

創る(土木編)



トンネルはどうやって造るの？

トンネルは場所や用途、地質などによって造り方が変わります。地表面から掘り下げていく工法や、火薬を爆破させて土を掘り出す工法のほかに、最近では機械で掘る工法、事前に陸上でトンネルユニット（トンネルを箱形に分割したもの）を造り、海中でつなぎ合わせる工法などもあります。

Comment

トンネルは、道路や鉄道、地下鉄だけでなく、水路や上下水道、送電、用水路、共同溝（電線やガス管などが一つのトンネルに共同で入る）など、さまざまな用途があります。また、トンネルを造る場所によって、呼び名も変わります。例えば、都市部で造る場合は「都市トンネル」、山間部の場合は「山岳トンネル」、海の中の場合は「海底トンネル」と言われます。トンネルはこうした用途や場所、地質によって造り方が変わってきます。

トンネルの施工方法は大きく分けて「山岳工法」、「開削工法」、「シールド工法」、「沈埋工法」に分けられます。

・山岳工法

火薬で爆破したり、機械で削ったりして岩や土を掘り出していく工法です。岩や土を掘り出した後、地山（掘削面）にコンクリートを吹き付け、ロックボルトという鉄筋を埋め込んで坑内を補強します。この工法を「NATM（ナトム）」と呼んでいます。

・開削工法

地表面から掘り下げていき、所定の位置にトンネルを造る工法です。オープンカット方式とも呼ばれ、地下駐車場や地下鉄の駅の建設によく使われます。

・シールド工法

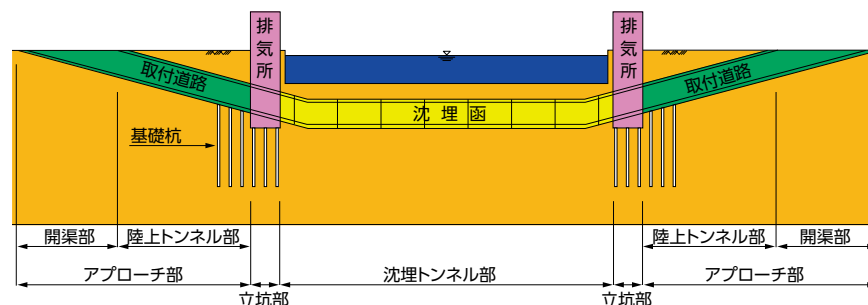
鋼製円筒状の掘削機械（シールドマシン）で土を掘る工法です。掘った部分はセグメントと言われるブロックをつなぎ合わせて円筒状に組み、土が崩落しないようにします。



シールドマシン

・沈埋工法

海底にトンネルを造る際に使われる工法です。陸上で箱型のトンネルユニット（沈埋函）を造り、それを海に浮かべて現地に運び、所定の位置に沈めます。そのユニットを海中でつないでトンネルにします。



沈埋トンネルの概要

提供：日本埋立浚渫協会

Topics

卵かけご飯は縁起が悪い？

トンネル工事は今でこそ安全になりましたが、昔は危険を伴う作業でした。このため、坑内で働く人々は縁起を担いだり、さまざまな儀式を行ったりしました。それが今も風習として一部残っています。例えば「山の女神が嫉妬するから坑内には女性を入れない」「山が崩れるのを連想するため卵かけご飯を食べない」などです。いまはトンネル坑内に女性も入れますが、昔は相撲の土俵と同じように女人禁制だったのです。



トンネルの坑内

question 18

トンネルは、なぜアーチ型をしているの？ なぜ崩れないの？

物体の中で最も丈夫な構造は球体、です。トンネルは地中を掘って造るため、周囲から土や水の圧力がかかります。トンネルがアーチ型をしているのは、この丈夫な球体の原理を利用して、周囲からの力に耐えるためです。

Comment

トンネルは本来、まん丸の形が一番強い構造となります。導水路やガス管などのトンネルは円筒状でも構いませんが、自動車や鉄道などのトンネルを円筒状にすると、道路や線路の下の部分、天井部分に無駄な空間ができ、トンネルの断面も大きくなります。このため、なるべく円形に近く、底の部分が平らな状態となる「馬蹄形」で掘られることが多いのです。

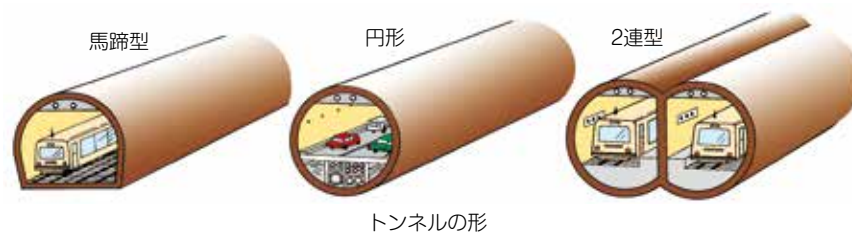
もちろん、用途や目的に合わせて完全な円形で掘られることもあります。都市部で採用されているシールド工法は、ほとんどが丸い筒状のシールドマシンで円形状に掘っていきます。



