

来るべき南海地震に対する建物の地震対策

清水建設株式会社 技術ソリューション本部

本部長 横田治彦

1 地震防災に関する最近の動き

1995年兵庫県南部地震から8年の歳月が過ぎ、大震災の記憶と地震防災の必要性の認識がややもすると低下しがちであるが、「災害は忘れた頃にやってくる」ことを心に銘記して、いつ発生するか予測できない自然災害に備えなければならない。神戸の地震以来、海外では1999年の台湾・集集地震(M7.7)、1999年のトルコ・コジャエリ地震(M7.5)は内陸直下地震の強い地震動と地表に現れた活断層による建造物の被害のすさまじさを現出した。また、台湾の地震では電力施設の被害が大都市の市民生活や経済活動に大きな影響を与え、地震防災上の大きな教訓を与えた。

日本では、2000年10月6日の鳥取県西部地震(M7.3)、2001年3月24日の芸予地震(M6.4)が相次いで発生し、軟弱な砂地盤の液状化による被害、造成地盤や斜面の地盤被害、建築の内装、2次部材の被害が注目された。国の中央防災会議では2002年4月に東海地震の震源域の見直しと震度予測、津波予測などの影響評価を行い、「東海地震に係る地震防災対策強化地域」の見直しが行われた。この結果、愛知県内にも新たに強化地域が指定され、自治体や企業では防災対策の見直しの動きが活発である。東海地震に引き続き、「東南海・南海地震防災対策特別措置法案」が2002年7月に成立し、今年に入ってから東南海・南海地震の想定震源域と震度分布、津波の予測などが発表された。

駿河トラフ、南海トラフ沿いのプレート境界型大地震は、過去の地震活動の歴史からおおよそ90～150年に一度の発生が予測されている。最新の活動から約60年経過して、次の巨大地震の発生確率が南海地震では30年以内で40%程度、50年以内では80%程度と発表されている(政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会、長期評価部会発表、2001年9月)。東南海地震では30年以内で50%程度、50年以内では80～90%程度と発表されている。西日本の広い地域では、東南海地震、南海地震の発生が次第に近づくと内陸型の地震の発生が活発になり、前述の兵庫県南部地震、鳥取県西部地震、芸予地震もこのような内陸地震の活動と見ることもできる。

2 企業の地震防災にかかわる取組

1995年兵庫県南部地震の後にいわゆる耐震改修促進法が制定され、既存建物の耐震診断やその対策としての耐震補強を促進する動きが活発となった。学校や地震後の対策拠点となる庁舎、消防、警察、病院などの耐震化とともに、企業では事務所建物、工場の建物の耐震診断と補強が進められてきた。最近では、企業のリスクマネジメントの一環として地震を始めとした自然災害に対する防災対策が本社の総務部など全社組織で進められるようになってきている。その背景として以下のような状況が考えられる。

- ・ 企業を取り巻く経営環境が厳しくなり、企業のリスクマネジメントに関する取組が強化されている。
- ・ 自然災害に関する情報開示が進み、インターネットなどによって誰でも災害情報が入手でき、一般市民の関心も高くなっている。
- ・ 国や自治体の災害対策には環境への配慮や経済的問題から限界があり、災害情報の開示と個人や企業レベルの危機管理の必要性が高まっている。
- ・ 不動産の証券化、PFI事業などが一般に知られるようになり、地震によるリスクやその対策などがない場合に事業に支障をきたすことがある。
- ・ 災害に強い企業、災害後も企業の責任が果たせる経営が評価される環境が整い始めている。
- ・ 東海地震、東南海・南海地震の震度予測などが公表され、内陸の活断層の調査結果も公表され、中央防災会議の活動など防災機運を高める活動が行われている。

以上のような状況から、東海地震や東南海・南海地震で大きな地震動と被害が予測される地域にある建物、事業所などだけでなく内陸の活断層の活動を警戒する企業から、防災（自然災害）、耐震、リスクマネジメントなどの相談、診断・調査、対策提案・実施などの依頼が増加している。

