

地震に強い住まいづくり (上)

木造住宅地震被害のケーススタディ

北海道立寒地住宅都市研究所
環境科学部長 林 勝朗氏

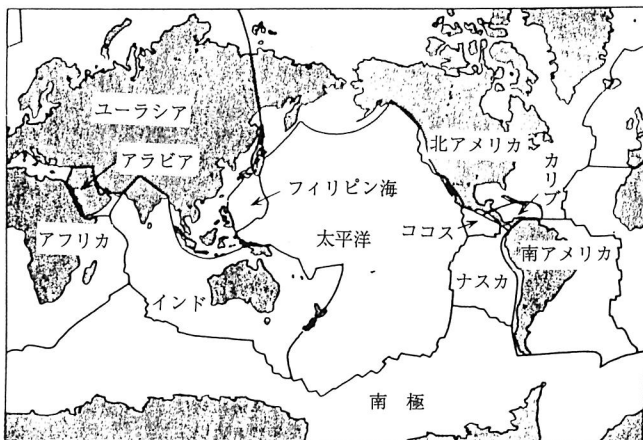


地震発生のメカニズム

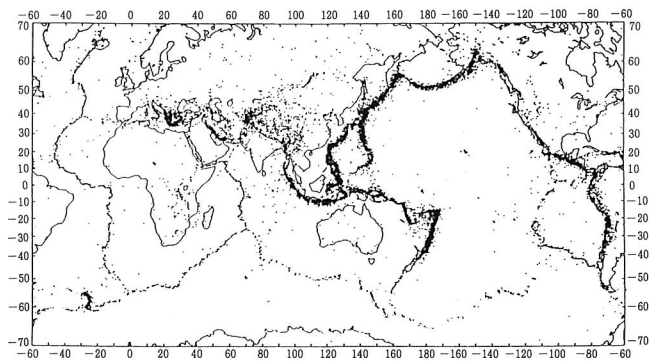
「大陸は移動する」?

1912年、ドイツの地球物理学者アルフレッド・ウエゲナー（もともとは気象学者）は、大陸移動説を発表しました。それは、大西洋をはさんで、南アフリカ大陸の東海岸線と、アフリカ大陸の西海岸線の形がよく似ていることから考え出された学説です。それによると、約3億年前は世界の大陸は一つになっていて、それが次第に分裂し、バラバラになっていったというものです。ウエゲナーはこの巨大大陸をパンゲアナ大陸と名づけました。当時、大陸は不動のものと考えていた多くの学者にとって、大陸が分裂して移動していくなどということは、^{きょうがく}驚愕の新説であったことでしょう。

大陸移動説は地球科学界に爆発的な反響を呼び起こし、種々の専門分野の学者たちに多くの議論を生み出させることになりました。しかし、1930年、ウエゲナーがグリーンランド探検中に亡くなってからは、大陸移動説支持者が、大陸移動のための地球のエネルギー源を見いだすことができなかつたこともあって、人々は次第にこの説に関心なくなっていました。



図一 地球上のプレート²⁾



図二 世界の地震の分布 (理科年表による)

プレート・テクトニクス説

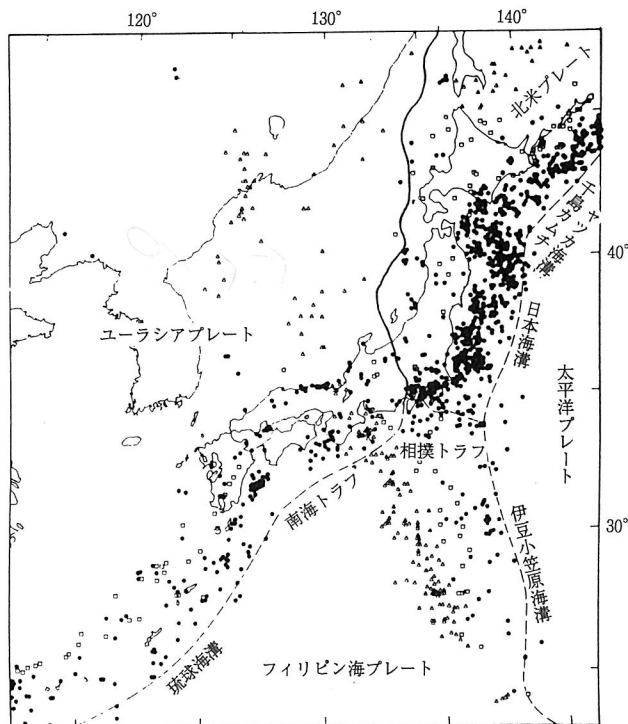
1950年初め、イギリスの地球磁気の学者たちが「大陸はやはり移動した」との説を主張し始めました。それは、地球上の古い岩石磁気の方が、現在の方向と大きくずれていることを根拠にしたものです。そして1960年代後半、地球表面を10枚程度のプレートの動きによって、様々な地質現象を説明しようとする考えが複数の地球物理学者によって提唱されました。

