Click Here

地震のときに岩盤がずれ動くことによって、地中に振動が生じ、周囲に波として伝わっていく。この波のことを地震波と言う。地震波が地表に到達し、地面が揺り動かされることによって、我々は地震の揺れ (地震動) を感じる。 地震波は、地中を伝わる実体波と地表面を伝わる表面波に分けられる。実体波は、さらにＰ波とＳ波の二つに分けられる。 Ｐ波は縦波 (波の進行方向と同じ方向に振動する波) であり、伸び縮みが伝わっていく。縦波の例としては音波がある。 Ｓ波は横波 (波の進行方向に対して垂直な方向に振動する波) であり、ねじれが伝わっていく。また、表面波は、池に石を落としたときに水面にできる波のように、地表面を伝わっていく。 我々が地震の揺れを感じるときは、まずＰ波によりガタガタと上下方向の小刻みな揺れを感じた後、 Ｓ波によりゆさゆさと横方向の揺れを感じる。 Ｐ波がＳ波よりも速く伝わる (約1.7倍) ためである。 Ｐ波とＳ波の到達時間の差 (初期微動継続時間とも呼ばれる) から、震源までのおよその距離が分かるので、震源の決定に利用されている。 このページの上部へ戻る 地震波は大きく分けると、地球内部を伝わる実体波、地表面に沿ってのみ伝わる表面波に分類されます。 実体波は体積変化を伴うP波と、進行方向に対して直交下方向に運動するS波に分類されます。図1,2では水平方向に 伝わる実体はのみを示していますが、実際には色々な方向(鉛直方向を含む)に伝わります。 図1:P波の伝播を示した動画。 L. Braile (2005) 図2:S波の伝播を示した動画。 L. Braile (2005) 表面波 表面波はRayleigh波とLove波に分類されます。地表から1/4波長程度の深さ(周期100秒でおおよそ100km程度の領域)で大きな振幅を持ち、それより深くなると急激に振幅が小さくなります。 Rayleigh波は進行方向に平行な平面内で楕円運動をします。振動の大きさは深さが深くなるに連れて小さくなります。回転する方向は、波の進む方向と同じ方向に進んでいる車輪と逆方向です。地表で観測すると、上下方向、水平方向ともに振動している事を確認できます。 図3:Rayleigh波の伝播を示した動画。 L. Braile (2005) Love波はS波と同様に、進行方向と直交する方向に振動します。ただし進行方向は地表に沿った方向に限られます。そのために、地表での運動は水平方向に限られます。 図4:Love波の伝播を示した動画。 L. Braile (2005) 地震の基礎知識 地震波とは、地震が発生した際に地球内部から放出される振動のことを指します。地震波は、地震の発生源である震源から周囲に広がっていきます。 地震波には、主にP波、S波、地震動の3種類があります。P波は、最も速く伝播する波であり、地震発生後最初に観測されます。P波は、地震波の中でも最も長波長であり、地球内部を直進するため、液体や気体の中でも伝播することができます。 S波は、P波に次いで伝播する波であり、地震発生後に観測されます。S波は、地球内部を横波で伝播するため、液体や気体の中では伝播することができません。そのため、地震波の中で最も強い揺れをもたらすことがあります。 地震動は、地震波の中でも最も長時間にわたって揺れをもたらす波です。地震動は、地震波が地表に到達した際に、地表面を揺らすことで発生します。地震動は、建物や構造物の揺れをもたらすため、地震の被害をもたらす要因の一つとなっています。 地震波は、地震の規模や震源の深さ、地盤の状態などによって、その性質が異なります。地震波の観測や解析は、地震の発生メカニズムや地球内部の構造を理解する上で重要な役割を果たしています。 P波とは？ P波は、地震波の一種であり、最初に地震源から発生する波です。P波は、地震波の中で最も速く伝わるため、地震発生直後に最初に観測される波でもあります。 P波は、地震源からの振動によって発生します。この振動は、地震源で発生したエネルギーが地球内部を伝わることによって生じます。P波は、地球内部を伝わる際に、固体や液体の境界面で反射や屈折を起こすため、地震波の伝播に影響を与えます。 