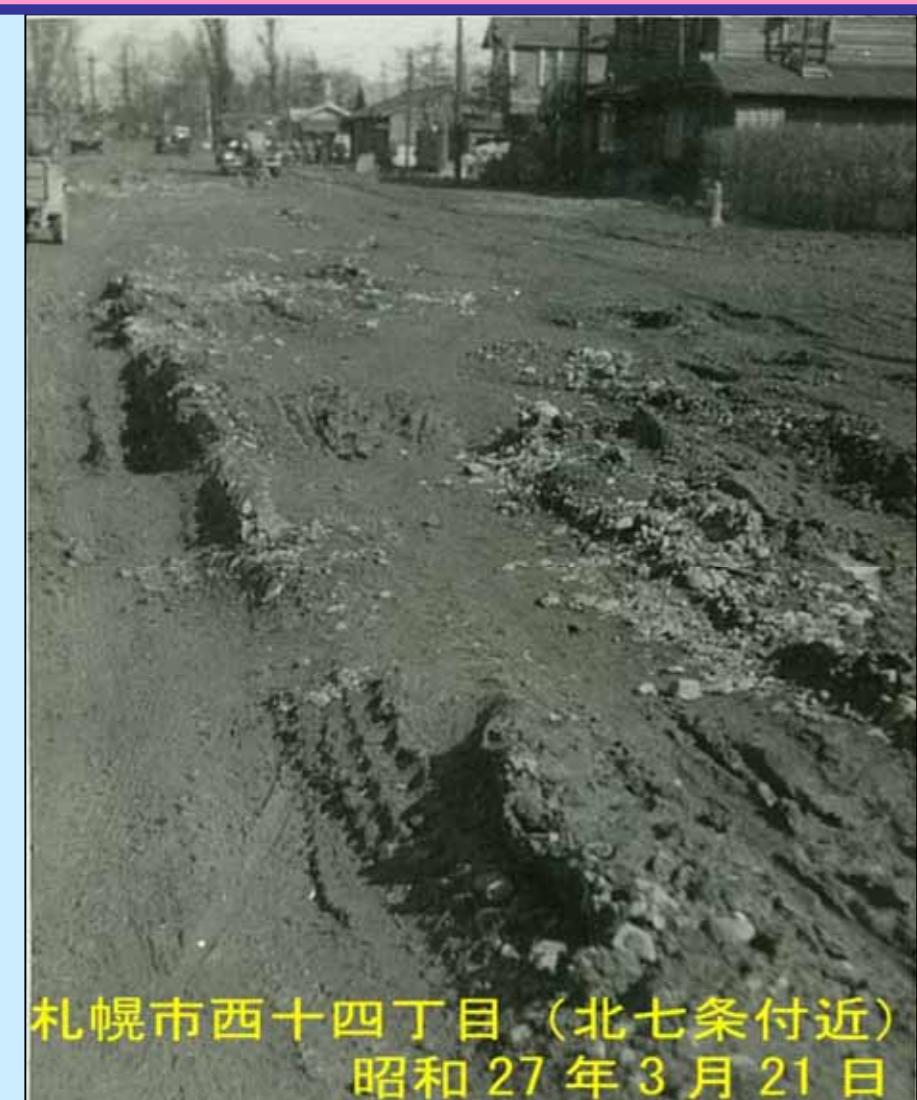
* Prefabricated Vertical Drainの略で、排水材にプラスチックボードを用いる工法は特にプラスチックボードドレン工法といいます。

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)



札幌市西十四丁目（北七条付近）
昭和 27 年 3 月 21 日



釧路市北大通り 昭和 27 年 4 月 22 日



釧路市材木町 昭和 27 年 4 月 23 日

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

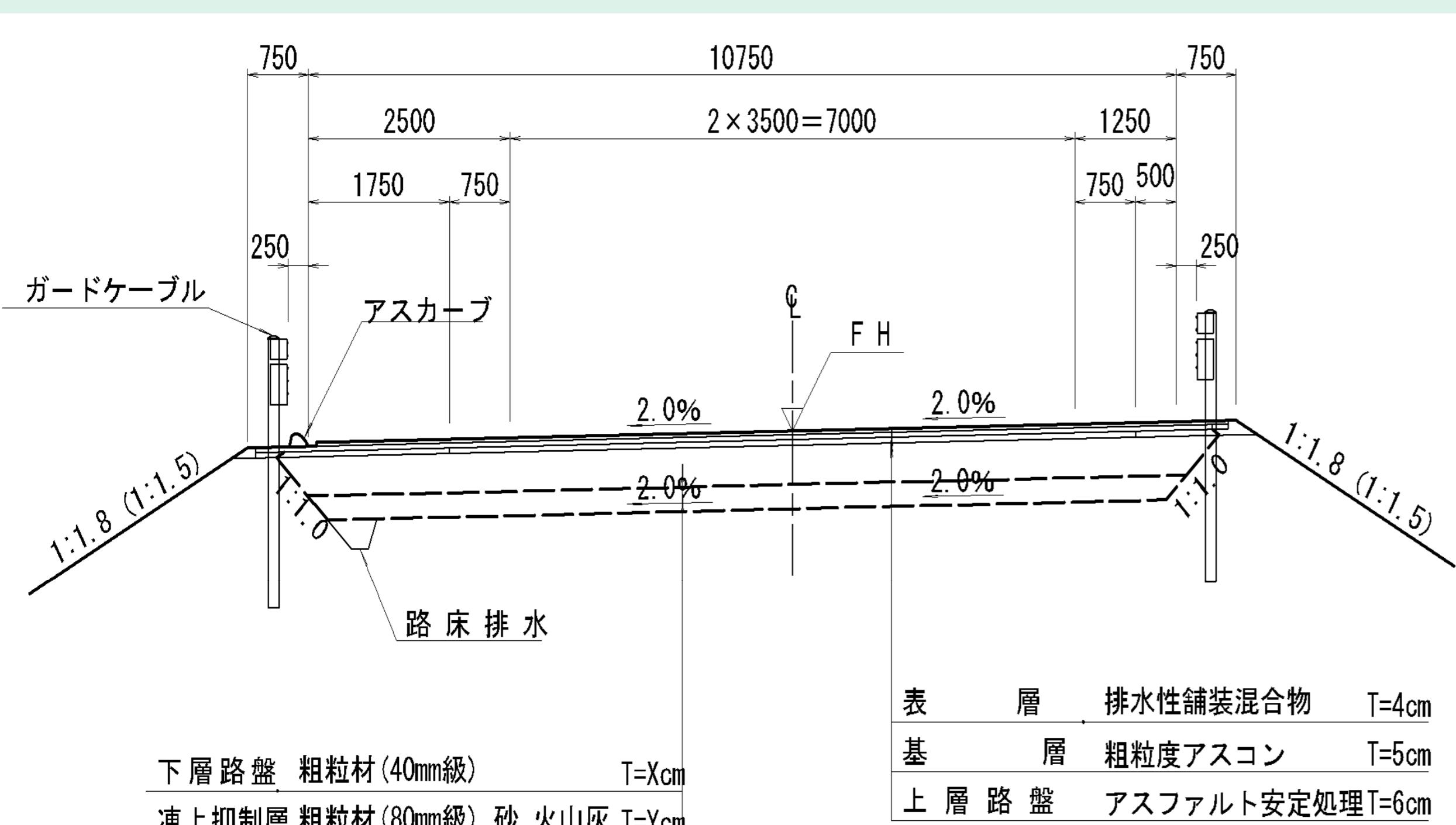
現在でも、凍上現象による不均一な持上がりが舗装面に発生することで様々なクラックが路面や歩道で見ることができます。

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材料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。

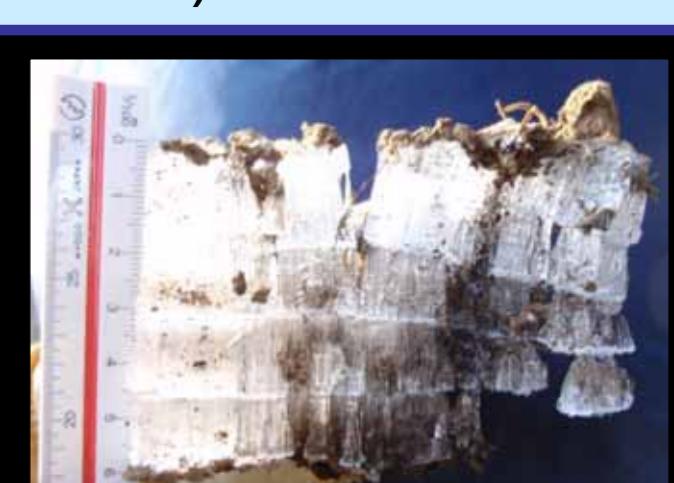
そこを車両が走ると、その重みに耐えられず舗装に亀甲状のクラックができます。ひどくなると路面に土砂が噴出(噴泥)することもあります。