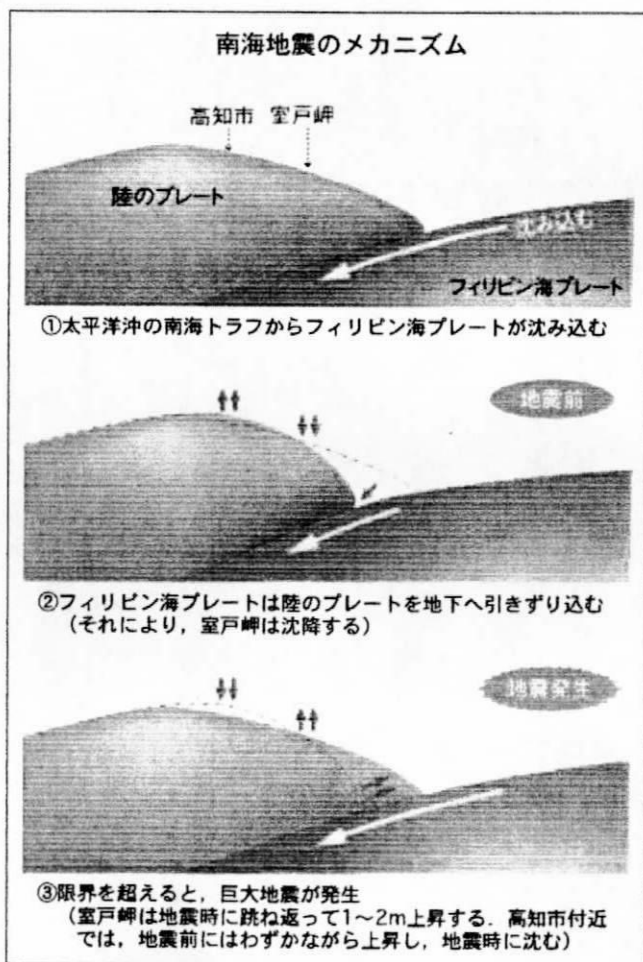
3 事業所の防災診断の事例

企業の防災にかかわる取組は、その企業の経営者の考え方、業種、企業の立地、社会的な影響度の大きさ、経営環境などによってさまざまである。防災診断の目的は、企業の防災担当の方々が、その企業の活動にそった最適な防災対策を実施できるように、専門的な知識、経験・技術を活かして「問題点の抽出」、「リスクの定量的評価」、「対策の立案」を行うことと考えている。その活動の事例を紹介する予定である。

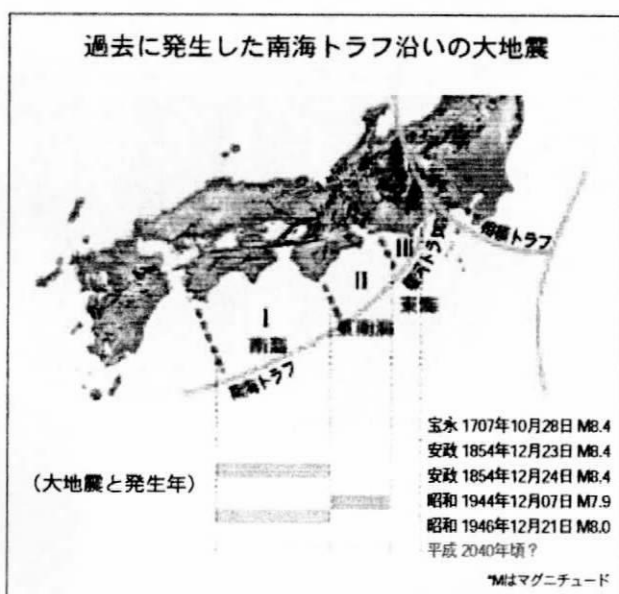
(以下添付資料を参照)

南海地震の特徴

- 歴史上9回の繰り返しが記録されている、世界でも稀な地震
- 西南日本の太平洋沿岸を襲う津波が特徴
- 繰り返しの間隔が90年～150年で、規則的に起こっている
- 東海地震に続いて起こることが多い



出典：「あした起きてもおかしくない大地震」(集英社)



南海トラフの地震の長期評価 政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会 長期評価部会発表 (H13.9.27)

- 発生の規模はマグニチュード8.4前後
(阪神・淡路大震災のマグニチュード7.2を大きく上回る)
- 昭和南海地震から次回までの推定発生間隔は90.1年 (1946年+90年=2036年)
- 将来の発生確率は、10年以内では10%未満、30年以内では40%程度、50年以内では80%程度

