

平成7年兵庫県南部地震を踏まえた
原子力施設耐震安全検討会
報 告 書

平成7年9月

原子力安全委員会
平成7年兵庫県南部地震を踏まえた
原子力施設耐震安全検討会

1. はじめに

平成7年1月17日早朝に発生した平成7年兵庫県南部地震（以下、「兵庫県南部地震」という。）は、多数の犠牲者を出すとともに、土木・建築構造物等にも甚大な被害を引き起こした。

原子力施設の地震対策については、従来より厳格な安全審査を実施しているところであり、今般の兵庫県南部地震においても原子力施設に特段の影響はなかったところである。しかしながら、原子力施設の安全性の確認に万全を期すとの観点から、原子力安全委員会は、地震発生から2日後の平成7年1月19日に「平成7年兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会」（以下、「耐震安全検討会」という。）を設置し、安全審査に用いられる耐震設計に関する関連指針類の妥当性等について検討することとした。（別添－1参照）

本報告書は、耐震安全検討会における検討結果を取りまとめたものである。

2. 耐震安全検討会における検討の基本方針

耐震安全検討会における審議を進めるに当たっては、兵庫県南部地震から得られる科学的事実を可能な限り収集分析することが重要であり、さらに、様々な施設の被害状況等から原子力施設の耐震安全確保上参考となるものについて検討することが重要である。このため、地震諸元、地震発生メカニズム、断層活動、地震動、土木・建築構造物の被害等について、関係省庁、関連学会等の調査報告や関連文献を調査するとともに現地調査を実施することにより兵庫県南部地震の状況の把握に努めることとした。

これらにより現在までに総合的に把握された兵庫県南部地震の状況を踏まえ、検討すべき項目を摘出し、原子力施設の耐震設計に関する関連指針類の妥当性等を詳細に検討することとした。

その際、「3. (1)耐震設計に関する関連指針類」に述べるとおり、原子力施設の耐震設計の基本的な考え方は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下、「耐震設計審査指針」という。）の考え方に基本的に沿ったものであることから、「耐震設計審査指針」を検討することとした。その中でも、後述の「5. (1)検討すべき項目の摘出」に示すとおり、兵庫県南部地震の状況を踏まえ検討すべき事項の中心は、地震及び地震動の評価方法、鉛直地震力の評価方法等であり、これらは耐震設計上の重要度分類Aクラス（以下、特に断らない限りAsクラスを含むものとする。）の施設に係わるものである。これらAクラスの施設は、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から特に重要と考えられるものであることも併せて考えて、以下の検討では特にこのクラスの施設に関連するものについて重点を置くこととした。

なお、検討に当たっては、実際の耐震設計に用いられている手法を用いることとした。

3. 耐震設計に関する関連指針類の概要

(1) 耐震設計に関する関連指針類

原子力施設としては、発電用軽水炉、高速増殖炉、新型転換炉、試験研究用原子炉、核燃料施設（再処理施設、ウラン加工施設等）、放射性廃棄物管理施設、放射性廃棄物埋設施設等が挙げられる。

原子力施設は、「原子炉立地審査指針」（熱出力1万キロワット以上の陸上に定置する原子炉に適用）の「原則的立地条件」及び「核燃料施設安全審査基本指針」（以下、「核燃料基本指針」という。）の「立地条件」において、「大きな事故の誘因となる事象が起こることが考えられない」地点に立地すべきであるとされている。このような考え方のもとに、原子力施設の耐震設計は、各原子力施設ごとに以下のように定められている。

発電用軽水炉については、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」が適用され、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であることが定められている。また、その解説において、耐震設計については、「耐震設計審査指針」において定めるところによるとしている。

高速増殖炉については、「高速増殖炉の安全性の評価の考え方」が適用され、その中で、液体金属冷却高速増殖炉の特徴を十分踏まえた上で「耐震設計審査指針」を参考とすることとしている。

水冷却型試験研究用原子炉については、「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針」が適用され、その中で、「耐震設計審査指針」を参考にして求めた適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計とすることとしている。

核燃料施設については、「核燃料基本指針」に基づき、安全上重要な施設は、その重要度により耐震設計上の区分がなされるとともに、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査等を参照して、最も適切と考えられる設計用地震力に十分耐える設計であることとしている。

再処理施設については、「核燃料基本指針」の定めるところを基本とし、「再処理施設安全審査指針」が適用され、その中で、発電用原子炉施設との機器・設備等の違いを踏まえ、再処理施設の耐震設計上の施設別重要度分類を独自に定めた上で、耐震設計評価法及び荷重の組み合わせと許容限界につ