白く光っているのがアイスレンズ

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。



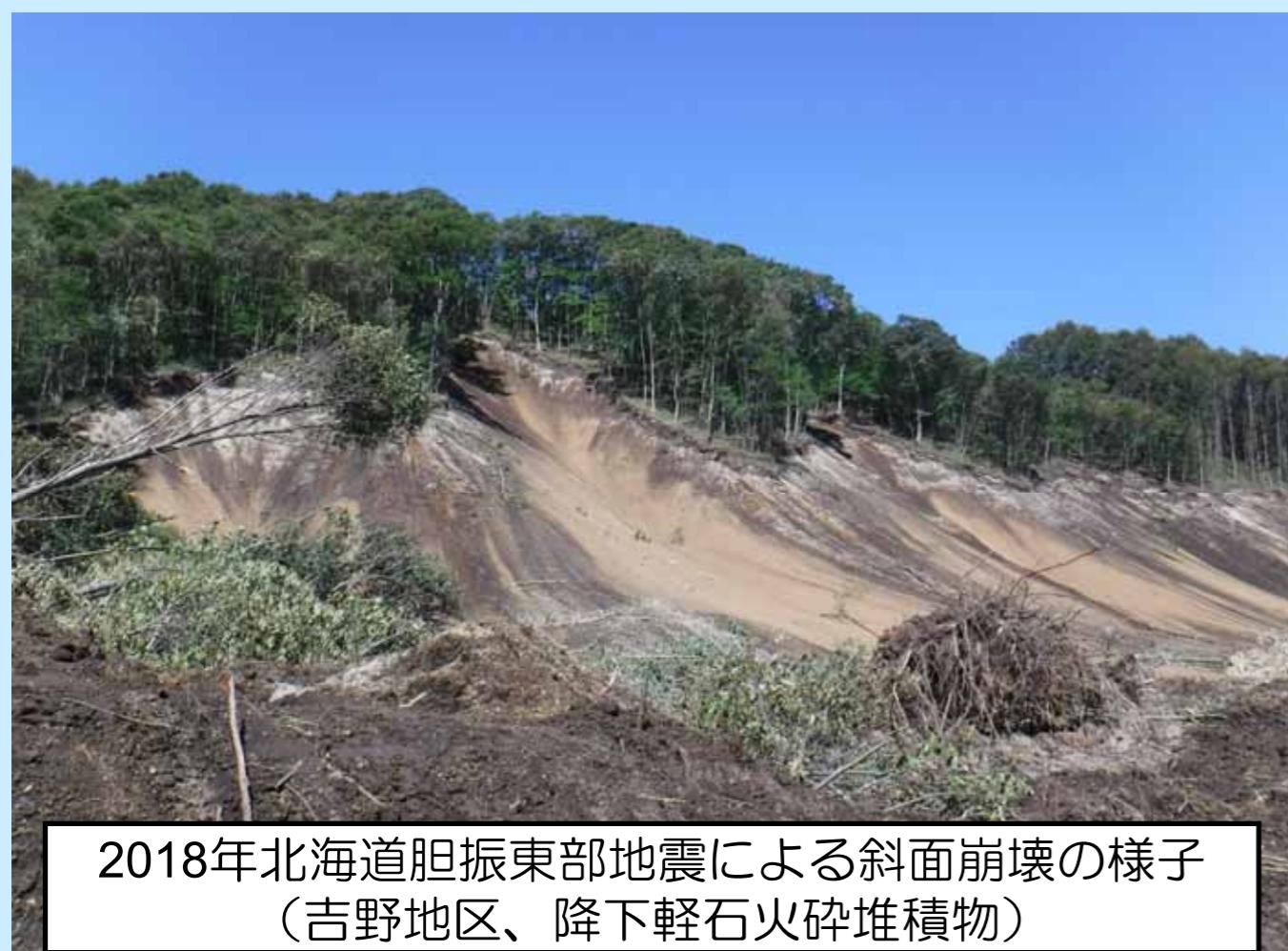
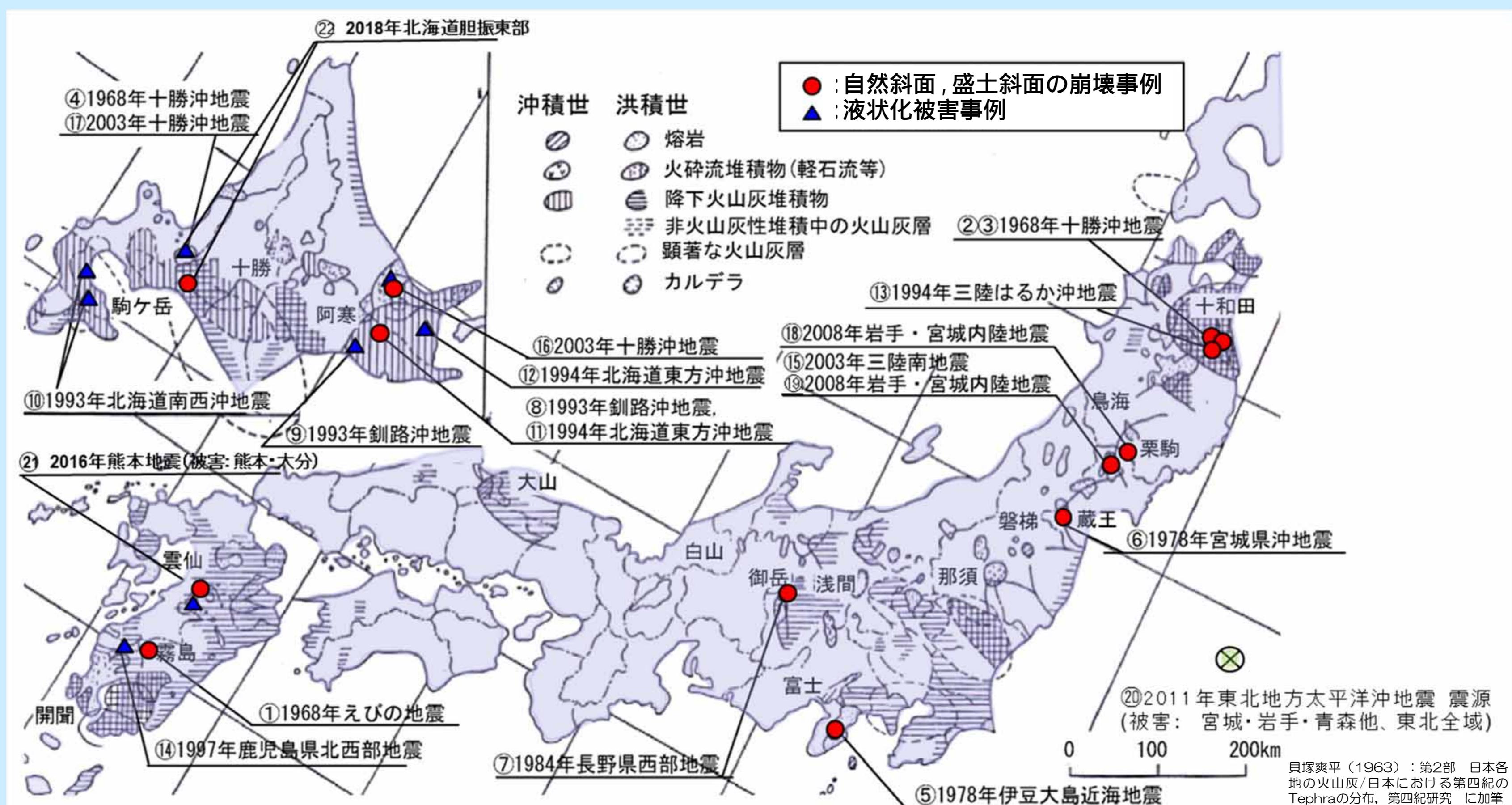
地表面に発生した霜柱と氷の状況