▶ 過去の南海地震における被害（高知における震度）

宝永地震（1707年）震度6（M8.4）

津波は四国で大きく、波高は20mに達する地点もあった。
1ヶ月後富士山大爆発。

安政東海地震（1854年）震度5（M8.4）

安政南海地震（1854年）震度6以上（M8.4）

高知市は沈下し、太平洋沿岸各地を津波が襲った。

東南海地震（1944年）震度4（M7.9）

南海地震（1946年）震度5（M8.0）

津波の被害はなかったが、高知市の広い地域
が海水に浸る。（地震時の沈み込みによる）



東南海・南海・安政・宝永地震の震度分布

出典：「地震がわかる」（朝日新聞社）

東南海・南海地震で重大な被害が予想されます

1995年1月阪神・淡路大震災での被害例

震度6～7の激しい揺れを受ける地域では、古い耐震設計基準で設計された建物や設備類は被害を受けやすくなり、人命や財産の喪失、企業活動の停止といった甚大な影響を被ることがあります。1995年1月に発生した阪神・淡路大震災がそれを証明しています。

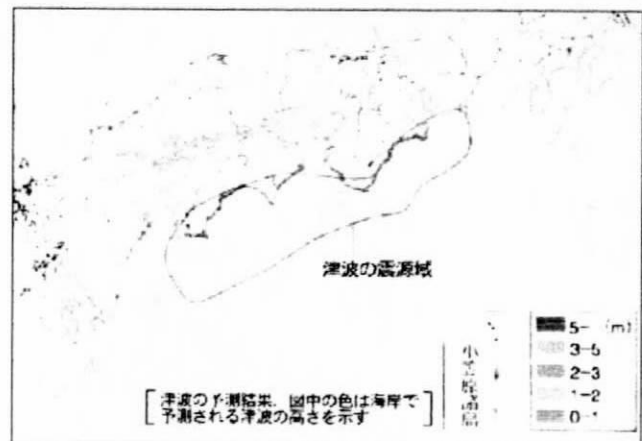


東南海・南海地震の発生が心配されています

歴史地震記録や現在の観測結果などから、東海地方を震源域とする地震発生は近いと言われていています。また、東海地震と連動して東南海地震、南海地震の発生も予想されています。



東南海・南海地震の想定震源域と震度分布

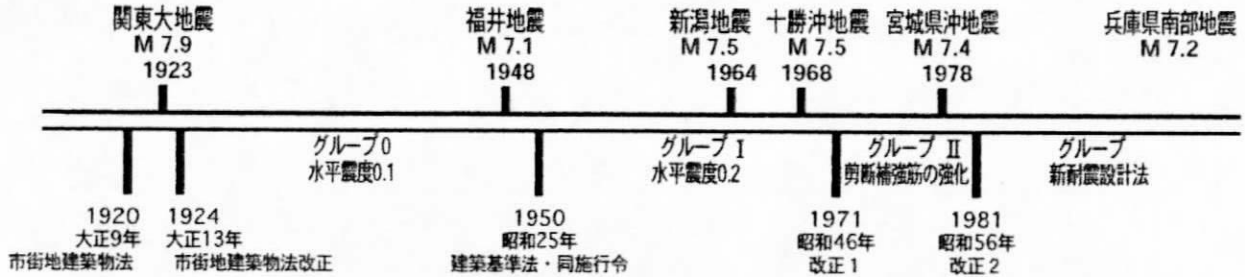


東南海・南海地震で想定される津波の震源域

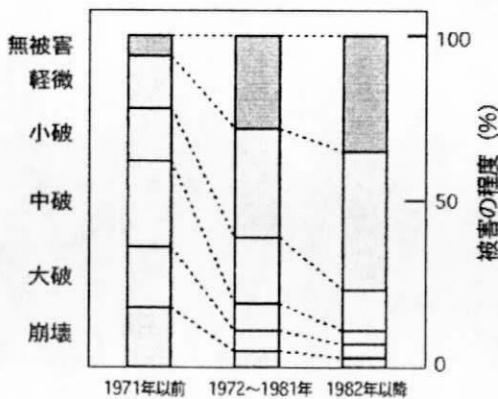
備えあれば憂いなし！大地震による被害を防ぐために耐震補強を！

大地震の経験をもとに耐震基準はより厳しいものに改正されてきました

日本の耐震基準は、過去の大地震の被害経験をもとに改正されてきました。1981年に改正された現行の新耐震設計法で設計された建物は、阪神・淡路大震災でも大きな被害は少なく、安全性が確認されました。