プレート・テクトニクス説とよばれるもので、地球表面のプレート（厚さが50~60kmから200km程度）が、それぞれいろいろな方向に水平移動し、海溝では一つのプレートが他のプレートの下にもぐり込んでマントル中へ沈んでいき、海嶺では新しいプレートが作られていくという学説です。プレートの運動がおこるエネルギーは地球内部の熱であり、その熱の大部分が岩石に含まれる放射性元素からの発熱によって供給されます。

マントル対流に乗ったプレートの移動が地球上に地震を引きおこすものだという事は現在は定説となっています。

世界の地震帯と日本の地震活動

図一に地球上のプレートを、図二に世界の地震震源図を示します。二つを重ねると、プレートの境界



図一3 1901~1980年に起こったM6.0以上の地震の震央²⁾

が地震地帯であることに気がつきます。図一3は1901年から1980年までに日本の付近で起きたM6.0以上の地震の分布です。図一2と図一3から北海道、東北、関東地方の太平洋側は世界有数の地震多発地帯であることが分かります。なお図一3は、神戸ではここ100年くらいの間、大きな地震が起きていないことも示しています。

木造住宅はどんな地震被害を受けたか

ここでは、これまでに北海道で発生した地震被害の要因を分析し、さらに最近の大地震がもたらした住宅被害との関連性を推測します。

どんな建築物が被害を受けたのか

地震による建築物の被害要因は、ほぼ次の4点にまとめることができます。

- ①建物の耐震性能が低い（壁量不足、耐震壁の偏在、倒壊型復元力特性、老朽化）。
- ②建物の固有周期が地盤の卓越周期にほぼ一致し、共振に近い現象（擬似共振）が起きる。
- ③特殊地盤（軟弱地盤、崖地や沖積層平野のへりなどの不整形地盤）のため地盤振動そのものが大きい。
- ④地盤の変動（不同沈下を含む）が建物の破壊を誘因。



被害例一1 住宅外部〈音別町〉



被害例一1 同，内部〈音別町〉

地震被害の事例集

ここで、1993年釧路沖地震から1995年兵庫県南部地震までの被害例をこれらの要因と対比させてみます。

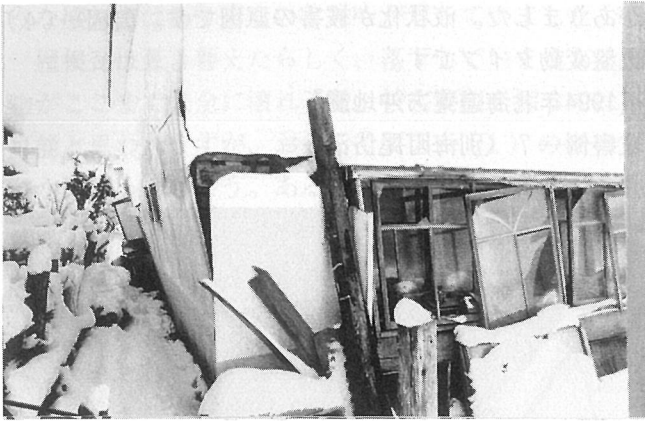
【1993年釧路沖地震】

被害例一1 〈音別町〉

一階の壁が「くの字」型に大きく傾斜し、倒壊寸前です。二階床位置での水平方向残留変形は、およそ45cmあります。残留変形角は約1/7。内部構造の破壊も著しく、また内装材（化粧合板）が大きく剥離しています。一階の壁量は十分なことと、地盤がかなり深い泥炭地なので、「要因一（2）強振動、一（3）擬似共振」の可能性が強いと思われます。なお隅角部の柱は、壁内結露のため腐朽していました。