【火山灰分科会】

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-----



2018年北海道胆振東部地震による斜面崩壊の様子
(吉野地区、降下軽石火砕堆積物)



2018年北海道胆振東部地震による丘陵部でのすべり
土塊（道道10号線、降下軽石火砕堆積物）



2018年北海道胆振東部地震による斜面崩壊部の露頭
(日高幌内川上流部、降下軽石火砕堆積物)

----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）----



樽前山、支笏カルデラを起源とする火山灰質土の利用例
(道央自動車道 苫小牧中央インターチェンジ工事)

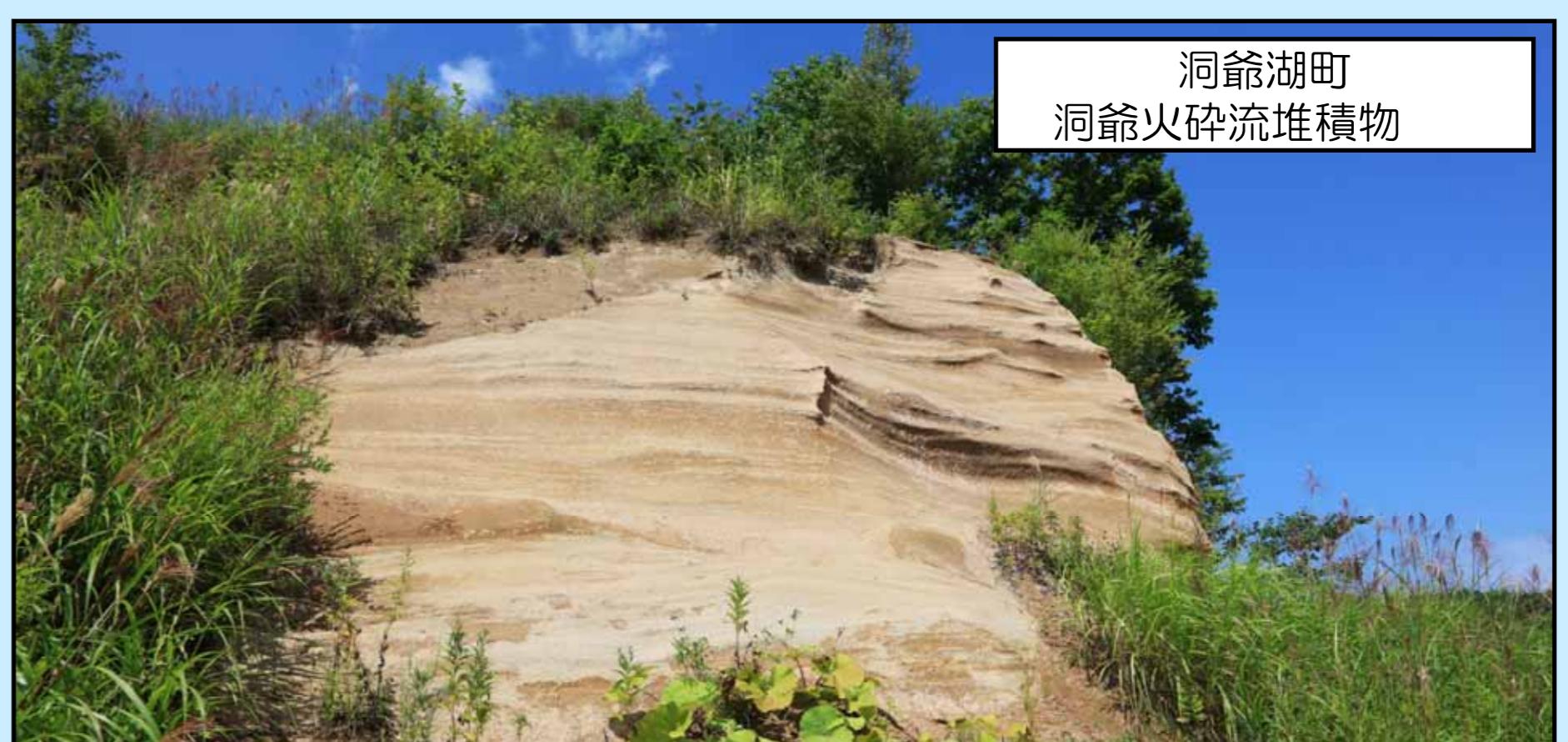


切土部の露頭の様子
(道央自動車道 苫小牧中央インターチェンジ工事)