過去の大地震と建築基準法の変遷



阪神・淡路大震災における建物の建築年と被害状況の関係 (神戸市中央区JR三宮駅周辺)

1981年以前の旧耐震基準で設計された建物は、大破、崩壊など大きな被害を受ける可能性が高くなります。

旧耐震基準で設計された建物の耐震性を、現行基準で設計したものと同程度にすることが可能です。

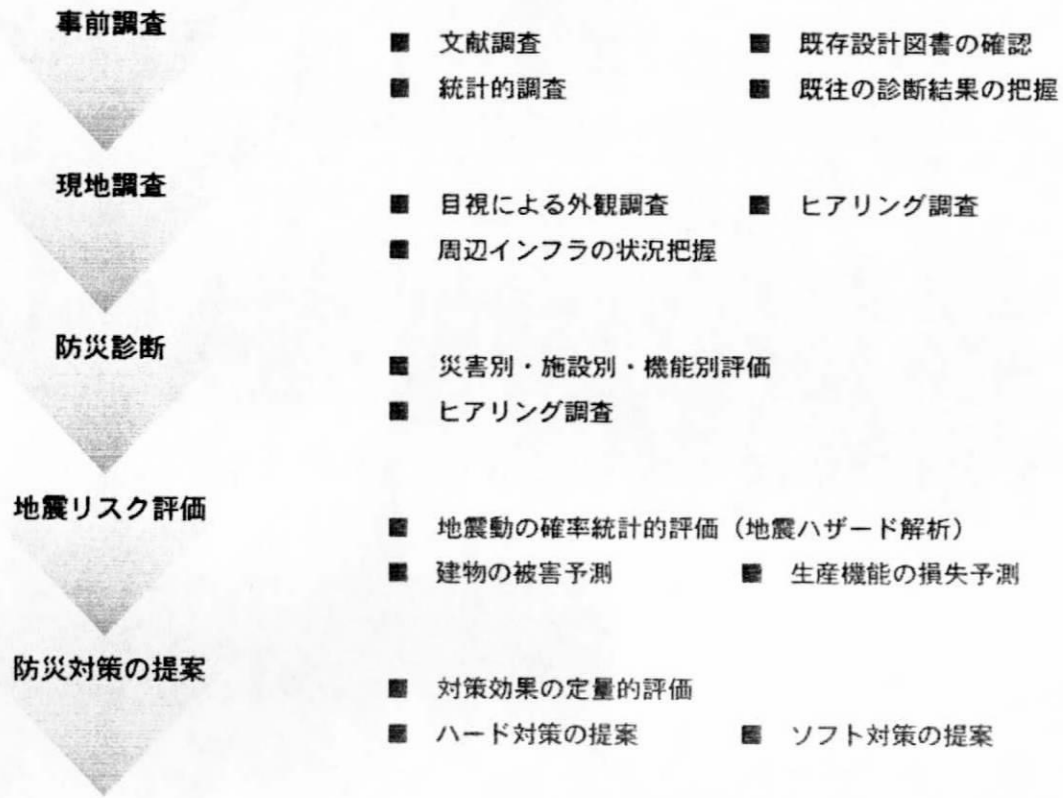
建物の耐震性の違いにより、大地震の時の被害程度が異なります

建物の被害モードは以下のように分類、定義されます。

被害軽微	小破	中破	大破	崩壊
柱・耐力壁・二次壁の損傷が軽微かもしくはほとんど損傷がないもの。	柱・耐力壁の損傷は軽微であるが、RC二次壁・階段室のまわりに、せん断ひびわれが見られるもの	柱に典型的なせん断ひびわれ・曲げひびわれ、耐力壁にせん断ひびわれが見られ、RC二次壁・非構造体に大きな損傷が見られるもの。	柱のせん断ひびわれ・曲げひびわれによって鉄筋が露出・座屈し、耐力壁に大きなせん断ひびわれが生じて耐力に著しい低下が認められるもの。	柱・耐力壁が大破壊し、建物全体または建物の一部が崩壊に至ったもの。