P波は、地震波の中で最も速く伝わるため、地震発生直後に最初に観測される波でもあります。また、P波は、地震の規模や深さ、地質構造などによって速度が変化するため、地震波の解析において重要な役割を果たします。 P波は、地震発生後に地震計で観測される波形の中で、最初に現れる波形でもあります。そのため、P波の観測によって、地震発生の速報や警報が発表されることがあります。 S波とは？ S波は、地震波の一種であり、地震発生時に地震源から放出されます。S波は、地震波の中でも比較的遅い速度で伝播し、地震発生から数秒後に到達することが多いです。 S波は、地震波の中でも最も強い振動を引き起こす波であり、地震発生時には地盤が横方向に揺れ動きます。このため、建物や構造物の構造によっては被害が発生することがあります。 また、S波は地震波の中でも比較的短い波長を持っており、地震発生時には地盤の表面を伝播することができます。このため、地震計などの観測装置でS波を観測することができます。 S波は、地震波の中でも比較的強いエネルギーを持っており、地震発生時には建物や構造物に大きな力を加えることがあります。そのため、地震対策の観点からも、S波の影響を考慮する必要があります。 地震動とは？ 地震動とは、地震によって発生する地盤の振動のことを指します。地震動は、地震の規模や震源地からの距離、地盤の地質条件などによって異なります。 地震動は、主にP波とS波によって引き起こされます。P波は、地震発生時に最初に到達する波で、地盤を伸縮させる波です。 一方、S波は、地震発生後にP波に続いて到達する波で、地盤を横方向に揺らす波です。これらの波が地盤を通過することで、地盤が振動し、地震動が発生します。 地震動は、建物や構造物に大きな影響を与えます。地震動の強さが大きい場合、建物や構造物が倒壊することがあります。そのため、地震動の影響を受けやすい地域では、建物や構造物の耐震性を高めるための対策が必要です。 また、地震動は、地震の規模や震源地からの距離によって異なるため、地震動の強さを測定するための指標があります。代表的な指標としては、地震動の最大加速度や最大速度、最大変位などがあります。これらの指標を用いて、地震動の強さを評価し、建物や構造物の耐震性を高めるための対策を行うことが重要です。 地震波の速度と伝播方法 地震波は、地震の発生によって地球内部から放出される振動波のことを指します。地震波は、地震の発生源である震源から周囲に広がっていきます。地震波は、地震の規模や震源の深さ、地盤の状態などによって、速度や伝播方法が異なります。 地震波には、主にP波、S波、地震動の3種類があります。P波は、最も速く伝播する波で、地震波の初期に到達します。P波は、地球内部を伝播することで、固体や液体の境界面で屈折や反射を起こすため、地震波の伝播速度が変化します。一般的に、地球内部の固体部分を伝播する速度は、約6km/sから8km/s程度であり、液体部分を伝播する速度は、約3km/sから5km/s程度です。 S波は、P波に次いで到達する波で、地震波の中でも比較的遅い速度で伝播します。S波は、地球内部の固体部分を伝播することができますが、液体部分を伝播することはできません。そのため、地震波の伝播速度は、地球内部の液体部分に達すると急激に低下します。一般的に、地球内部の固体部分を伝播する速度は、約3km/sから4km/s程度であり、液体部分を伝播することができないため、液体部分に到達すると伝播が停止します。 地震動は、地震波が地表に到達したときに発生する振動のことを指します。地震動は、地震波の伝播速度や地盤の状態によって、振動の強さや周波数が異なります。地震動は、建物や構造物に与える影響が大きく、地震対策の重要な要素となっています。 以上のように、地震波の速度や伝播方法は、地球内部の状態や地盤の状態によって異なります。地震波の伝播速度や振動の強さを正確に予測することは、地震対策において非常に重要な課題となっています。 地震波の影響と対策 地震波は、地震が発生した際に地球内部から発生する振動波のことを指します。地震波は、建物や構造物に大きな影響を与えるため、地震対策を行う上で重要な要素となります。 