----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・洞爺湖町）----



登別市虎杖浜海岸
クッタラ火山噴出物



洞爺湖町
洞爺火砕流堆積物

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



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。



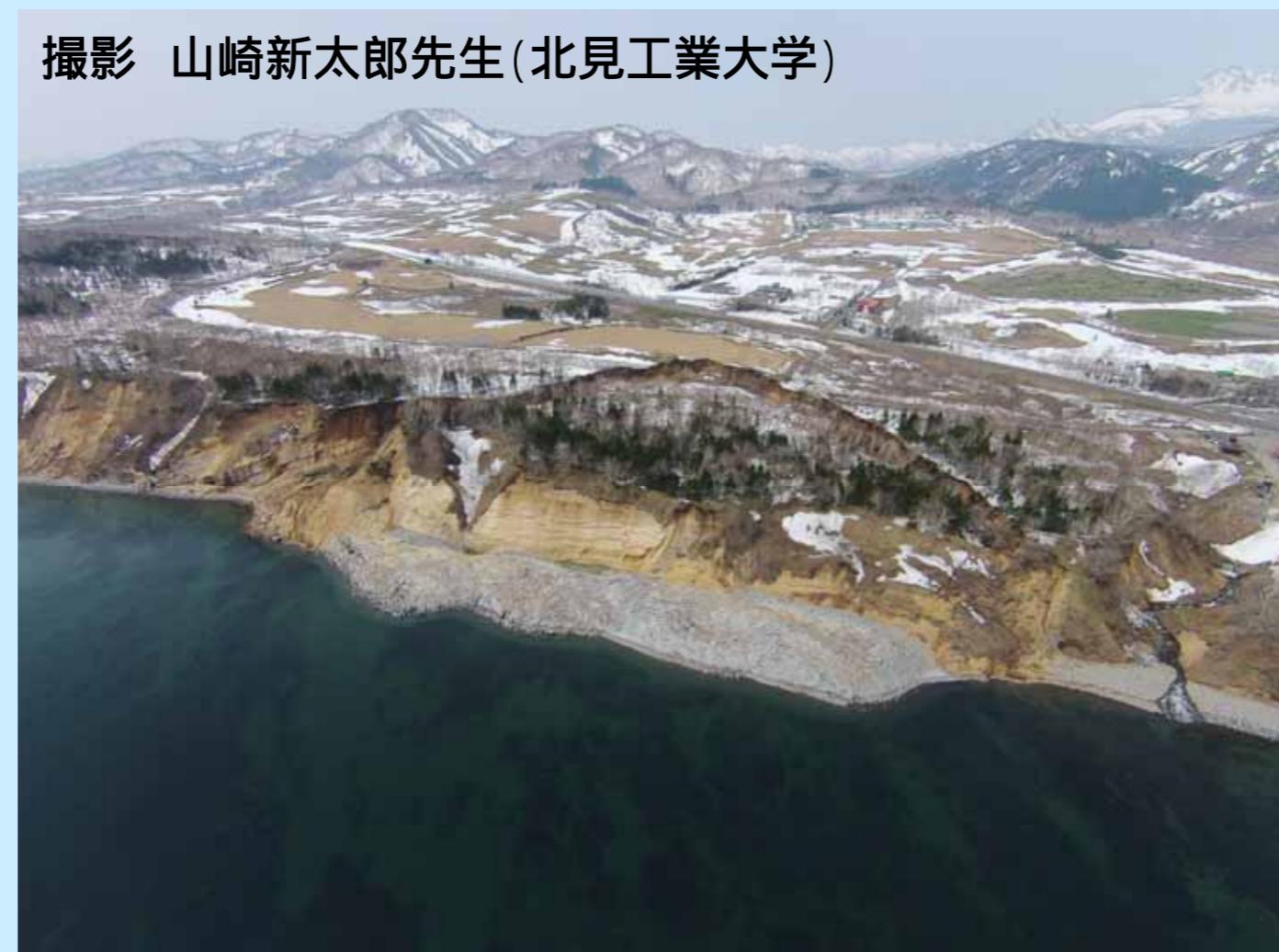
国道230号(中山峠):平成24年5月に発生した盛土崩壊等の様子。



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月の大霖により路面を覆う巨礫等。



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。

大規模地震による災害

2003年十勝沖地震や2018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。



1994年北海道東方沖地震による道路盛土の被害

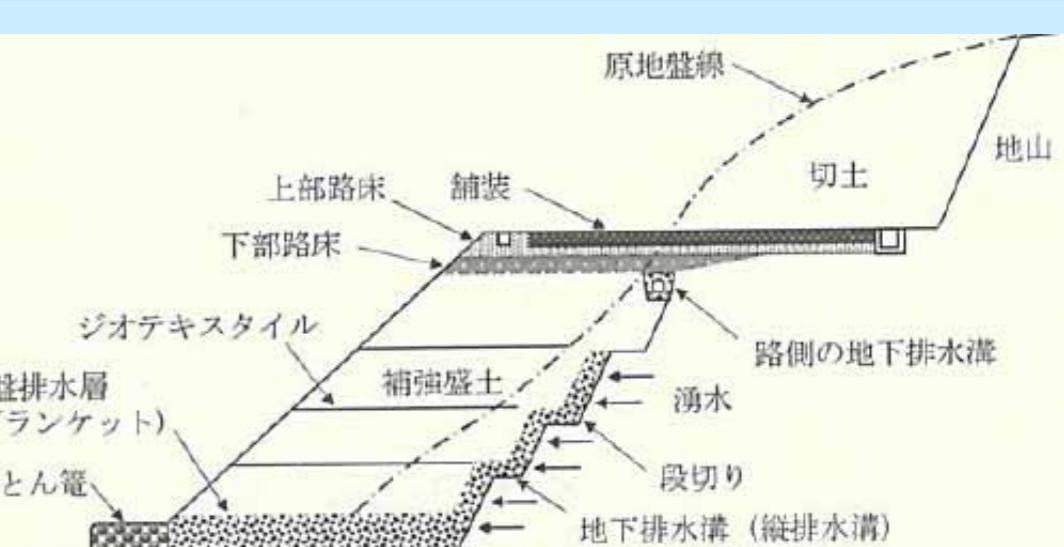


2003年十勝沖地震による河川堤防の被害。なお1993年釧路沖地震で被災した堤防で、強化復旧が行われた堤防は、この地震で被害は生じなかった。



1993年釧路沖地震による道路盛土の被害

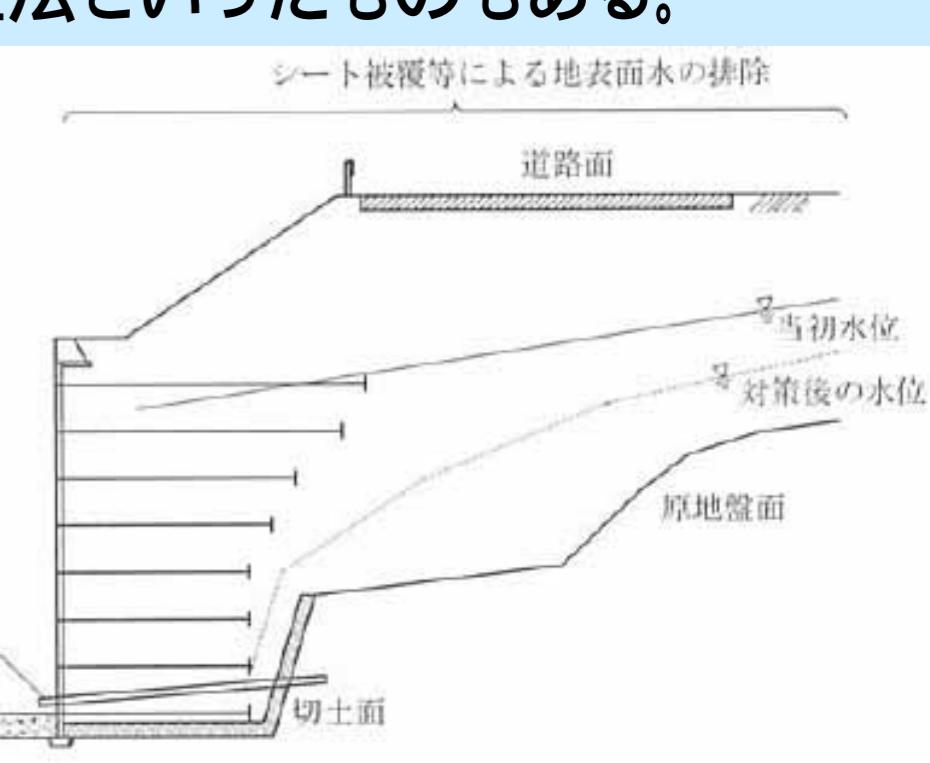
補強された土構造物の例



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。

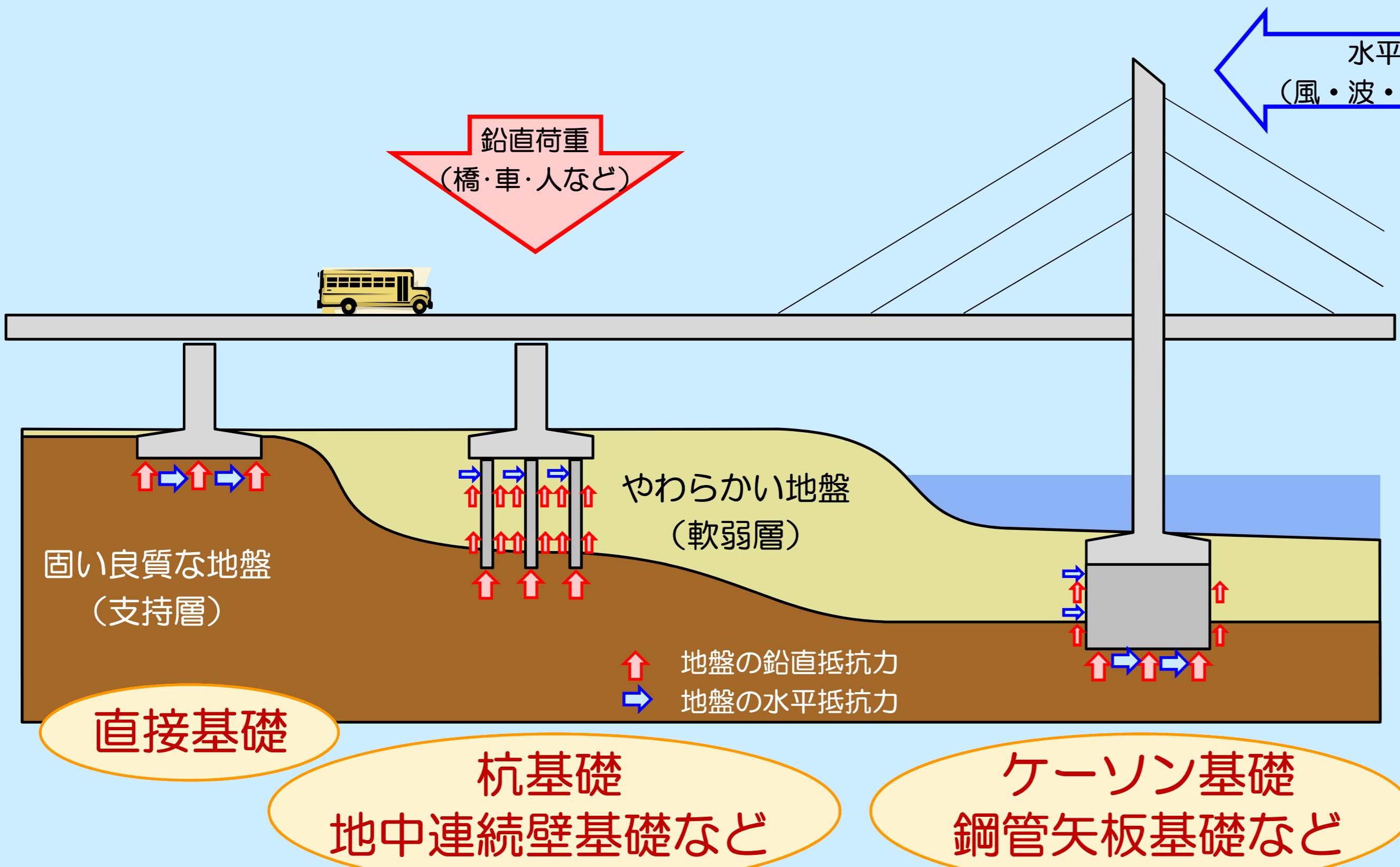


補強土壁工法

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。

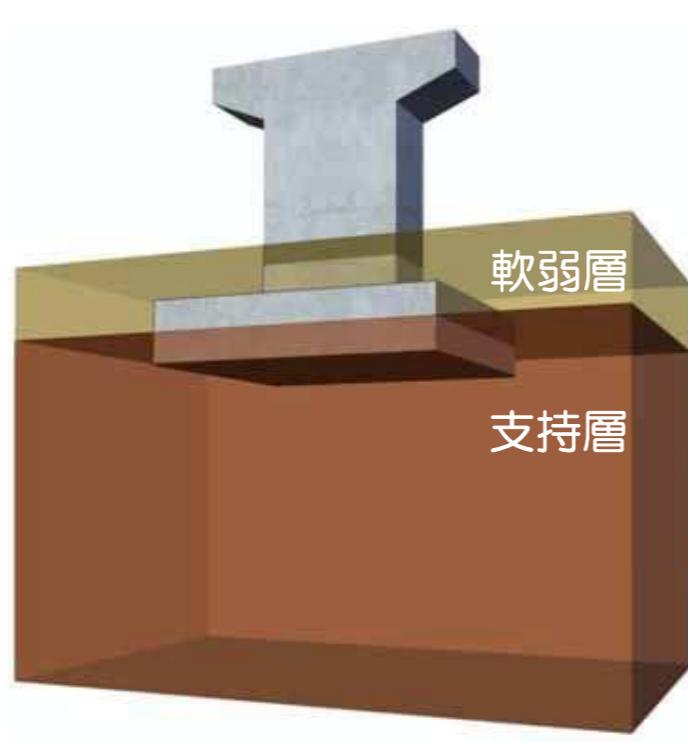
基礎構造物には、地盤の固さ、橋や建物の大きさ、建てられる場所などに合わせて**様々な基礎形式**があります。