山岳トンネルの坑口。土砂を排出するコンベアと換気のための換気管が坑内から出ています。



山岳トンネルの掘削状況。掘削している先端部分は「切羽」(きりは)と呼ばれています。

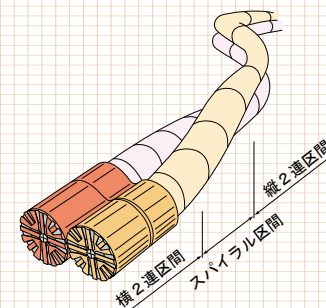


トンネルの形

Topics

シールドマシンってなに？

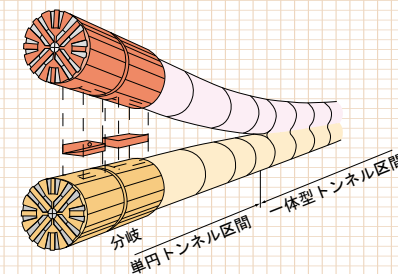
都市部に造るトンネルは、火薬を使う山岳工法では施工できないため、シールド工法が採用されるケースが多くなっています。そのシールド工法にはいろいろな形式があります。2連型や3連型、縦・横方向に掘り進めるものや、途中で断面の大きさを変えるものなど、さまざまな技術が開発されています。シールド工法は世界的に見ても日本の建設会社がトップレベルの技術を保有しています。



横(縦)並列から縦(横)並列へ連続移行



東京都発注の下水道工事で使われたH&Vシールドマシン。



分岐トンネルの構築

H & Vシールド工法は、2連式のシールドマシンを横(縦)並列から縦(横)並列に連続移行できるほか、途中で分岐することもできます。

写真・図提供：シールド工法技術協会

19 question

トンネルは両側から掘っていき、 どうやってうまくドッキングさせるの？

トンネルを掘り進む時、測量によって掘り進む方向や高低差、距離などを正確に測定しています。測量によってトンネルの奥に向かって基準となる定点を定め、定点に合わせて両側から掘り進み、トンネルをドッキングさせます。今はこうしたトンネル位置データは電子化され、精度が高まっています。

Comment

トンネルを掘る時には、さまざまな測量が行われます。掘り進む方向や角度を三角測量という方法で測定し、高低差を測る水準測量で高さのチェックを行います。これらは基本測量と呼ばれます。

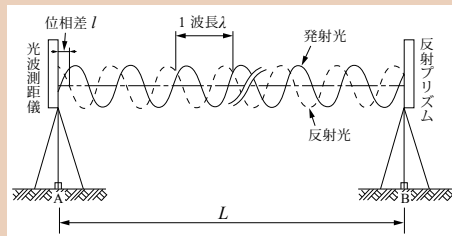
基本測量で掘る方向が決まれば、あとは坑内測量に移ります。坑内測量はトンネルの奥に向かって基準となる定点を定め、カーブ区間では計算された角度に沿って、

分かるかなあ! 光波測定器(光波測距儀)の原理

測りたい位置に反射プリズムを置き、測距儀から光波を発振し、それが反射して測距儀に戻ってきた光波を感知し、発振した回数から距離を測定します。その計算式は以下の通りです。

L: 測点間の距離 λ: 波長
n: 往復の波の数 l: 位相差

$$L = \frac{1}{2} (n\lambda + l)$$



光波測距儀

さらに先の点を求めながら掘り進みます。坑内測量は基本測量に比べ精度は落ちますが、1kmのトンネルなら数10cm以内の誤差で貫通できます。でも、距離が長くなるほど誤差が広がるため、測量を何度も繰り返しながら誤差を縮めています。

海底部分が22kmある青函トンネル(本州と北海道を結ぶトンネル、1983年貫通)の貫通精度は縦20cm、横60cmと言われていますが、それには数百回に及ぶ坑内測量が行われました。こうした綿密な測量の繰り返しが両側から掘り進めたトンネルのドッキングを可能にしているのです。

最近、車のナビゲーションなどに利用されているGPS(全地球測位システム=人工衛星からの電波を受信して地上の位置を知る)も測量に使われ、距離の測定に威力を発揮しています。また、光波測定器などにはマイコンやオペレーティングシステムを搭載した「トータルステーション(TS)」と呼ばれるものもあります。TSは遠隔操作による無人測量や計測した測点を記憶して各種の測量計算、パソコンへのデータ送信なども可能で、近年急激に普及しています。

Topics

日本一短い私鉄「青函トンネル竜飛斜坑線」

北海道と青森県を結ぶ青函トンネルは、いろんな記録を持っています。長さは53.85kmで鉄道トンネルでは世界一です。このうち海底区間は23.30kmで、海底区間の長さではイギリスとフランスを結ぶユーロトンネル(37.90km)に次いで第2位の長さを誇ります。また、青函トンネル内にある吉岡海底駅は世界初の海底駅で、日本で最も低い位置にある駅です。青函トンネル記念館にある「青函トンネル竜飛斜坑線(長さ778m)」は日本一短い私鉄です。ケーブルカーがわずか8分で海底下140mのところにある海底坑道まで連れて行ってくれます。