地震波の影響としては、建物や構造物の倒壊や損壊、地盤沈下、津波などが挙げられます。特に、地震波の振動によって建物が揺れることで、建物内部の家具や設備が倒れたり、壁や天井が崩れたりすることがあります。また、地震波が地盤に与える影響によって、地盤沈下や液状化現象が発生することもあります。 地震波に対する対策としては、建物や構造物の耐震化が挙げられます。耐震化とは、地震による揺れに対して建物や構造物が耐えることができるようにすることです。具体的には、建物の基礎や柱、壁、屋根などの構造部材を強化することや、地盤改良を行うことがあります。 また、地震発生時には、建物内にいる人々の安全確保も重要です。地震発生時には、落下物に注意しながら、机の下などの安全な場所に避難することが望ましいです。また、地震発生時には、エレベーターや階段を使用せず、安全な場所まで歩いて避難することが重要です。 地震波に対する対策は、地震が発生する前から行うことが重要です。地震に備えて、建物や構造物の耐震化を行い、地震発生時には適切な行動をとることが、地震被害を最小限に抑えるために必要なことです。 地震波に関する最新の研究動向 地震波に関する最新の研究動向には、以下のようなものがあります。 まず、地震波の観測技術が進歩していることが挙げられます。地震波は、地震計や地震観測衛星などの観測装置で観測されますが、これらの装置の性能が向上しているため、より詳細な地震波の観測が可能になっています。また、地震波の観測データを解析する技術も進歩しており、地震の発生メカニズムや地震波の伝播特性などについて、より詳細な解析が可能になっています。 さらに、地震波を利用した地球内部の構造解析が進んでいます。地震波は、地球内部を伝播するため、地球内部の構造に関する情報を持っています。このため、地震波を利用して地球内部の構造を解析することができます。最近の研究では、地震波を利用して地球内部のマントルの構造に関する新たな知見が得られたという報告があります。 また、地震波を利用した地震予知に関する研究も進んでいます。地震波は、地震の発生前にも発生するため、地震予知に利用することができます。最近の研究では、地震波を利用した地震予知の精度が向上しているという報告があります。 以上のように、地震波に関する最新の研究動向は、地震波の観測技術や解析技術の進歩、地球内部の構造解析、地震予知に関する研究など、多岐にわたっています。今後も、地震波に関する研究は進んでいくことが予想されます。 固体地球みなさん、こんにちは。今回は地震波と地球内部構造について紹介していきたいと思います。この地震波ですが地震波で地球の内部構造がわかる、というのが今回のポイントです。地震波の速度によって地球内部の構造を推定することができるのです。地震波については、センター試験で2015年～2017年度入試で毎年連続して出題されている分野で学習で必須の分野と言えるでしょう。この記事では、地震波の速度によって明らかとなる地球の内部構造や地震波の種類について勉強します。普段生活している地球ですが、実際に地球内部の構造について理解している人は少ないと思います。どのようになっているのか興味がある人も多いと思います。今回はこの記事で地震波と地球内部構造について勉強していきましょう。地震波によって地球の内部構造が推定出来る出典元:pixabayそもそも地震波とはなんなのでしょうか。地震波とは地震が起きたときに伝わる揺れの事を指しています。地震波の速度を調べることで地球の内部の状況を推定する事が出来ると言われています。小学生で地球の内部構造についてマントルや核で出来ていると学びました。ですが、その核やマントルが実際に何で出来ているかどうか細かくは分かっていません。そこで地球の内部を伝わる地震波の速さを解析する事で地球内部の性質が推定出来ると日々研究が行われています。地震波によって分かった地球内部構造(引用元:pixabay)地震波の調査によって地球は3つの部分に分けられるとされています。地球の中心部は高密度な核という塊で、大部分は鉄で成り立っています。ニッケルも少量含まれていると推測されています。核を覆うのは、マントルと呼ばれる岩石質の部分で成り立っています。