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！！』

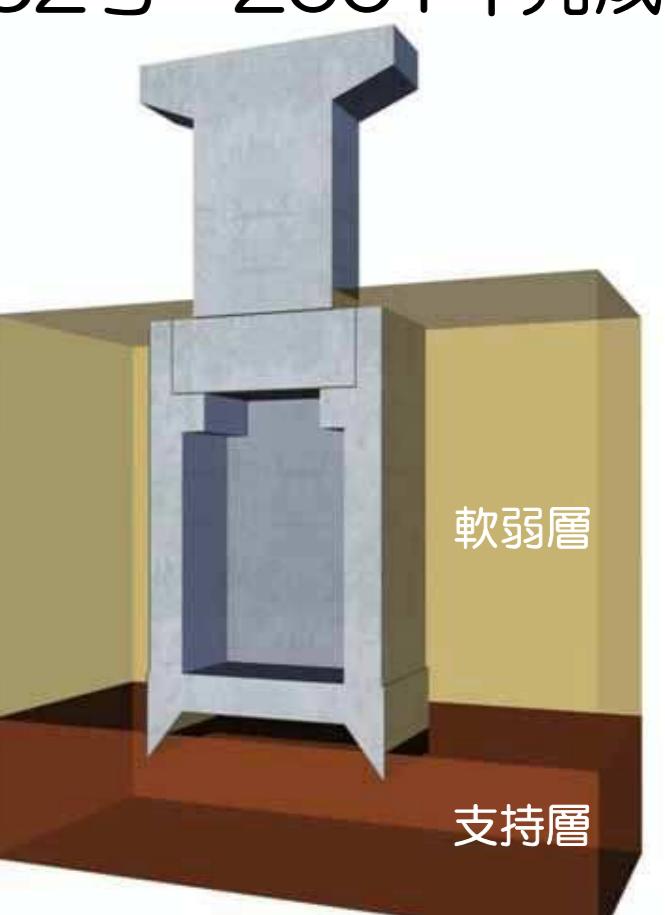
旭橋（旭川市）



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



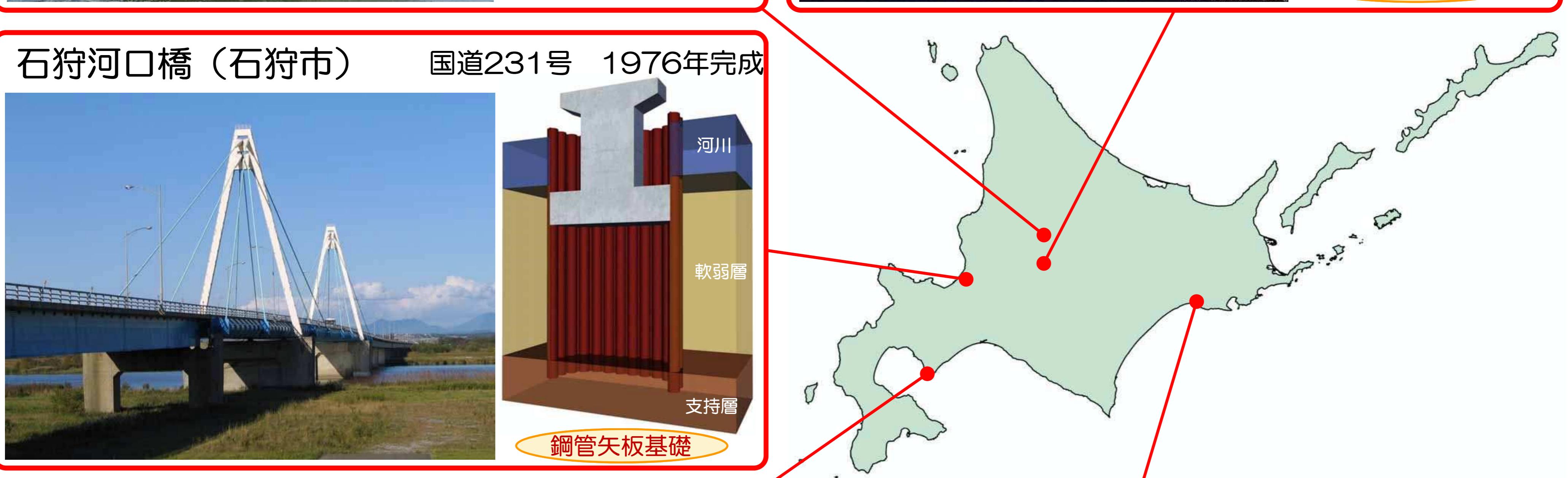
白鳥大橋（室蘭市）



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



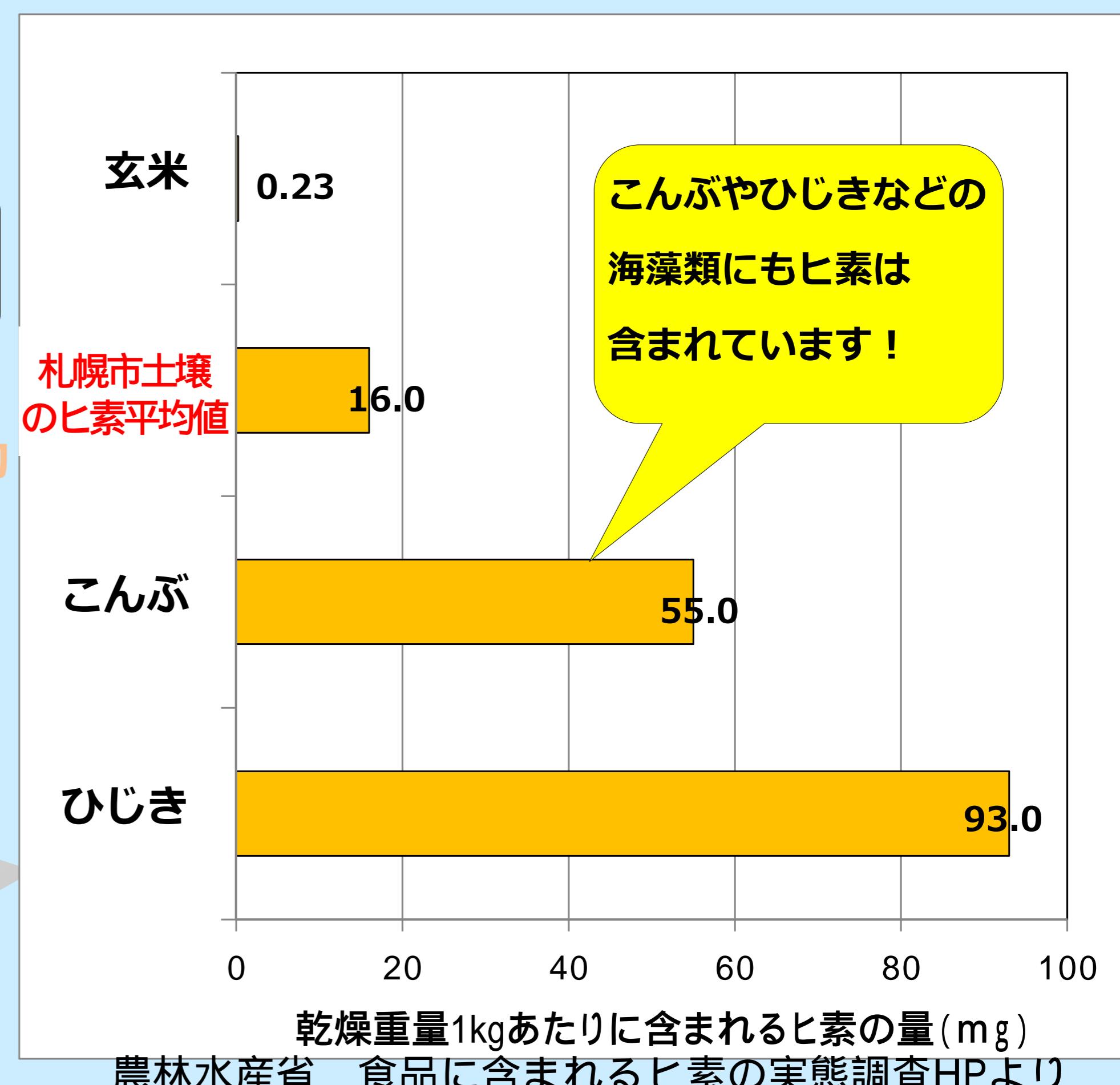
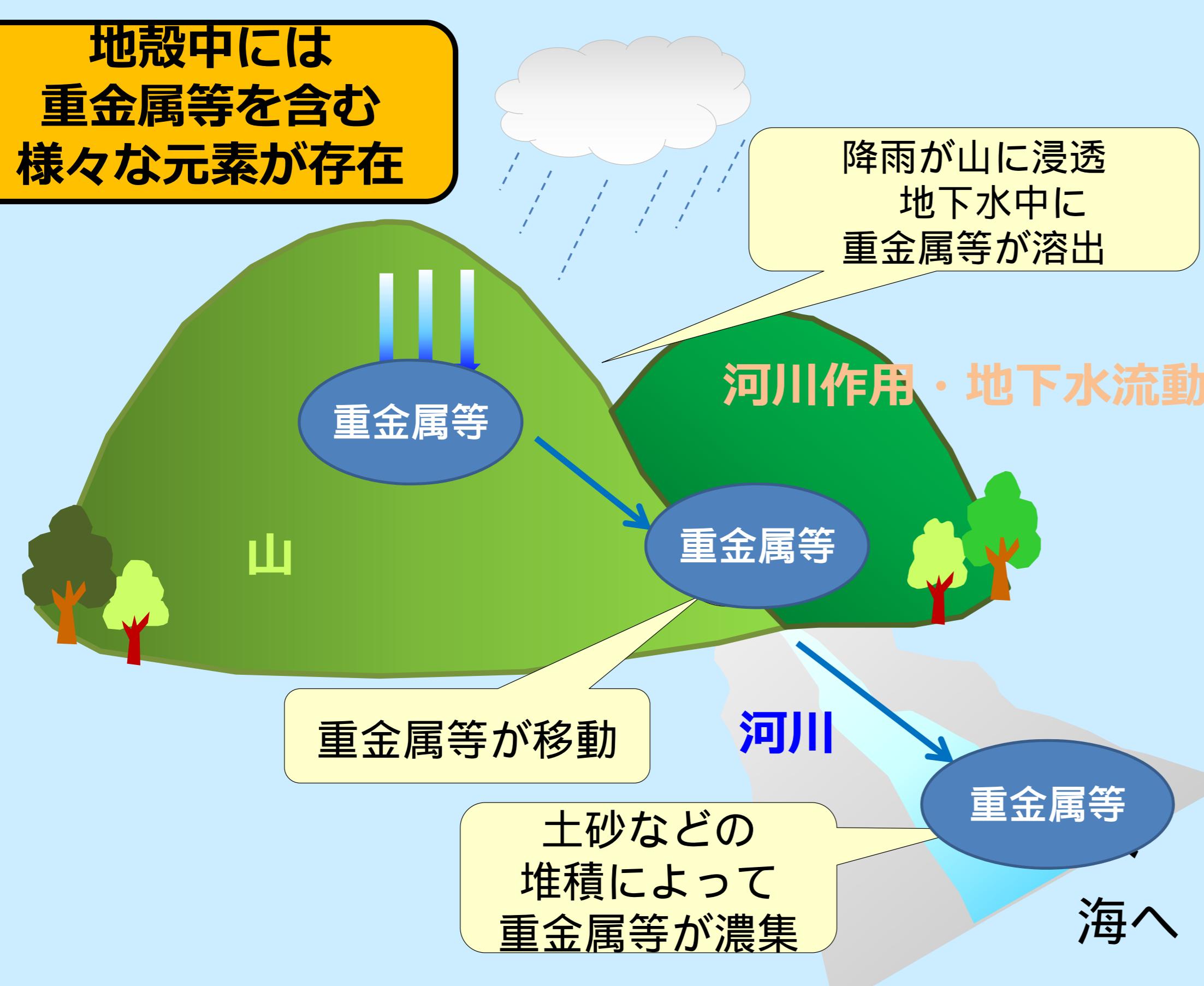
自然由来の重金属のおはなし