いて、「耐震設計審査指針」のそれぞれの該当項目を適用するものとしている。

ウラン加工施設については、「核燃料基本指針」の定めるところを基本とし、「ウラン加工施設安全審査指針」が適用され、その中で、ウラン加工施設の機器・設備及び建物・構築物の特徴を踏まえ、耐震設計上の重要度分類を行った上で、原則として静的設計法によることとしている。

放射性廃棄物管理施設については、「廃棄物管理施設の安全性の評価の考え方」に基づき、再処理施設、ウラン加工施設等の各施設の上記指針類を適用することとしている。

放射性廃棄物埋設施設に関しては、「放射性廃棄物埋設施設の安全審査の基本的考え方」が適用され、その中で、「耐震設計審査指針」における耐震設計上の重要度分類のCクラスの施設に対応するものとしている。

なお、原子炉施設の設置予定場所の地質、地盤に関する審査は、「原子力発電所の地質、地盤に関する安全審査の手引き」に基づき行われる。

上述の通り、原子力施設の耐震設計審査については、「耐震設計審査指針」を、該当する指針類において適用又は参考とすること等としているもの並びにウラン加工施設のように独自に指針を定めているものがある。ウラン加工施設については、当該施設の核燃料物質の取扱い量や取扱う形態、内蔵する放射エネルギー、潜在的危険性等を踏まえれば、基本的な考え方は、「耐震設計審査指針」の相当するクラスの考え方と同一とみなすことができるので、「耐震設計審査指針」の考え方に基本的に沿ったものである。

(2) 「耐震設計審査指針」の概要

「耐震設計審査指針」は、昭和53年に発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、当時の原子力委員会が、その設計方針の妥当性を評価するために地震学、地質学等の知見を工学的に判断して、それまで耐震設計に用いてきた考え方等を体系的に取りまとめたものである。その後、原子力安全委員会は、建築基準法の改正を受け、昭和56年に一部を改定した。

本指針の「基本方針」によれば、

- ① 発電用原子炉施設は、想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有するように設計を行うこと、
 - ② 建物・構築物は原則として剛構造にするとともに、重要な建物・構築物は岩盤に支持させること、
- としている。

発電用原子炉施設については、耐震設計上の施設別重要度を、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点からA、B、Cクラスの施設に分類し、さらにAクラスの施設のうち特に重要な施設はA_sクラスの施設としている。

Aクラスの施設は、その機能喪失により外部への放射性物質の放散の影響が大きなもの、Bクラスの施設は、その機能喪失により外部への放射性物質の放散の影響が比較的小さいもの、Cクラスの施設は、A・Bクラス以外であって一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいものとしている。また、Aクラスの施設は、静的地震力と動的解析による地震力を考慮することとし、B・Cクラスの施設は、静的地震力を考慮することとしている。

静的地震力については、以下のように定めている。

Aクラスの施設のうち、建物・構築物については、層せん断力係数 $3.0C_1$ * から求まる水平地震力と震度 0.3を基準に求められる鉛直震度から算定される鉛直地震力を静的地震力とし、機器・配管系についてはAクラスの建物・構築物に対する層せん断力係数の値から得られる水平震度及び鉛直震度のそれぞれの 1.2倍から求まる地震力を静的地震力として耐震設計を行うこととしている。B・Cクラスの施設のうち建物・構築物については、それぞれ層せん断力係数 $1.5C_1$ 及び $1.0C_1$ から求まる地震力を静的地震力とし、機器・配管系については各クラスの建物・構築物に対する層せん断力係数の値から得られる水平震度の 1.2倍から求まる地震力を静的地震力として耐震設計を行うこととしている。

* C_1 : 層せん断力係数 C_1 は標準せん断力係数を 0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

動的解析に用いられる地震力については、以下のように定めている。

Aクラスの施設は、敷地周辺で想定される最大の地震に対応する設計用最強地震によって敷地にもたらされる地震動（基準地震動 S_1 ）に耐えるよう設計される。さらに、Aクラスのうちでも特に重要な施設（A_sクラス）については、敷地周辺で起こり得る限界的地震に対応する設計用限界地震によって敷地にもたらされる地震動（基準地震動 S_2 ）に対してその安全機能が保持できるよう設計される。なお、これら基準地震動は敷地の解放基盤表面*において定義される。

また、Aクラスの施設に対しては、設計用最強地震及び設計用限界地震による水平地震力と基準地震動の最大加速度振幅の1/2の値を鉛直震度として求めた鉛直地震力とを同時に不利な方向に作用させて耐震設計することとしている。