地球の外側にある地殻は、マントルの岩石より密度が低い岩石から構成されています。地殻は均質ではなく場所によって厚さが大きく異なることも地震波によって分かっています。実際に地球に住んでいて、核やマントルは見る事は出来ませんが、地震波によって間接的に組織を推定することが出来るのです。地震波は速度を用いて地球内部を推定する（引用元:pixabay）地震波は地球内部の構造を推定出来る方法ではありますが、実際にどのようにして内部を推定しているのか知らない人も多いと思います。実際には地震波の速度を用いることで推定しています。特に日本は地震大国と言われるほど地震がよく起こります。地震の観測を長期的に行う事で、地球内部の全ての場所の速度を求める事が出来ます。地震は日本で生活していると馴染み深いものですが、ブラジルで地震が起きたとしても裏側にある日本にも地震波が届きます。さらに地震は小さいものを含めると毎日起きていると言われています。波が伝わる速さは波が通過する密度と弾性諸数に依存するとされていて、地震波の速度が一気に変われば、地球内部の組成は均一ではなく、特殊な層と判断ができます。地球内部の層の作りに関して推定が出来るのです。マントルでも組成のばらつきはあるのです、場所によって層の変化はあると言われています。地震波には2種類存在する引用元:PAKUTASO地球内部の構造を推定するために地震波が用いられていますが、地震波は2種類存在します。・波の進行方向に対して平行に振動する伝わるスピードが早い波をP波・波の進行方向に対して直角に振動する大きい振動を起こすS波地震波のP波とS波の違いは伝わるものの違いです。P波はどんな物質でも伝わりますが、S波は個体しか伝わりません。横と縦にそれぞれ出来る波ではありますが、地殻とマントルの不連続面はP波によって見つかったと言われています。S波の調査を同時に行う事で、マントルの下にも境目があり、どのような状態になっているのかが分かったとされています。まとめ今回は地震波と地球内部構造について紹介していきました。地震波が伝わる速度によって地球の内部の状態を推定出来る方法として研究が進められています。地震波によって核やマントル、地殻の細かい物質まで推定されています。自分たちが住んでいる地球の内部構造を理解する事はとても大切な事と言えるでしょう。この記事で地球の内部構造について興味を持ってもらえたら幸いです。前回の記事「【地学」受験に役立つ地学（プレートテクトニクスについて）」はこちらにほんブログ村 地震の際、震源から四方に伝わる弾性波。実体波のP波（縦波）・S波（横波）、表面波のL波・R波などがある。 出典 小学館デジタル大辞泉について 情報 | 凡例 Sponserd by 閲連語 トモグラフィー レイリー波 ポアソン比 弾性定数 大森房吉 《 名詞 》 震源から発し地殻を伝わる弾性波をいう。ふつう地面が最初に細かく揺れるのがＰ波、次の大きな振動がＳ波、続いてゆさゆさと揺れるのが表面波と呼ばれる。 Ｐ波は震源からの伸び縮みの状態を伝える縦波、 Ｓ波はねじれの状態を伝える横波、表面波は表面に沿ってだけ伝わる波。[初出の実例] 「地震波が震原より地面に到達するには」(出典：地震学講話（１９０７）大森房吉六) 出典 精選版 日本国語大辞典精選版 日本国語大辞典について 情報 | 凡例 Sponserd by 目次 地震波の伝搬地震による地球内部の急激な運動のために発生した振動は，弾性波として地球内部を伝わる。この波動を地震波と呼ぶ。地震波の発生源は震源と呼ばれる。震源よりある程度離れた地点では，最初にがたがたと小さく上下方向に揺れたのち，ゆさゆさと水平方向に大きく揺れ，その後ゆらゆらと小さくなりながら振動が続く。最初のがたがたがＰ波，次のゆさゆさがＳ波，これに続くのが表面波である（図1）。Ｐ波は縦波で，波の伝わる方向に振動し，伸び縮み（体積変化）を伝える。Ｓ波は横波で，波の伝わる方向と垂直に振動し，ねじれを伝える。縦波の伝わる速度の方が横波より速いので，Ｐ波が先に到着するのである。Ｓ波のうち，地表面に平行に振動する成分をSH波，他をSV波と呼ぶ。Ｐ波，Ｓ波ともに震源から四方八方へ三次元的に伝わり，実体波と呼ばれる。これに対し，表面波は，地球表面に沿って二次元的に伝わる。