青函トンネル竜飛斜坑線

橋の形式はどうやって決めるの？

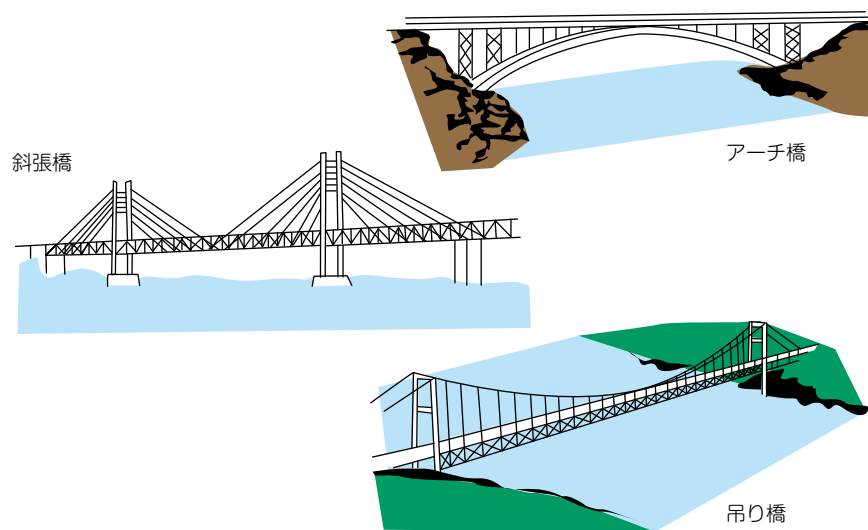
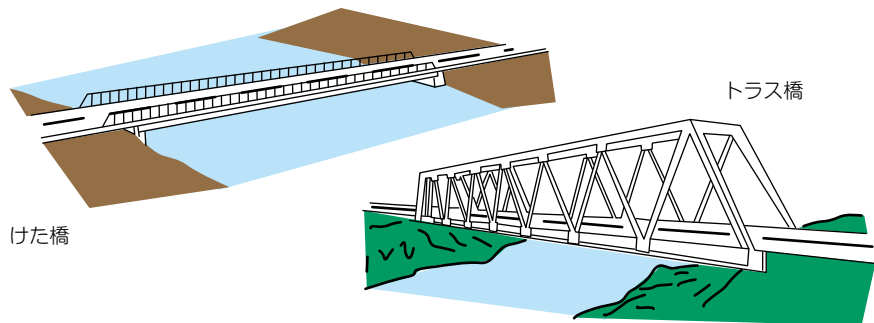
橋の形式を決める条件は、まず安全であること、次に経済的であること、景観に優れていること、地形や地質に十分適合していることなどが挙げられます。橋は街のモニュメントとなることも多く、最近では景観を重視した形式が選定されるケースが増えています。

Comment

橋の形式を決める際、通常いくつもの形式案を作成し、その中から安全性（強度）や経済性、景観などを比較、検討します。橋の形式だけでなく、鋼製の橋にするのか、コンクリート製の橋にするのかなどさまざま視点で検討が行われます。最終的な決定者は、橋の工事を発注し、完成後の維持管理を行う国土交通省や都道府県、市町村、鉄道事業者、高速道路会社などです。

形式が決まれば、建設コンサルタント会社や橋梁を建設する橋梁会社、ゼネコンなどが設計や施工を行います。設計には構造的な強度を確認するため、膨大な構造計算が行われます。昔は構造計算に多くの時間が必要となっていました。コンピューターの発達により、構造計算も楽になりました。

橋の分類方法は種々ありますが、ここでは構造形式別の代表例を紹介します。



Topics

東京ゲートブリッジは恐竜が向き合うような形だ！

東京港に架かる東京ゲートブリッジは、近くに羽田空港があり、航空機の飛行ルートとなっているため、橋の高さ制限(98.1m以下)がかけられています。一方、橋が東京東航路をまたぐため、大型船舶が航行できるように海面から橋桁まで一定の高さ(54.6m)が必要になります。このため、恐竜が向き合ったような格好をした橋が建設されました。



東京ゲートブリッジ 提供：国土交通省関東地方整備局
東京東航路(第三航路)をまたぎ、江東区若洲と中央防波堤外側埋立地を結ぶ橋梁。全長は2,618m(陸上アプローチ部含む)。最大支間は440m。海上をまたぐ区間の長さが1,618mにも及び、これは横浜ベイブリッジの約2倍に当たる。形式はトラス橋。建設期間は2004~2012年。総事業費は1,125億円。

21 question

どのくらいの長さまで橋を架けることができるの?