被害例一2 〈白糠町〉

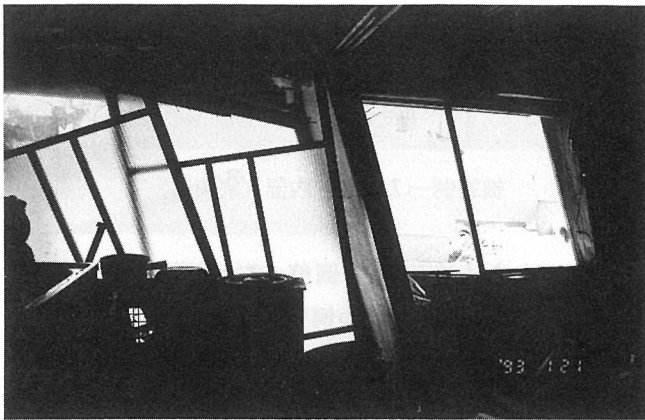
梁間方向は、一階の壁が極端に少なく、そのため大きく「くの字」に変形しています。二階床での残留変形はおよそ90cmあります。残留変形角は約1/3.5。いつ倒壊してもおかしくない状態です。被害要因は



被害例—2 住宅外部〈白糠町〉



被害例—4 造成地での地崩れ〈標茶町〉



被害例—2 同、内部〈白糠町〉



被害例—4 同、地崩れによる建物崩壊〈標茶町〉



被害例—3 倉庫、2階建て〈白糠町〉

面がまず「くの字」型の変形をし、その後、鉛直荷重に耐えきれずに倒壊したものと思われます。要因—(1)耐震偏在、倒壊形復元力特性の典型例です。被害例—4〈標茶町字シラルトロエトロ地区〉



被害例—5 住宅、不同沈下〈七飯町〉

「(1)一壁量不足」に当てはまります。

被害例—3〈白糠町〉

用途は倉庫ですが、耐震上重要な破壊形態なので、取り上げました。倉庫や店舗は一階の建築物前面に耐力壁がほとんど無いため、このように1階が崩壊、二階が残存というパターンがよくみられます。建物の前

沼地の上に火山灰で盛土した造成地での被害です。まず敷地が低地の方へ大きく崩れ（写真上）、それに伴って建物が崩壊しました（写真下）。典型的な「要因一（４）地盤変動」タイプです。



被害例一六 住宅、不同沈下〈上磯町〉

がありました。液状化が被害の原因です。要因一（４）地盤変動タイプです。

【1994年北海道東方沖地震】

被害例一七 〈別海町尾岱沼〉



被害例一七 同、内部〈別海町〉

【1993年北海道南西沖地震】

被害例一五 〈七飯町〉

基礎が沼地の方（右側）に沈下し、迫り出しています。そして、玄関周りの外壁は大きく傾いています。裏の沼地に液状化の跡があり、そのための不同沈下が原因とみられます。要因一（４）地盤変動（砂質地盤での液状化）に区分されます。

被害例一六 〈上磯町〉

基礎の不同沈下によって南面が大きく傾き、壁に亀



被害例一七 住宅外部〈別海町〉

建物が大きく変形し、倒壊寸前です。内部の写真（写真右）をみると、いつ倒壊してもおかしくない非



被害例一八 住宅崩壊〈芦屋市〉

常に危険な破壊パターンです。もし総二階であったら、確実に完全崩壊していたでしょう。変形の状況から、一階の壁量不足が被害要因と思われます。要因一（１）壁量不足

【1995年兵庫県南部地震（阪神大地震）】

被害例一八 〈芦屋市親王塚町〉

兵庫県南部地震で起きた「木造住宅崩壊」の典型例です。内部空間が全く残らない、極めて危険な破壊の形態で、この地震がおこる直前まで、日本ではこのよ

裂が発生しました。布基礎にも大きな亀裂が入っています（亀裂幅はどちらも約3cm）。南面庭に噴水の跡

うな壊れ方はないと誰もが思っていました。

屋根瓦は葺き替えたらしく、落下していません。建物がここまで完全に壊れると、被害要因を探るのは不可能と思われていますが、おそらく要因一(1)の中のどれかに入るでしょう。あるいは、それに「接合部の弱さ」が入るかも知れません。