Ｐ波が到着してからＳ波が到着するまでの振動を初期微動と呼ぶ。電光を見てから雷鳴を聞くまでの時間が短いほど雷までの距離が近いのと同様に，初期微動継続時間が短いほど震源に近い。海底で起きた地震を海岸に近い点で観測すると，地震記録上でＰ波やＳ波に続いて継続時間の長い顕著な相が見られることがある。これは海水中を音波として伝わった波であり，Ｐ波やＳ波に続く第3の波としてＴ相と名づけられている。地震記録上では，表面波に続いて振幅の小さな尾部がある。これは地殻や上部マントルの構造が不均質なために生ずる散乱波であり，コーダと呼ばれる。 実体波も表面波も，地球という有限な物体内の振動であるから，地震波はすべて地球の自由振動にほかならない（地球自由振動 ）。巨大地震が発生すると，周期の長い，地球全体としての振動も励起される。長周期（100秒程度）で高倍率（1000倍程度）の地震計の場合，巨大地震発生後数日間は地震波が継続して記録される。地球の自由振動で，最も長い周期は，伸び縮み振動で54分，ねじれ振動で44分である。 表面波にはレーリー波とラブ波とがあり，前者は波の進む方向を含む鉛直面内で振動し，後者は水平面内で波の進む方向と垂直に振動する。Ｐ波，SV波，レーリー波は地球の伸び縮み振動に，SH波，ラブ波は地球のねじれ振動に対応している。表面波の伝わる速度は，その波長程度の深さまでの地球の地震波速度構造によって決まる。マントル内では通常，深部ほど速度が速いので，波長が長く，周期の長い表面波ほど，伝わる速度が速い。すなわち，表面波はその周期によって伝わる速度が異なる。このような波の性質は分散と呼ばれる。表面波のうちマントルの構造に大きく依存するものの周期は，おおよそ100秒～10分である。これは節の数が10～100の地球振動に対応している。周期40～300秒のラブ波はほぼ同時に観測点に到着し，大きな振幅をもつ孤立波として地震計に記録されることが多く，G波と呼ばれる。地震波の伝搬実体波は，地球表面で反射し，地球内部の地震波速度の不連続面で反射あるいは屈折する。この際にＰ波の一部はSV波に，SV波の一部はＰ波に変わる。この現象は変換または変質（コンバージョン）と呼ばれる。震源を出た地震波が観測点に到達するまでの経路には，反射，屈折，変質などによりさまざまな場合がある。特定の経路をたどった実体波には固有の名前がつけられている。例えば震源から上方へ出たＰ波が地球表面で反射し，その後通常のＰ波として観測点に到達した場合はpP波と呼ばれる。同様に震源から上方に出たＳ波が地球表面で反射し，Ｐ波に変換されて観測点に到達した場合はsP波と呼ばれる。Ｐ波と，pP波やsP波との到着時刻の差は，震源の深さの決定に用いられる。地球内部の最も顕著な地震波速度の不連続面はマントル・核境界面である。Ｓ波速度はマントル下部で7.3km/sであるが，外核では0，すなわちＳ波は伝わらない。このためＳ波は特に強くマントル・核境界面で反射される。深い地震が近くで起きた場合には，この境界面で反射されたＳ波，すなわちScS波が顕著に認められる。同様にこの境界面で反射されるＰ波はPcP波と呼ばれる。このほか，外核内のＰ波をK，内核内のＰ波，Ｓ波をそれぞれI，Jという記号で表す。 震源で地震が発生してから特定の位相の地震波（Ｐ波，Ｓ波，ScS波など）が到着するまでの時間を走時といい，走時を震央（震源の真上の地表上の点）からの距離の関数として曲線で表したものを走時曲線と呼ぶ。震央からの距離としては，地球の中心から，震央と観測点を見込む角度を用いることが多い。これは角距離と呼ばれる。 震源から斜め下方へ出た地震波は，マントル中の地震波速度が深いほど速いため，地球の中心から遠ざかる方へ屈折され，地表に達する。このため，震央から角距離で100度程度までは連続してＰ波の到着が認められる。しかし，これ以遠ではＰ波の到着が認めにくくなる。これはＰ波が外核内の遅い速度によって，地球中心部の方へ屈折されるためである。震央距離104度から142度の範囲は，Ｐ波の到着しない，核の影の地帯shadow zoneと呼ばれる。しかしこの範囲には，マントル・核境界の回折波や，外核・内核を通ったPKIKP波などの微弱な波が認められる。 