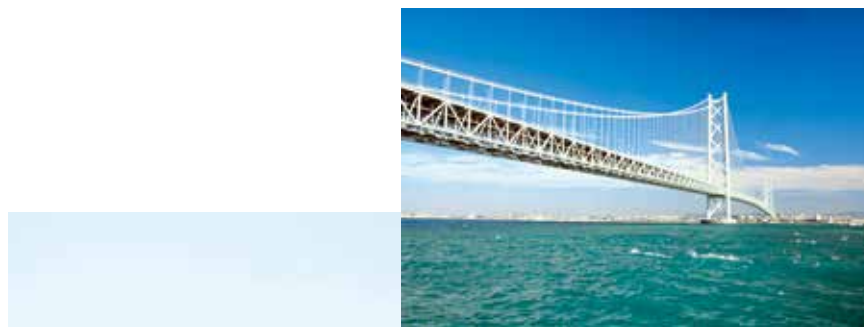
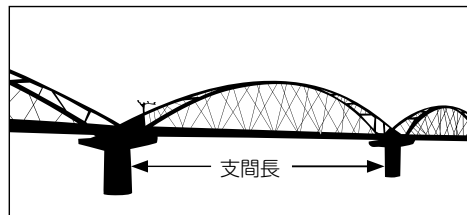
鉄道や高速道路でよく見る「高架橋」であれば、極端に言えば長さの制限はありません。現在、世界で最も長い橋は中国の鉄道高架橋「丹陽-昆山特大橋」で、全長は164.8kmもあります。ただ、橋にはさまざまな形式があり、それぞれの形式に世界一が存在します。日本にもいくつか「世界一長い橋」があります。

Comment

みなさんが想像するような構造の橋は紀元前からあり、地域と地域を結ぶ橋は、各国にとって自らの領土を広げ、交易によって国を豊かにするために不可欠なものでした。そして、「いかに長い橋を建設するか」は橋の技術者にとって長年のテーマの一つでもありました。

「橋の長さ」は、自動車や徒歩で移動する際に実感する橋の始まりから終わりまでだと思いますが、技術者にとって一番気にするのは、橋脚（橋を支える柱）から橋脚までの延長を示す「支間長」です。技術的に難しいのはこの支間長が長い橋です。高架橋の支間長は長くても数十mですが、吊り橋だと1,000mを超えるケースがいくつもあります。支間長が世界で最も長いのは1998年に完成した日本の吊り橋「明石海峡大橋」（支間長1,991m）です。

静岡県にある「^{ほうらい}蓬萊橋」は延長897mですが、「世界一の長さを誇る木造歩道橋」としてギネス登録されています。瀬戸内海に架かる「多々羅大橋」は最近まで世界一の長さの斜張橋（塔から斜めに張ったケーブルを橋桁につないで支えている橋）でした。



明石海峡大橋



蓬萊橋

Topics

大江戸・日本橋に青空を

川の真上に造った橋を撤去して、代わりに地下に道路を造り、河川周辺の景観を良くしようという構想があります。舞台は東京都心の日本橋です。1964年の東京オリンピック開催に間に合わせようと日本橋川と日本橋の上に首都高速道路の高架橋が大急ぎで建設されました。利便性は高まりましたが、高架橋で川が覆われてしまいました。そこで、地元の人々が中心となって「日本橋に青空を取り戻そう」という活動が進められています。構想は夢のある話ですが費用が莫大になるため、実現はしていません。ただ高架橋も老朽化が進んでおり、近い将来本当に工事が行われるかもしれません。



現在の日本橋



日本橋再生計画のイメージ図
出典：日本橋地域ルネッサンス100年計画委員会

22 question

Q ダムの形式はどんな種類があって、 どうやって造るの？

△ ダムの形式はたくさんありますが、大きく分けるとコンクリートで造る「コンクリートダム」と、岩石や土で造る「フィルダム」になります。まず川の流れを切り替え、その後ダムの底から弱い地盤を撤去して、固い地盤の上にダム本体（堤体）を築き上げます。

Comment

国内で最も多いのは「重力式コンクリートダム」と呼ばれる形式です。重力式とは、コンクリートでできたダム自身の重さで貯めている水の圧力を支えることです。「アーチ式コンクリートダム」という形式もあり、ダム堤体が薄くアーチ状になっているダムのことで、ダム両側の岩盤で水圧を支えます。

フィルダムのうち、主に岩石を積み上げて造るダムを「ロックフィルダム」と呼びます。一方、土や粘土を盛り立てた「アースダム」もフィルダムの一つです。アースダムは最も古くからある形式です。



カナダにあるダニエル・ジョンソンダム。「バットレス」と呼ばれる形式で、美しいダムとして世界的に知られている。
© 2012 lmgur, LLC

ダムは非常に巨大なものです。広い場所を隅々まで均一に、そして高い精度で速く施工するために、最近では情報通信（ICT）技術が導入されています。この施工方法は「情報化施工」と呼ばれ、建設機械を自動制御したり、作業後の出来形チェックを不要にしたりすることができ、工事の効率が飛躍的に高まります。