設計用最強地震及び設計用限界地震は、以下のように想定することとしている。

設計用最強地震（基準地震動 S_1 をもたらす地震）とは、その敷地において予想し得る最大の地震で、

- ① 過去の歴史地震のうち敷地またはその周辺に影響（震度V以上）を与えたと考えられる地震であって、近い将来再び起こり敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれがある地震、
- ② 近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震、

のうちから最も影響の大きいものを選定する。

設計用限界地震（基準地震動 S_2 をもたらす地震）とは、設計用最強地震を上回り、地震学的見地からはその敷地において想定し得る限界的な地震として、工学的見地からの検討も加えた上で想定しているもので、具体的には、

*解放基盤表面：概ね第三紀層又はそれ以前の堅牢な岩盤で、著しい風化を受けておらず、かつ著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりのある面であって、その面上に表層や構造物がないものと仮定したものをいう。

- ① 敷地周辺の活断層による地震のうち発生する可能性を考慮しておくものとして仮定する上限の地震、
 - ② 地震地体構造（地震規模・震源深さ、発震機構・地震発生頻度など地震の発生の仕方に共通の性質を持った地域の地質構造）に基づき想定される地震、
 - ③ マグニチュード（M）6.5の直下地震、
- のうちから最も影響の大きいものを選定する。

ちなみに、中央防災会議は、今般の兵庫県南部地震を受けて、平成7年7月18日付けで「防災基本計画」¹⁾を発表した。この中で土木構造物、各種施設の耐震性確保の基本的考え方として、

- ① 供用期間中に1～2度発生する確率を持つ一般的な地震動に際しては機能に重大な支障が生じないこと、
 - ② 発生確率は低い直下型地震又は海溝型巨大地震による高レベルの地震動に際しても人命に重大な影響を与えないこと、
- としている。

さらに、構造物・施設等のうち、一旦被災した場合に生じる機能支障が、災害応急対策活動等にとって著しい妨げとなるおそれがあるもの、また多数の人々を収容する建築物等については、重要度を考慮し、高レベルの地震動に際しても他の構造物・施設等に比べ耐震性能に余裕を持たせることを目標とするものとしている。

発電用原子炉施設では、上記よりはさらに厳しい設計用最強地震及び設計用限界地震による2種類の地震動を考慮している。

耐震安全性の評価方法としては、以下の荷重の組合せと許容限界の考え方を採用している。

すなわち、Aクラスの施設に対しては、通常作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と基準地震動 S_1 による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。なお、機器・配管系に関しては、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重も考慮する。

A_sクラスの施設に対しては、上記荷重に加えて通常作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と基準地震動 S_e による地震力との組み合わせに対して、当該施設が十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、妥当な安全余裕を有していることなどが求められる。なお、機器・配管系に関しては、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重も考慮する。

B・Cクラスの施設に対しては、通常作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

以上のとおり、発電用原子炉施設の耐震設計については、想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を持たせること、また、建物・構築物は原則として剛構造とするとともに、重要な建物・構築物を岩盤に支持させることを基本方針として、重要な施設については一般構築物の耐震設計に用いられる静的地震力よりさらに大きい静的地震力に耐えるとともに、過去の地震や活断層などから最大の影響を与える地震を想定すること、また水平地震力に加え鉛直地震力を考慮することなどにより、厳しい耐震設計を行うこととなっている。

（別添－２参照）

（参考文献）

1）中央防災会議：防災基本計画，平成7年7月

4. 兵庫県南部地震の状況及び得られた知見

兵庫県南部地震については、多数の研究者や関連機関によって調査報告がなされているところであるが、これまでの調査報告から原子力施設の耐震安全性を考える上で参照すべき知見をまとめると以下のとおりである。

(1) 地震の諸元及び特徴

気象庁による兵庫県南部地震の諸元は次のとおりである。

発震時：1995年（平成7年）1月17日 午前5時46分

震 央：北緯 $34^{\circ} 36'$ 、東経 $135^{\circ} 03'$

深 さ：14km

マグニチュード：7.2

本地震は、その震源メカニズム解（第4-1図）及び余震分布状況（第4-2図）から、東西圧縮による右横ずれ断層によるものであるとされている。本地震にともない、淡路島北部の西岸には右横ずれが卓越した地表地震断層が発見されており、この地震断層は既知の活断層である野島断層に沿って出現している。