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。



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。



土を強くする - 補強土・補強土壁工法 -

●補強土・補強土壁工法 - 盛土補強と地山補強 -

1) 盛土の補強

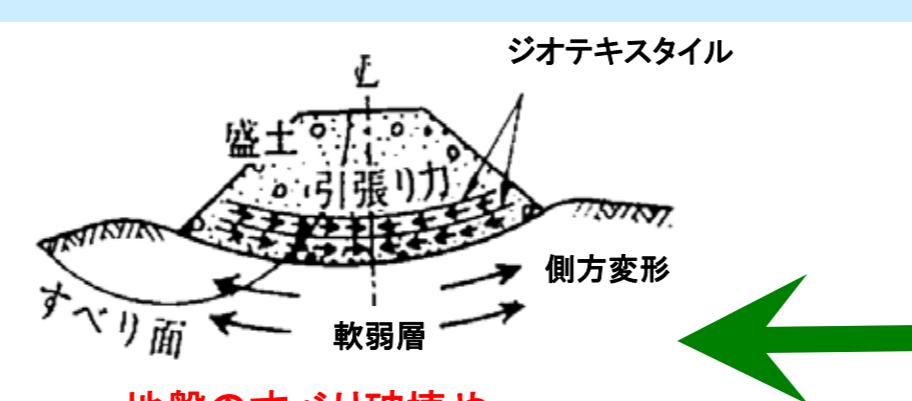
2) 地盤支持力の補強

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

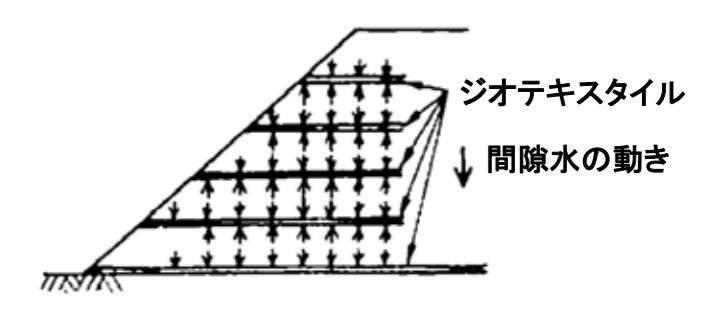
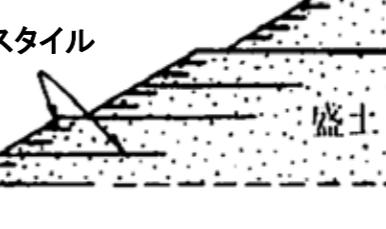
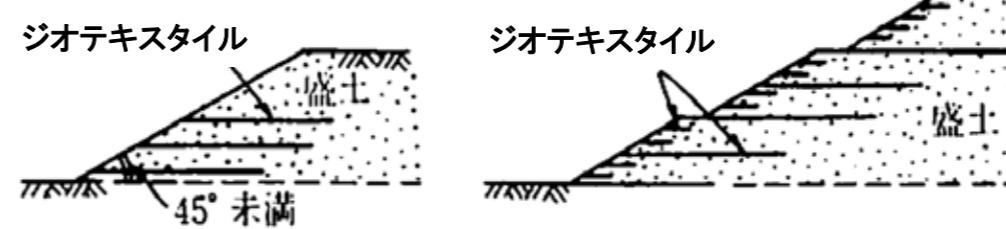
2) 地盤支持力の補強