日本初の重力式コンクリートダム「布引五本松ダム」(1900年竣工/神戸市)。



日本一の高さ(186m)を誇るアーチ式コンクリートダム「黒部ダム」(富山県)。

Topics

岩石で造るダムは水がしみ出ないの？

「ロックフィルダム」は岩石を積み上げて造ると紹介しましたが、岩石の間にはすき間があり、そのままでは水が漏れてしまいます。そこでダム断面の中央に水を堰き止める「コア」と呼ばれる粘土質の不透水層を設けています。ダム堤体の表面(上流側)をアスファルトやコンクリートなどで舗装して水の侵入を防ぐ方法もあります。もし、ロックフィルダムを訪れる機会があれば、どの方法で水を遮断しているか確かめてみましょう。



岐阜県にある徳山ダム。総貯水容量・堤体積で国内最大のロックフィルダム。岩石の内側にある土によって水を堰き止めている。

提供: 水資源機構徳山ダム管理所

question 23

ダムは、なぜ環境を破壊すると言われているの？

巨大なダムが建設されることが多い川の上流は自然豊かな山間部であり、その一部が水没してしまうことが大きな理由の一つです。川の流れ方が変わり、魚にとって住みにくい環境になることもあります。ただ、最近は自然環境に十分配慮して建設計画が作られることが一般的です。

Comment

ダムは、河川流域の洪水を未然に防ぎ、人々の生命と財産を守る「治水」と、慢性的な水不足に苦しんできた人々を救うため、川の水を貯めておく「利水」など、さまざまな役割を持っています。ただ、建設する場所は、山の中になるため、自然の姿を変えざるを得ないのも事実です。水害が減り、水不足が解消されるに連れ、次第にダムの環境問題がクローズアップされてきました。



洪水の被害から人々を守るのがダムの役割

その反省から、ダムを計画する際は自然環境への影響をできるだけ減らし、自然を復元する方法が採られています。専門家の指導を得ながら事前の調査、将来予測、対応策の検討などを行っています。法律で定められた「環境影響評価」（環境アセスメント）制度で、生態系への影響を調査し、その対策を講じることで、初めて工事を始められる仕組みになっています。

川にすむ魚の大半は、日常的に川を上ったり下ったりして生活しています。こうした川魚にとって、ダムは障害物になりかねません。このため、ダムの脇に水路や特別な装置を設けて、魚が自由に移動できる通り道が整備されています。これが「魚道」と言われるものです。

北海道の^{さまに}ダムはダム建設後に階段式の魚道が整備されました。魚道の延長は288m、落差は22m。この魚の通路はアメマスやサクラマス、サケなどが勢いよく上っているそうです。



^{さまに}ダムと階段式魚道。魚道の途中に階段を上っていく魚が見られる窓が設けられている。
提供：水資源環境センター

Topics

君も「ダムカード」を集めないか！

ダムの美しさや迫力に魅せられ、全国各地のダムを回り、写真を撮影する「ダムマニア」たち。男性が多そうなイメージですが、女性のダムマニアも少なくありません。最近、ダムの写真が掲載された「ダムカード」を集めるため、全国のダムを巡る人もいます。

ダムカードは、国土交通省と水資源機構が管理する100を超えるダムで無料で配布されています。ただ、現地のダム管理所に行かないともらえないため、インターネットでカードを取り引きするサイトもあります。



ダムカード

question 24

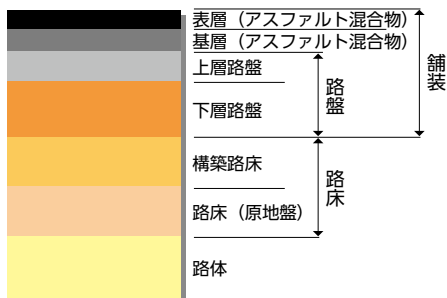
道路舗装の厚さはどのくらいあるの？

道路舗装の厚さは、道路の種類や場所、その土地の気候などによって変わりますが、高速道路のように走行する車両が多かったり、大型車が走ったりするような道路は約1mにもなります。

Comment

舗装といっても、目に見える部分だけではありません。少し専門的になりますが、道路には一般的に表面から順に「表層」「基層」「路盤」「路床」「路体」と呼ばれる部分があります。表層は皆さんの靴底が触れる一番上の部分で、アスファルトやコンクリートで施工されています。技術者が「舗装」と言った場合は、表層・基層・路盤の部分の意味です。舗装の厚さは、気温や交通量、使用する材料、路床の支持力などで決まりますが、高速道路は約1m、地方にある交通量の少ない道路でも数十cmはあります。