被害例一9 住宅崩壊 (芦屋市)



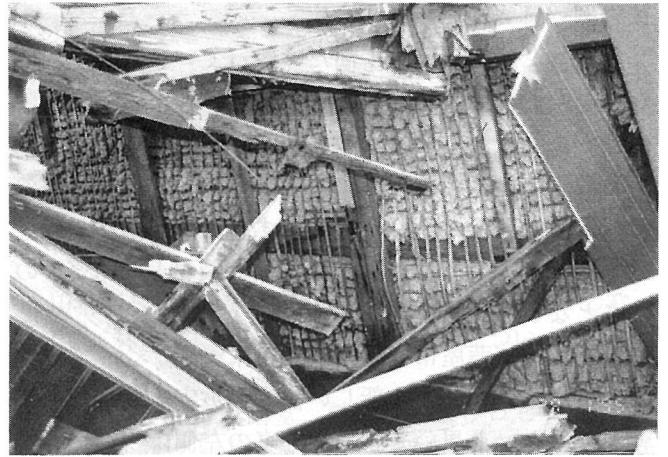
被害例一10 住宅、一階崩壊 (芦屋市)

被害例一9 (芦屋市津知町)

さらに激しい壊れ方です。屋根瓦と葺き土がすべて落下し、下地板が見えています。被害要因は全く分かりません。室内に空間の残らない、極めて危険な破壊形態です。

被害例一10 (芦屋市津知町)

比較的新しい木造モルタル二階建ての被害です。一階が完全崩壊し、二階が路上に投げ出されています。複数の被害要因があるものと思われていますが、それらを見いだすことはできません。ただ、残った二階



被害例一11 残された土塗壁 (神戸市東灘区)

の桁と一階柱の仕口が短ほぞ差しになっていて、金物使用の跡がなかったことから、上下動などの浮き上がりに対して抵抗力が弱い建物だったと思われます。



被害例比較 (年代別住宅被害例) (芦屋市楠町)



被害の見あたらない新しい住宅 (神戸市東灘区)

被害例—11〈神戸市東灘区〉

崩壊した建物の壁が1面だけ残っていました。内部からみた形になりますが、この地域の古い住宅の壁の構造がよく分かります。柱、間柱の間に小舞竹を回し、それに土を塗り込めています。土塗壁といわれるもので、耐震的にはかなり弱い壁です。建築基準法では柱三つ割り筋違(断面が9cm×3cmの製材)の1/3の強さとなっています。

被害例比較〈芦屋市楠町, 神戸市東灘区〉

最後に、古い住宅と新しい住宅の被害発生状況を比較してみたいと思います。上写真の左側は古い建物、右側が最近の建物、まん中がその中間の年代のものと思われます。左側の建物は屋根が大きく傾いているので、崩壊状態と思われます。右側の新しい建物は異常が見つからず無被害のようです。

まん中の比較的新しいモルタル壁の建物は、屋根瓦が一部落下し、被害は出ているものの、壁など構造体は無被害に見えます。

今回の神戸の地震では、建物の新旧で被害の傾向にある程度の違いが出ているように見えました。下の写

真は全く無被害の木造小屋裏三階建ての住宅です。窓が小さく、壁の多い建物で、北海道で最近建築されている住宅のデザインに似ているように思えます。

〈参考文献〉

- 1) “地球の科学(大陸は移動する)” 竹内 均, 上田誠也 日本放送出版会 1982.2.10
- 2) “地震の事典” 萩原尊禮監修 三省堂 1989.8.1
- 3) “日本列島の誕生” 平 朝彦 岩波新書148 岩波書店 1990.11.20

この講演は平成10年8月7日、北海道立林産試験場講堂でおこなわれた講演会「木を使った家づくり」—木質住宅の構造安定性と居住性—の中でおこなわれたものです。講演者と主催者(北海道立林産試験場と(社)北海道林産技術普及協会)の許可を得て掲載します。

WOODY クラフト

ジュエリーBOX

ドリーミーパーソン(旭川市)

樹 種:ウォールナット

サイズ(横):22cm

価 格:18,900円

クラシックでエレガント。象眼がそれを一層ひきたてます。