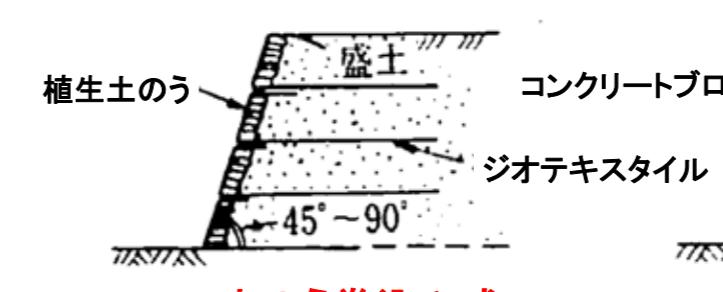
3) 地山の補強

出典: 補強土入門, 地盤工学会, 1999

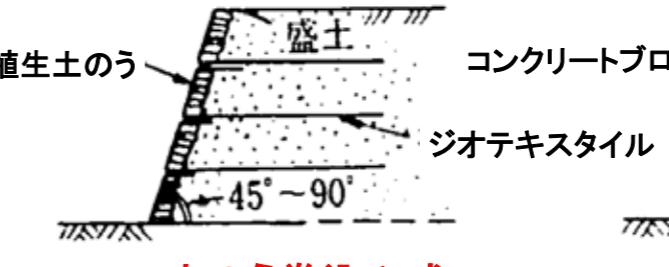
1) 盛土の補強



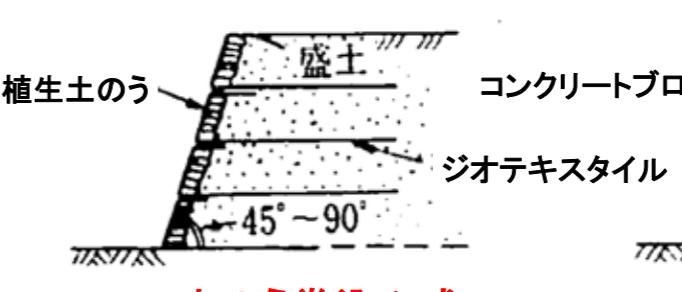
高盛土補強



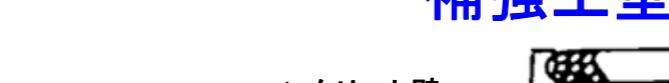
盛土補強



盛土補強



土のう巻込み式



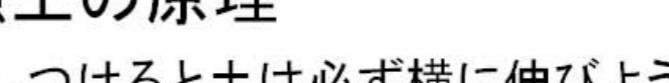
壁面式



補強土壁



剛壁面補強土擁壁



出典: 補強土入門, 地盤工学会, 1999

・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

補強土工法

荷重

橋梁の基礎

補強材(鉄筋)

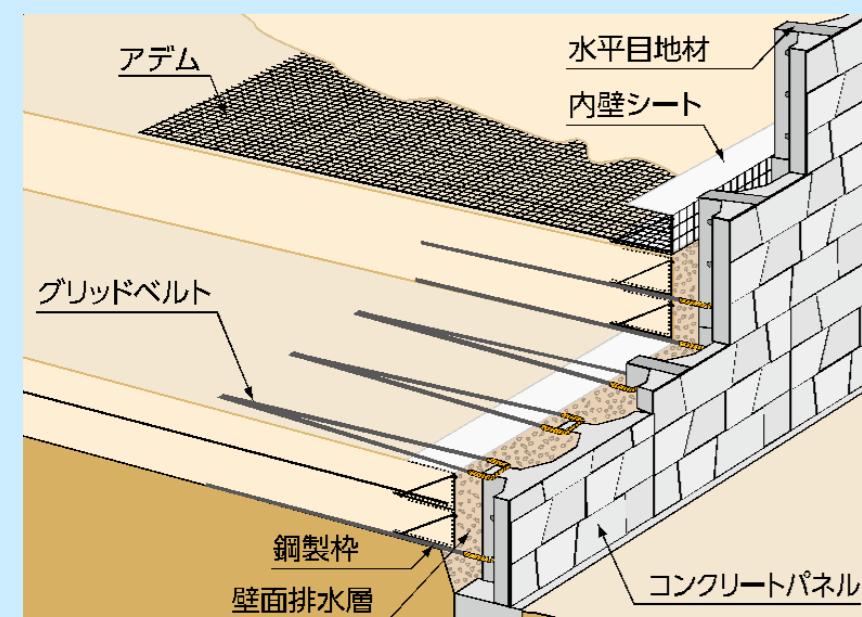
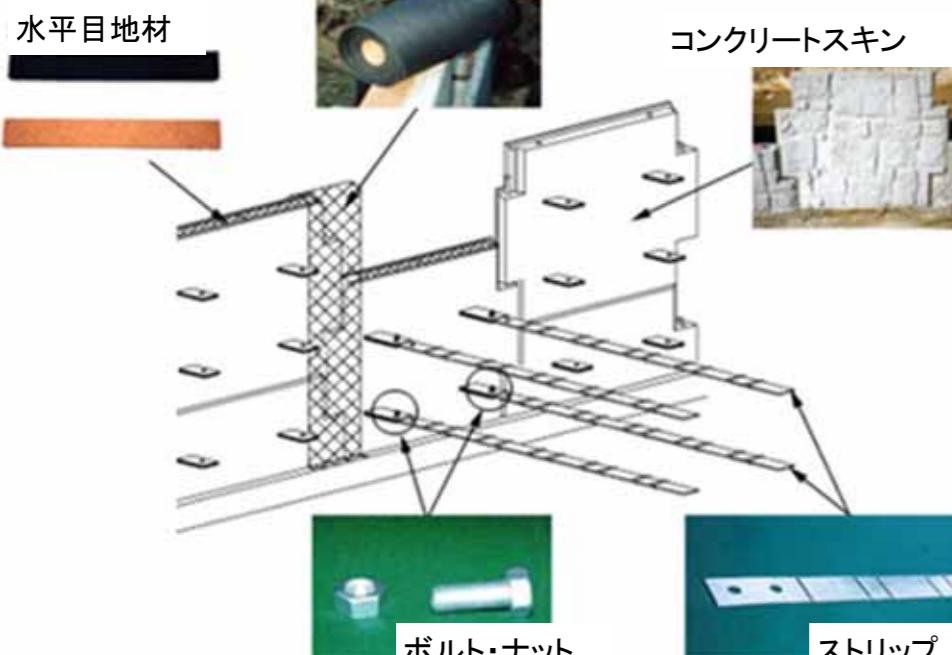
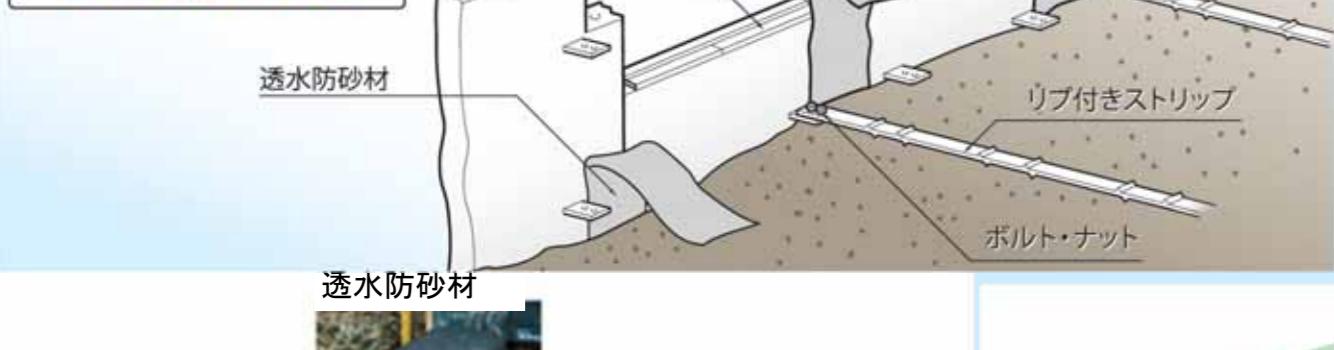
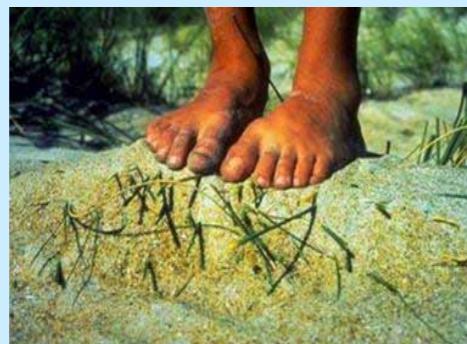
・圧縮強度が大きくなり、土は強くなる