表層や路床など、なぜこんなに多くの種類があるのかというと、舗装（道路）をなるべく安く造るためです。大型のダンプトラックが走行すると、その荷重は下



道路舗装の構造。こんな何層にもなっている。

向かって面のように広がります。つまり、一番上(表層)には頑丈で品質の良い材料を使う必要がありますが、下の方は厚みを持たせるのであれば安い材料でも構わないのです。そのため、表層や基層にはアスファルトやコンクリートが使われるのに対して、路盤は石、路床は



道路を建設するにはいろんな建設機械が必要なんだ。

土になっている道路が多くあります。

冬の間、寒さの厳しい地域では、解けた雪などが地中で凍ることで水分が膨張し、舗装が盛り上がり、路面にひび割れが発生することがあります。この現象を「凍上」といい、適切に対策を講じないと、自動車の通行に支障を及ぼします。



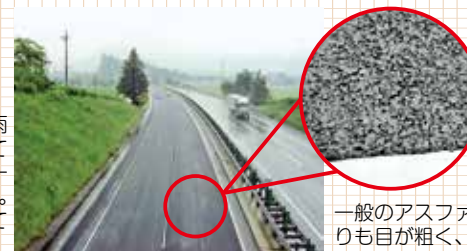
Topics

水を通す舗装があるよ!

雨の日に車に乗って、高速道路などを走っている時に、水たまりがなく、視界がはっきりしている区間があると思います。こうした場所には、「排水性舗装」が採用されています。表層にすき間の多いアスファルトを使い、その間を雨水が抜ける仕組みで、その名の通り、水が排水されています。

排水性舗装のような特殊な舗装を造る工事は、手間がかかります。最近、アスファルトを敷く厚さを機械が自動的に調節する「情報化施工」という技術が普及しつつあり、効率よく、安全に道路が造られるようになっています。

左側が排水性舗装。雨水が道路面に浮いていません。右側が一般アスファルト舗装。雨水で道路が光っています。



一般のアスファルト舗装よりも目が粗く、水が中にしみ込むようになっている。

提供:フジタ道路

question 25

道路の幅(車線数)は、なぜ違うの?

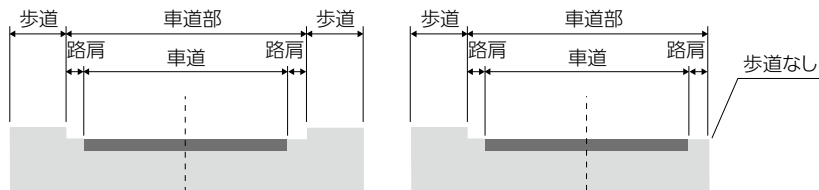
車道の幅は、道路の種類によって異なります。一般国道は3.0~3.5m、高速自動車道であれば3.5mといった具合です。中央帯、路肩、自転車道、歩行者道、植樹帯にもそれぞれに必要な幅がありますので、それらを組み合わせて道路全体の幅が決まります。そして車線の数、走る自動車の量によって決めるので、全体の幅も違ってきます。

Comment

「道路構造令」と呼ぶ国が定めた道路の技術的な基準によると、道路を構成するそれぞれの要素ごとに標準的な幅が示されています。

一般国道、高速自動車道など、種類別の車道の幅だけでなく、自転車や歩行者が利用する自転車道や歩道についても、同じようにそれぞれに必要な幅が決められています。

自動車が行く車線の数については、1日に通行する交通量がどれくらいかを想定し、「1車線にするのか」「2車線にするのか」などを考えることとなります。



両側に歩道がある標準横断面図

片側に歩道がある標準横断面図
路肩の幅員は50cmを標準とする。

こうした構成要素を組み合わせると道路は造られています。ですから、地域の実情に応じてそれぞれ異なる道路を計画すれば当然、道路全体の幅も違ってくるわけです。



新東名高速道路

Topics

世界と日本の高速道路はどう違う?

日本で初めて高速道路が開通したのは1963年7月。名神高速道路の栗東~尼崎(滋賀県栗東市~兵庫県尼崎市)の71.1kmです。それから約50年の歳月を経て、現在の国内の高速道路延長は8,182kmにまで伸びました。

世界に目を向けてみると、1924年にイタリアのミラノに開通したのが最初です。ネットワーク化した初めての高速道路は、ドイツのアウトバーンです。

延長では、アメリカが約10万kmでトップ。次いで中国が8.5万kmに達しており、2020年までに10万kmを開通させる計画です。

日本に比べ何倍もの国土面積を持つアメリカ、中国ですから当然かもしれませんが、イギリス、フランス、ドイツなど国土が大きくないヨーロッパの国々も日本よりも高速道路が長いのが現状です。



ドイツのアウトバーン

整備新幹線の今後の計画は？

整備新幹線と言われるのは北海道新幹線青森～札幌間など5路線だけです。建設財源の不足などから着工が遅れている路線・区間がありましたが、現在3路線5区間で工事が進められています。新幹線は都市を結ぶ交通の大動脈になるだけに早期の全線開通が期待されています。