地震波は伝わるにつれて波面が拡大するので，その振幅は減少する。これを幾何学的減衰と呼ぶ。実体波の振幅は震源からの距離に，表面波の振幅は震央からの距離の平方根に，それぞれ反比例して減衰する。このほかに，地球物質の非弾性的性質により，地震波は減衰する。この減衰は，減衰しにくさを表す無次元数Ｑ（Ｑ値）で表される。振動数ωで振動する物体の最大ひずみエネルギーをE，1周期で失われるエネルギーを⊿Eとすると，1/Q＝⊿E/（2πE）によってＱは定義される。例えば，振動数ωをもつ地球の自由振動は，時間ｔとともにexp（－ωt/（2Ｑ））に比例して減衰する。執筆者：島崎 邦彦 図1～図2 出典 株式会社平凡社「改訂新版 世界大百科事典」改訂新版 世界大百科事典について 情報 Sponserd by 地震の発生により引き起こされた力学的擾乱(じょうらん)を伝える波で、弾性波とみなされる。地震波は実体波と表面波からなる。 実体波は媒質内部を三次元的に伝わる波で、Ｐ波とＳ波の2種類がある。Ｐ波の伝わる速度はＳ波の伝わる速度より大きく、その割合はポアソン比によって変わる。地殻や上部マントルを構成する岩石のポアソン比は0.25くらいと考えられているが、このとき速度の比は1.73くらいである。実体波は地球内部の不連続面で反射・屈折を繰り返しつつ伝わっていく。 実体波の伝わり方を観測することにより、地球内部でのＰ波やＳ波の速度分布を推定することができる。三次元的な速度分布の推定には、実体波トモグラフィーという手法が、広く使われている。これは、震源から放射された地震波が多数の観測点に到達する時間をデータとして用いて、地震波が通過した地球内部の各点での地震波速度を求める手法である。 表面波は大別するとレイリー波とラブ波の2種類があり、浅い震源をもつ地震の場合、効果的に発生する。表面波は地表に沿って二次元的に伝わっていく波なので、実体波に比べて波動エネルギーの減衰の割合は小さい。表面波を使って地球内部の速度分布を推定することもできる。この場合、表面波トモグラフィーという手法が使われ、主として地球浅部の地震波速度構造の推定に用いられる。 いずれのトモグラフィーの手法とも、多数の観測点でのデータが利用できるようになったことと、高速大容量コンピュータの出現により可能になった。 震央から比較的離れた所で地震動を感じるとき、初めにこととこと小さく揺れ、次にがたがたと大きく揺れ、その後ゆらゆらとゆっくり揺れるのに気がつくことがあります。これがそれぞれP波、S波、表面波に相当する。震央の近くでは、表面波はP波やS波よりもいちばん大きい。遠方にいくにしたがい、表面波は減衰が少ないので最大動になってくる。 [山下輝夫] [参照項目] | S波 | P波 | 表面波 | ポアソン比 地震波の観測例と波の伝わり方 出典 小学館 日本大百科全書(ニッポニカ)日本大百科全書(ニッポニカ)について 情報 | 凡例 Sponserd by 地震によって起こされた地球内部を伝播する波動。疎密波のP波，横波のS波，表面波などがあり それぞれの速度は地球内部の密度，弾性定数によって決まる。地震の諸性質は地震波の解析によってわかる。また地球内部の研究にも地震波のもたらす情報が重要。→初期微動 / 走時曲線→関連項目地震 | 震源 | レーリー波 出典 株式会社平凡社百科事典マイペディアについて 情報 Sponserd by 地球を伝わる弾性波動。固体地球は弾性体としての性質を備えているため，地震が起こると震源から弾性波動が発生し伝わる。発生する地震波には，P波とS波と呼ばれる地球内部を伝わる実体波と，レイリー波やラブ波という地球の表面に沿って伝わる表面波がある。 P波は波の進行方向に媒質が振動する縦波で，伝わる速さが最も大きいために最初に到着する。地殻内のP波速度は5～7km/s程度，マントル最上部では8km/s程度であり，マントル中は深さとともに増加し，マントル最深部では13～14km/s程度である。S波は波の進行方向に垂直に媒質が振動する横波で，P波の √3 分の1程度の速さで伝わる。表面波は地球の表面付近で振動の振幅が最も大きくなる地震波で，伝わる速さはS波より小さい。