・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

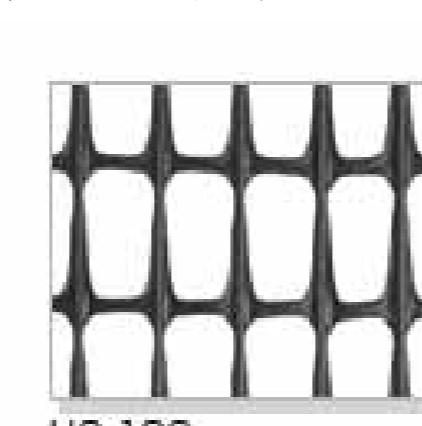
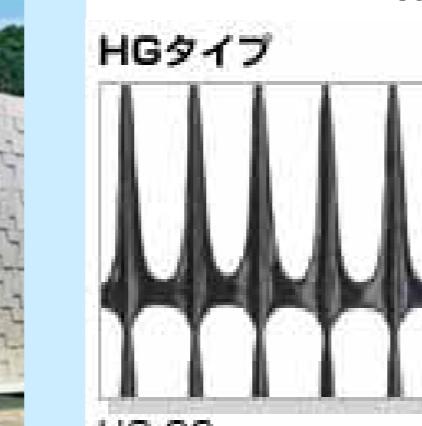
1963年、フランス人H. Vidal (H. ヴィダール) 氏が砂と松葉を組み合わせて砂山を築きながら構想



アデムウォールの特長

- ・外壁と内壁で構成された二重壁構造
- ・補強材に、「アデム」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 アデム

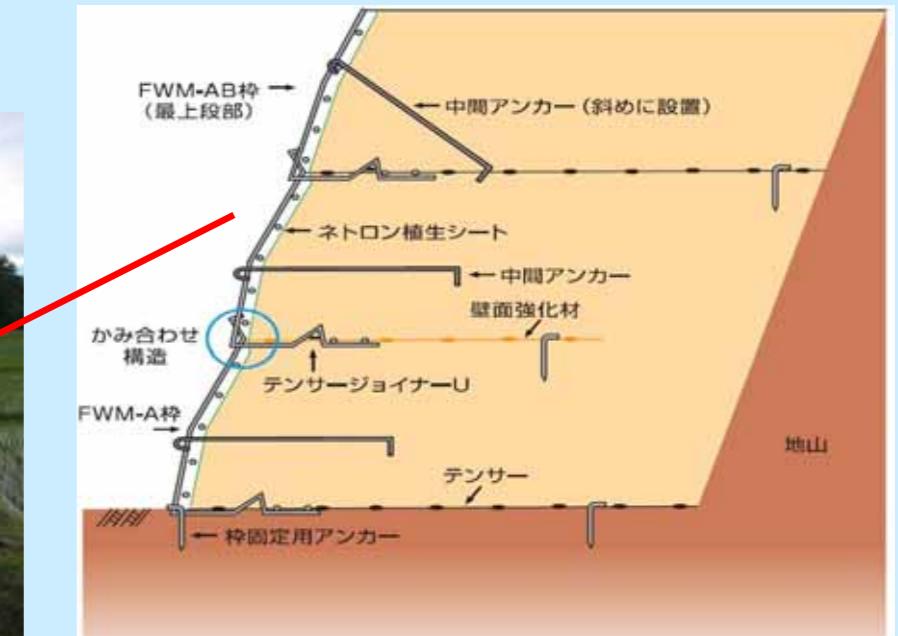


多数アンカーワーク式補強土壁の特長

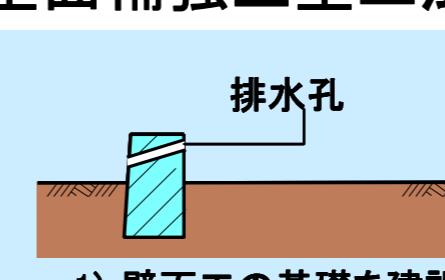
- ① 安定性に優れた補強土壁の構築
- ② 幅広い盛土材を有効に利用
- ③ 壁面調整機能による精度の高い鉛直度
- ④ ロックアンカーワークによる岩盤掘削の低減
- ⑤ 容易な組立作業による工期の短縮
- ⑥ 豊富な施工実績による信頼性
- ⑦ 美しいデザインブロック



テンサー®FWM工法



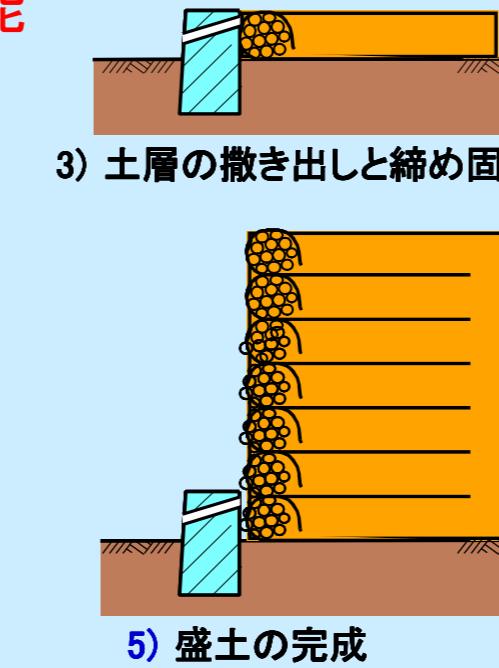
剛壁面補強土壁工法(RRR工法)



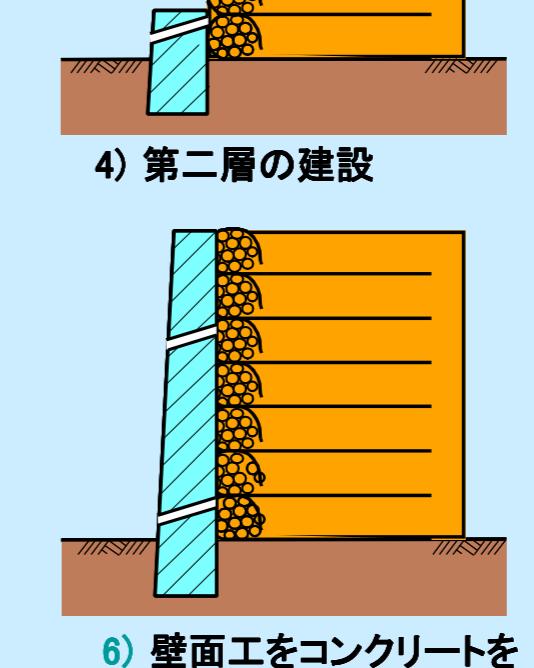
1) 壁面工の基礎を建設



2) 土壌とジオテキスタイルの設置



3) 土層の撒き出しと締め固め



4) 第二層の建設