Comment

現在、建設中の整備新幹線は3路線5区間で、うち北陸新幹線長野～金沢間は2014年度末、北海道新幹線新青森～新函館間は2015年度末の完成・開業を予定しています。

整備新幹線を着工するには①安定的な財源見通しの確保②収支採算性③投資効果④営業主体であるJRの同意⑤並行在来線の経営分離についての沿線自治体の同意—の五つの条件を満たさなければなりません。ただ、安定的な財源を確保することや、整備新幹線開業後に並行在来線の経営がJRから分離されることなど、難しい課題もあるため、簡単には新区間に着工できない状態が続いていました。

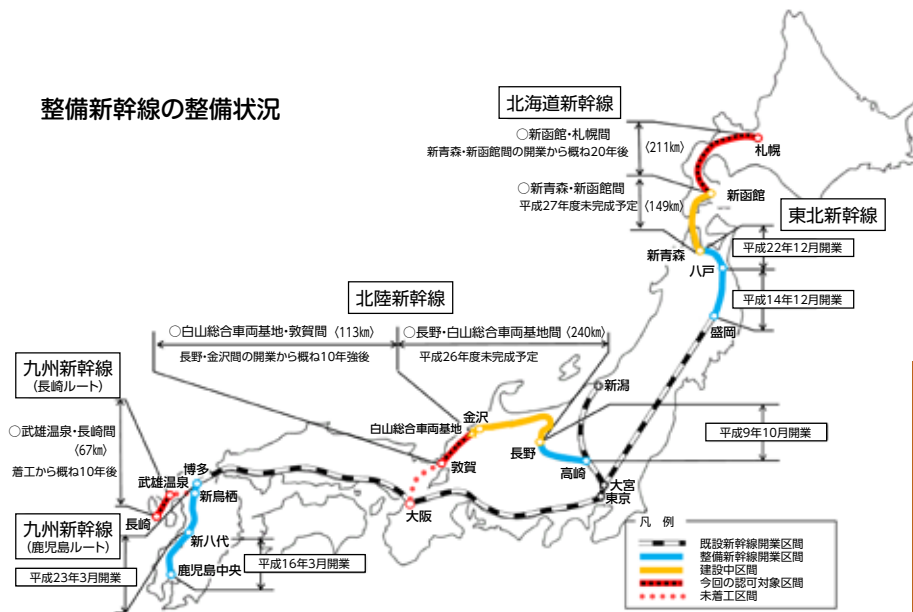
ただ、2012年6月、政府・与党が判断し、北海道新幹線新函館～札幌間、北陸新幹線金沢～敦賀間、九州新幹線武雄温泉～長崎間の3区間の工事実施計画を新たに認可し、着工となりました。今後、これらの区間の整備が進んでいきます。

一方、整備方法は「上下分離」と呼ばれる方式が採用されています。国の外郭団体である鉄道建設・運輸施設整備支援機構が新幹線施設の建設・保有を行い、JRがその施設を借り受けて営業するという方式です。建設財源はこの貸付料を充

整備新幹線の5路線

北海道新幹線	青森～札幌間
東北新幹線	盛岡～青森間
北陸新幹線	東京～大阪間
九州新幹線鹿児島ルート	福岡～鹿児島間
九州新幹線長崎ルート	福岡～長崎間

て、残りの部分を国が3分の2、地元地方自治体が3分の1負担することになります。



出典:国土交通省

Topics

日本の鉄道整備は本当に進んでいるの？

日本の鉄道技術は世界一と言われます。ただ、その整備状況を見ると、必ずしも鉄道先進国とは言えない状況になってきています。幹線鉄道の複線化率は30%台で、中国や韓国に抜かれています。高速鉄道の整備状況でも、フランス(TGV)やドイツ(ICE)は人口30万人以上の地方都市をすべて結んでいるのに対し、日本の新幹線は61%しかありません。高速鉄道のスピード競争も時速350kmの営業路線が、中国には2,000kmもあり、日本を突き放しています。国内の整備新幹線網の整備をさらに進めるとともに、安全性の高いメイド・イン・ジャパンの「新幹線」技術を海外に売り込んでほしいものです。



港はどうやって造るの?

港にはモノや人の乗降を行う係留施設(岸壁・棧橋)のほか、港内を波から守る防波堤、陸岸の崩壊を防ぐ護岸などがあります。これらの海洋施設はいろんな造り方がありますが、一般的にはケーソンと呼ばれるコンクリート製の箱を造り、それを海の中に沈めて基礎にして造ります。

Comment

港には防波堤、岸壁や棧橋などの係留施設、護岸、廃棄物埋立護岸、マリーナ、人工海浜、人工島と、さまざまな施設があります。こうした港湾施設の造り方は、各種の形式が採用されています。例えば防波堤や岸壁などでは、コンクリート製の大型の箱(ケーソン)を陸上などで造り、それを船で曳航して所定の位置に沈め、それを基礎にして構築します。

具体的な作業フローとしては、まずケーソンを据え付ける場所に石(基礎捨石)などを入れて台座(マウンド)を造ります。そこに陸上などで製作した箱状になっているケーソンを据え付けます。