地震波の伝わる様子を調べることにより地球内部の構造が明らかにされてきた。また地震波の伝わる速度がわかると，地震波の到着時刻から震源の位置や発生時刻を知ることができる。 出典 ブリタニカ国際大百科事典 小項目事典ブリタニカ国際大百科事典 小項目事典について 情報 Sponserd by ...地震は地球を構成している岩石の一部分に急激な運動が起こり，それに伴って地震波が発生する現象である。地震波は地球の内部あるいは表面を伝わる弾性波動で，P波(縦波)，S波(横波)，および表面波があり，この順で伝わる速度が大きい。... ※「地震波」について言及している用語解説の一部を掲載しています。 出典｜株式会社平凡社「世界大百科事典（旧版）」 Sponserd by 閲連語をあわせて調べる 今回のテーマは【地震波】 土木における耐震工学の分野についてわかりやすく解説していきます。 地球はプレートとよばれる硬い岩盤で覆われており、その移動によって地殻変動や地震が生じると言われています。 地震も表面波、縦波、横波などがあり、種類ごとに特徴（速度や波動）が異なりますので、ぜひ違いを確認してみてください。 それではさっそく参りましょう、ラインナップは目次からどうぞ まずはじめに、地震を説明するうえで必要となる専門用語の意味をまとめました。 しっかり意味の違いを把握しておきましょう。 震源 最初に破壊が始まった地点 震央 震源を真上の地表に移した点 地殻 地球の表面部分の層 厚くても100km程度と言われている 震央距離 震央から観測地点までの距離 震源距離 震源から観測地点までの距離 震源深さ 地表から震源までの深さ はい、というわけで（笑）、今度こそ【地震波】について確認していきます。 地震の震源で放出されたエネルギーが地殻を伝わったものが地震波で、地震波には 縦波（Ｐ波） 横波（Ｓ波） 表面波（ラブ波とレイリー波） の3つ（細かくいうと4つ）があります。 縦波（Ｐ波）をわかりやすく！ 縦波はP波（primary wave）とも呼ばれ、速度が6～14km/s程度（ごく浅い部分を除いた地殻内での伝播速度は毎秒6～7km/s程度）と、地震の波のなかで最も速いことから、私たちがまずはじめに感じるのが縦波（Ｐ波）というわけです。 このP波は地震波の方向に平行な縦波（粗密波）で、固体や液体ともにP波を伝えることができます。 横波（Ｓ波）をわかりやすく！ 横波はS波（secondary wave）と呼ばれており、縦波（Ｐ波）よりも遅いです。 一般には伝播速度は3.5～4.5km/s程度。 S波は地震波の進む方向に直角な横波（せん断波）で、P波よりも多くのエネルギーを運搬できます。 ただし、固体はS波を伝えますが、液体はせん断抵抗がないことからS波を伝達できないのが特徴と言えるでしょう。 なお、P波が到着してからS波が到着するまでの部分を初期微動（しょきびどう）、S波が到着したあとの揺れの大きい部分を主要動（しゅようどう）と呼んでいます。 表面波（ラブ波とレイリー波）の定義や違い 地震波には地殻内を伝わる実体波（P波やS波）のほかに、地表面や不連続面（境界面）に沿ってのみ伝わる表面波（surface wave）があります。 表面波にはラブ波とレイリー波の2つがありますが、どちらもS波よりやや遅く、距離に対する振幅の減り方も少ないのが特徴です。 したがって、震央付近では表面波よりS波が卓越しますが、震央より遠い地点ではS波より表面波のほうが優勢となります。 レイリー波の場合には、地表の各点は楕円の軌跡を描いて振動します。 この楕円は鉛直面内にあるので、上下動・水平動両方の成分をもち、振幅は地表付近で最も大きく、地下深部では急速に減少します。 またレイリー波の伝播速度（正確には位相速度）は、半無限媒質ではS波速度の約0.92倍程度といわれていますが、実際の地球ではS波速度は一定ではないので、レイリー波の波長が長くなるほど地下深部のS波速度の寄与が大きくなると考えておけばよいでしょう。 一方ラブ波は、S波速度が大きい媒質の上にS波速度の小さな層が乗っているときに発生します。 地球規模でみれば、地殻はこのS波速度の小さい層にあたります。 