防災診断のフロー

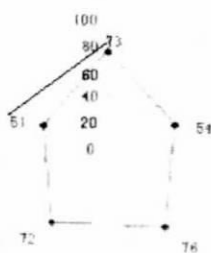
対象とする災害：地震・台風・洪水・落雷



防災診断による改善策の提案

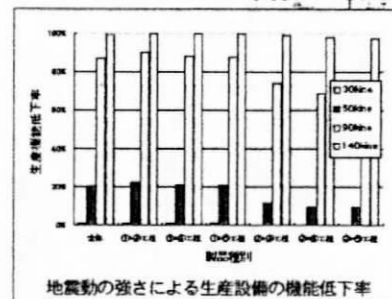
建物の耐震性評価に加え、建築設備や生産ラインなどの地震時の安全性、さらには施設の火災や人的安全性、機能維持についての評価を行い、総合的観点から施設全体を診断し、改善策をご提案します。
 (『簡易防災診断』もできます。短時間の現地調査で診断します。)

総合診断



地震防災診断例

人的安全性	51
構造安全	72
業務継続性	73
人的安全性	72
設備管理	76
総合診断	72



地震動の強さによる生産設備の機能低下率

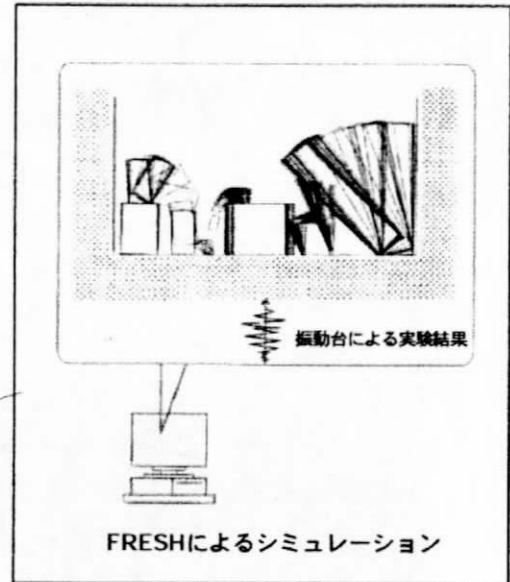
地震被害予測結果例

家具・設備機器地震時挙動

家具・設備機器地震時挙動解析システムは、建物内にある家具や設備機器などが、地震時の建物床の振動により動く様子をシミュレーションする解析システムです。この方法によると、地震時に複数の家具や設備機器が、滑ったり転倒したりする様子を精度よく予測することができます。

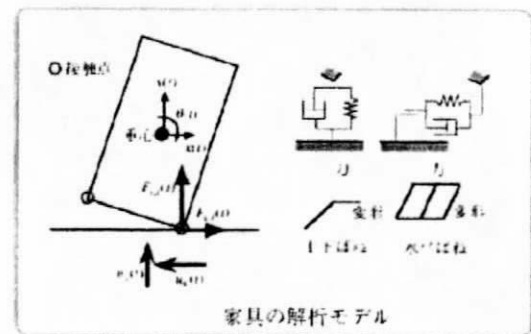
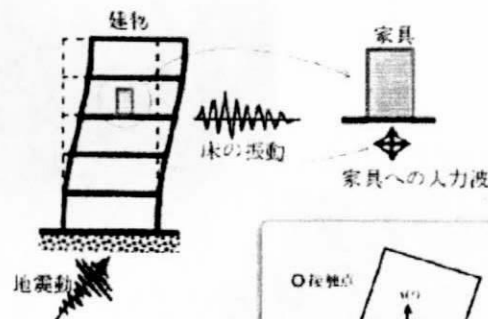


振動台による実験結果



解析方法

本システムでは、個々の家具類をそれぞれ剛体にモデル化したものに、地震時の建物床の振動（地震時応答波）を入力することで、地震時の家具類の挙動を求めます。具体的には、小さな時間間隔ごとの各々の家具類の動きを求め、床や他家具との接触判定をしながら、順次計算を進めていきます。



特徴

- (1) 各種転倒防止策の評価：
家具などの地震時挙動を精度よく解析できるため、各種転倒防止対策の有効性を評価できます。
- (2) 複数の家具の地震時挙動の把握：
複数の家具の相互の動きを考慮した解析ができるため実験を行わずに、比較的手軽に家具などの地震時挙動を把握することができます。
- (3) 振動台実験との組み合わせ：
振動台実験と組み合わせることで、特殊な家具や設備機器などに対する解析の精度をより高めることができます。