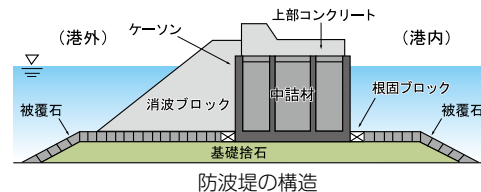
ケーソンが動かないように箱の中に中詰材(砂)を入れ、重くした後、ケーソンの上部にコンクリートを打設し海面から出ている部分の形を整えていきます。防波堤であれば、ケーソンの前面に消波ブロックなどを置き、波の力を分散させます。岸壁の場合は、隣り合うケーソン



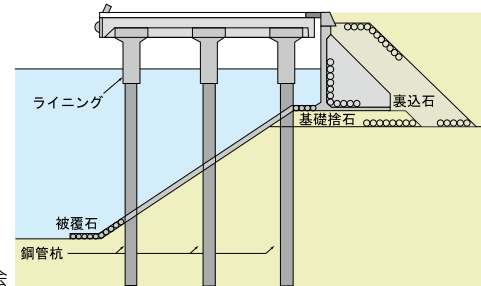
起重機船でケーソンを吊り下げて所定の位置に設置する。

のすき間をふさぎ、ケーソン背面に埋立土砂を投入して岸壁の用地を造成します。

岸壁の中には棧橋と言われる構造のものもあります。鋼管の杭を何本も海底の基礎地盤まで打ち込み、その鋼管杭の上にコンクリートで桁を渡し、床を張って岸壁にします。



防波堤の構造



棧橋の構造

提供: 日本埋立浚渫協会

Topics

輸出入製品はほとんど船で運んでいるよ

貿易立国と言われるわが国は、さまざまなモノの輸出入を海上輸送に頼っています。このため、港湾施設は、資源のない日本が貿易立国として活動していくには欠かせないインフラ施設の一つです。中でもコンテナを運ぶ船舶は近年大型化が進み、そうした船舶が国内に入港できる水深の深い港を整備しなくてはなりません。これに乗り遅れると大型コンテナ船は日本の港に寄らず、隣国の韓国や中国の大きな港(ハブ港)に停泊し、そこから荷物を仕分けして日本に荷物を届けてもらうことになり、経済活動に大きな支障をもたらす可能性があります。

世界のコンテナ船はパナマ運河を通過できる大きさで区別して、「パナマックス船(コンテナ4,000TEU積み)」やそれより大きな「ポストパナマックス船(7,000TEU積み)」などと表現されます。こうした表現で示すと、今や「ウルトラスーパーポストパナマックス船(1万1,000TEU以上)」の船が建造されています。

※1TEUは20フィートコンテナ1個



羽田空港 (D滑走路) はどうやって造ったの?

2010年10月に供用を開始したD滑走路は、多摩川の河口付近に建設されたため、川の流れを遮らないような構造が採用されています。河口付近は柱を何本も立ててその上に床版を置く「栈橋方式」、残りは通常の埋立方式で施工されています。二つの構造を組み合わせているため、「ハイブリッド構造」と呼ばれています。

Comment

羽田空港(東京国際空港)のD滑走路は、同空港の4本目となる滑走路で、国内外の航空需要の増加を見込んで建設されたものです。滑走路は東西方向に伸び、



羽田空港D滑走路。栈橋と埋立のハイブリッド構造。

提供: 五洋建設

全延長は3,120m(滑走路延長は2,500m)です。このうち、約1,100mが「栈橋方式」、残る2,020mが埋立方式です。幅は424~524m。すべて埋立方式で施工した方がコストは安価になるのですが、多摩川の流れを妨げないように全体の3分の1程度に「栈橋方式」が採用されています。

埋め立てに使われた土砂は3,800万㎡で、東京ドーム31杯分になります。海底が柔らかい地盤のため、地盤改良を行ってその上に土砂を入れています。一方、「栈橋部」は直径1.6m、長さ90mの鋼製丸杭約1,170本を海底の支持基盤(固い地層)まで打ち込み、各杭を結んで構造的に強くする鋼製ジャケット198基を設置し、その上に床版を置いています。使用鋼材量は約35万トンで、東京タワー約83塔分に当たります。

工事は既存の滑走路を使いながら行われたため、離着陸に影響する工事は夜間にして、24時間体制で行い、わずか5年5カ月という短期間で完成させています。



栈橋下部(施工中)

Topics

海上空港の歴史は日本から始まった

国内には現在、104の空港(自衛隊などの共用空港含む)があります。最近は騒音などの関係から海上空港の建設が増えています。世界初の海上空港として1975年に開港した長崎空港をはじめ、関西国際空港(1994年開港)、中部国際空港(2005年開港)、神戸空港(2006年開港)、北九州空港(2006年開港)などがあります。



長崎空港

提供: エス・ジー・シー佐賀航空