また、基盤の上を軟弱な堆積層が覆っている場所もこの条件を満足し、ラブ波が発生しやすいといえるでしょう。 さらにラブ波は、SH波と同様に進行方向と直交する方向に水平面内で振動するので、地震計の水平動成分にのみ現れます。 ラブ波の位相速度は、上の層と下の層のS波速度の中間の値となりますが、波長によって速度が異なるので注意してください。 一方、地震に関連する液状化や斜面崩壊についてはまた別記事でご確認ください。 地震波の種類！縦波＆横波やレイリー波とラブ波の違いをわかりやすくまとめ 地震波動の種類 速度（キロメートル/秒） 特徴 縦波（Ｐ波） primary wave 速度が6～14km/s程度 （ごく浅い部分を除いた地殻内での伝播速度は毎秒6～7km/s程度） 地震の波のなかで最も速い 地震波の方向に平行な縦波（粗密波）で、固体や液体ともにP波を伝える 横波（Ｓ波） secondary wave 3.5～4.5km/s程度 S波は地震波の進む方向に直角な横波（せん断波）で、P波よりも多くのエネルギーを運搬できる 固体はS波を伝えるが、液体はせん断抵抗がないことからS波を伝達できない 表面波 surface wave レイリー波 S波よりやや遅く、距離に対する振幅の減り方も少ない S波速度の約0.92倍程度 地表の各点は楕円の軌跡を描いて振動する 振幅は地表付近で最も大きく、地下深部では急速に減少する 実際の地球ではS波速度は一定ではないため、レイリー波の波長が長くなるほど地下深部のS波速度の寄与が大きくなる ラブ波 S波速度が大きい媒質の上にS波速度の小さな層が乗っているときに発生 SH波と同様に進行方向と直交する方向に水平面内で振動するので、地震計の水平動成分にのみ現れる ※S波のうち地表面に平行に振動する成分をSH波、他をSV波と呼ぶ 位相速度は上の層と下の層のS波速度の中間の値となるが、波長によって速度が異なる。 以上です。 ありがとうございました。 この記事を書いた人 元公務員の土木ブロガー 国立大学★土木工学科卒業（学士） 大学卒業後、某県庁の地方公務員（土木職）に合格！7年間はたらいた経験をもつ（計画・設計・施工管理・維持管理） 土木行政・現場監督・施工管理の経験あり 1級土木施工管理技士・危険物取扱者（乙）・玉掛けの資格もち 今はブログで土木施工管理技士の勉強方法や土木知識をメインにさまざまな情報を発信中！ 地震波にはさまざまな周期の波が含まれています。地震波をさまざまな周期の振動の集まりととらえ、周期ごとの地震波の強さに分解し表したものをフーリエスペクトルと言います。図１は2003年宮城県沖の地震のときの大船渡と2003年十勝沖地震の浦河のフーリエスペクトルです。大船渡は浦河に比べて周期の短い地震波が卓越していることがわかります。大船渡は周期が約0.5秒以下の地震波の振幅が大きいですが、周期が１秒以上の地震波は浦河の方が大きくなっています。 図１　大船渡（青）と浦河（赤）の東西動成分のフーリエスペクトル 応答スペクトル 地震波のフーリエスペクトルから、地震波が構造物におよぼす影響を読み取ることは困難です。 地震波によって構造物がどのように振る舞うかを知る方法として応答スペクトルがあります。 応答スペクトルは構造物がさまざまな固有周期、減衰定数を持つ１質点・１自由度系*と考えたとき、構造物がある地震波にさらされたときの最大応答値をスペクトルで表したものです（図２）。応答値が加速度の場合、加速度応答と言います。 図３はおもな地震のおもな観測点の加速度応答スペクトルを示したものです。加速度の場合は0.5～2秒付近に主要な変動がよく現れますが、短周期をよく見えるように時間軸を対数表記しています。加速度に質量をかけたものが力ですから、2003年の宮城県沖の地震のときには、固有周期が0.3秒程度の構造物は大きい力を受けますが、固有周期が0.5秒以上の構造物は大きな力を受けなかったと言えます。これに対し、兵庫県南部地震では、固有周期0.5秒～１秒の構造物に大きな力を受けたことがわかります。 *質点が１つだけで、その質点の運動を記述するために必要な座標軸が１つだけの系のこと 図２　応答スペクトルの概念図 図３　おもな地震のおもな観測点の加速度応答スペクトル