本震後の余震分布は、北東-南西方向の線上に第4-2図に示す既知の活断層の密集帯（以下、「六甲-淡路断層帯」という。）とほぼ一致しており、六甲-淡路断層帯の全長に及んでいる。このうち北東端部では、余震はこの断層帯と緩やかに斜交する有馬-高槻構造線を越えておらず、南西端では淡路島を横断する志筑断層付近に及んでいるが島の南部までには至っていない。また、主な余震についても震源メカニズム解が求められているが、本震をはじめ主な余震のメカニズム解はいずれも東西圧縮の右横ずれ断層を示し、活断層の変位のセンスと一致している。

また、本地震の発震機構に関係が深いと考えられる本震直後約1日間の余震分布（第4-3図）を参照すると、余震は本震の震央をほぼ中心とした約40kmの範囲に分布すると推定され、六甲-淡路断層帯の全長より明らかに短くなっている。断層の破壊過程に関しては、遠地の地震記録の解析結果から、淡路島北部の西岸から神戸市にかけての第4-1図に示す総延長35kmから45kmの断層が3段階に分かれて活動したとされており¹⁾、震源断層の破壊は、

明石海峡の地下で始まり、北東方向及び南西方向に進行したものであるとされている。これらのことから、本地震は、六甲－淡路断層帯の一部が変位して発生したものとみられる。

なお、本地震は内陸の浅い地震としては比較的大規模であったにもかかわらず、震源断層の北半部では地表に顕著な変位（地表地震断層）を現していない。また、六甲－淡路断層帯の変位の主成分は右横ずれであるが、副成分としての上下変位は、本土側では西側隆起が優勢であり、淡路島の西海岸（野島断層）は東側が隆起している。

(2) 地震による被害状況

兵庫県南部地震は、M7.2の大規模な地震が地殻の浅部で発生し、大被害を発生させたいわゆる「直下型地震」であった。

消防庁等の調査では、本地震により、5千5百人を超える死者、4万人を超える負傷者を出すとともに、土木・建築構造物等にも甚大な被害が発生し、鉄道や道路の高架橋が破壊、落下、転倒するなどといった被害や、木造建築物、鉄骨造建築物、鉄筋コンクリート造建築物等40万棟近い建物の被害がみられた²⁾。特に、鉄骨造構造物には、一部脆性的な破壊による被害が発生している³⁾。また、地震後に発生した火災により7千棟を超える家屋が全半焼し⁴⁾、湾岸部や埋立地では広範囲に地盤の液状化が発生した。

気象庁は、第4-4図に示すように、淡路島北部から宝塚市にかけての地域について1948年福井地震後に震度Ⅶが制定されて以来初めて震度Ⅶと判定した。神戸市須磨区から西宮市にかけては帯状に震度Ⅶの地域が分布している。この帯状の地域は、既知の活断層とはやや離れてその南側に平行に広がっている。

このような被害の帯状分布については、伏在の断層によるとする報告⁵⁾もあるが、比較的表層の地盤の影響によるとする報告が多い。このような被害の集中の原因を解明するため、本震直後から被害集中地域を横断する余震観測が実施されている。その観測結果から、既存の断層域の北側の岩盤地域及び南側でも岩盤の至近地域では地震動は相対的に小さく、さらに南の被害集中地域では地震動は大きく増幅され、その卓越周期は木造住宅や中低層の鉄

筋コンクリート造建築物の固有周期と一致することが被害集中の一因と考えられるとされている⁶⁾。(第4-5図、第4-6図)

液状化による被害としては、地盤沈下、地盤の側方流動に伴う港湾の被害、埋設物の被害、橋脚の損傷等が発生したが、杭基礎で洪積層に支持させている建築物には顕著な被害は見られていない。

土木構造物、建築物等の被害の原因については、当初、被災した土木構造物、建築物が震源に近く上下動が大きかったことから鉛直地震力を原因とする推測がなされていたが、原因等の調査が進むにつれて鉛直地震力の影響よりも水平地震力が主たる原因であるとする見解が強まっている。また、構造物の被災の原因の1つとしては、衝撃的な力が作用した可能性があるといわれているものの確証は得られていない。これらについては、引き続き関係省庁の調査検討会、学会等において原因等の調査が行われている。

鉄道施設耐震構造検討委員会⁷⁾によると、新幹線高架橋の被害に関し、今回の地震は、地域によって加速度のみならず変位や速度も非常に大きなものであり、さらに、高架橋等の固有周期に近い卓越周期を有していたため、構造物には、かなり厳しいものであったと推定される。今回の地震による高架橋の柱の被害はせん断破壊によるものと推定され、地震による被害は地震応答解析結果によると鉛直地震力の影響よりも水平地震力による影響が主体的であると推定されとしている。

兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会⁸⁾によれば、道路橋の被害については、昭和46年以前の示方書を適用して建設された路線に被害が大きく、昭和55年以降の示方書を適用して建設された路線の方が比較的被害が小さかったこと、また、破壊のメカニズムはコンクリート橋脚の鉄筋の段落し部に曲げクラックが発生し、これを起点にせん断クラックが進展し倒壊に至ったもので、被害状況調査、地震応答解析等から、被災の主要原因は設計を上回る大きな水平地震力を受けたことと考えられるとしている。

建築震災調査委員会⁹⁾は、各種建物の被害及びその原因等について経過報告を行っている。これによると、古く老朽化した木造建築物は総じて被害が大きく、鉄骨造建築物や鉄筋(鉄骨)コンクリート造建築物の被害建築物の多くは昭和56年制定の現行耐震設計法以前の建築物であるとし、また、新し

い建物でもピロティのある場合において、1階ピロティ部の層破壊、ピロティ部のせん断破壊等の被害がみられたとされ、今後の対応としては、特定階や平面計画において弱点が生じないようなバランスを考慮し、かつ余裕のある設計、丁寧な施工及び綿密な検査の励行等の提言がなされている。

ちなみに、建築基準法については、現行の「仕様規定」から、「性能規定」へ総合的に見直すための検討が開始されている。これは、現在の建築基準法の構造体系は、材料や寸法などを細かく定めた「仕様規定」を多く含んでいるが、これまでの技術開発の進展などを背景に、地震に対する安全性などの建築物に必要な性能を実現する方法は多様化しつつあるため、建築基準法の構造体系を、必要とする性能を規定する「性能規定」へ総合的に見直すものとされている。なお、原子力施設の耐震安全性については、「耐震設計審査指針」において重要度分類ごとに規定される地震力に耐える設計とすることを求める体系となっていることから、性能規定的な性格を既にもっていることとみなすこともできる。

(3) 地震動の特性

① 地震動の観測記録

兵庫県南部地震では、気象庁、関西地震観測研究協議会等の各種機関によって本震時の強震動が観測されている。しかし、これらのほとんどは表層地盤上における観測値であり、「耐震設計審査指針」のいう解放基盤表面上の地震動に直接対比できる観測値はほとんどみられない。

本地震による地震動は、その主要動の継続時間は10秒以下と短いものであったが、宝塚市から神戸市までの地域における水平動の最大加速度は、神戸海洋気象台の818ガルをはじめとして、各地で500ガルから800ガルと非常に高い値を示している。また、水平動の最大速度についても、関西地震観測研究協議会が設置した神戸大学の観測点で、NS方向に55カインという大きな値を記録している。

上下動についてみると、神戸市のポートアイランドの地表部において水平動を上回る556ガルの大きな最大加速度が観測されている。第4-7図～第4-10図に主な観測波形と最大加速度を示す。

② 地震動の特徴

兵庫県南部地震では、非常に大きな水平動が観測されている。本地震による地震動について、本震時に観測された各地の水平動の最大加速度及び最大速度と、最大振幅の経験的な予測手法である既往の距離減衰式（福島・田中による式等）との比較がなされている⁶⁾。比較の結果（第4-11図、第4-12図）によると、今回観測された最大加速度及び最大速度は断層からの距離が近い場合は大きく、断層からの距離が遠くなるに従って小さくなっており、経験式と比較すると、最大加速度については経験式の標準偏差の範囲にほぼ含まれ、最大速度については種々の地盤条件をパラメータにした経験式の範囲にほぼ入っている。本文献では、兵庫県南部地震の地震動に関して、最大振幅については、これまでの地震と比べて特に異なるものではなかったとしている。

また、今回の地震においては、水平動とともに上下動も大きな最大加速度が観測されており、また上下動の最大加速度が水平動の最大加速度の0.5倍以上であった観測値も少なくない。上記の地震動に関する文献⁶⁾によると、上下動が水平動を上回る観測点は、海岸近くや河川敷など軟弱な地盤が多く、ポートアイランドの埋立地盤の記録から水平動は上下動に比べて強震動時に地盤の非線形性の影響をより大きく受けているとの指摘がなされている。

今回の地震の周波数特性については、神戸海洋気象台で観測された地震動の応答スペクトルと既往の強震動記録の応答スペクトルを比較すると、第4-13図に示すように、本地震による地震動は、周期1秒付近の比較的長周期側で卓越した地震動であることがうかがわれる。このような地震動の特徴は、(株)松村組技術研究所で得られた岩盤での観測記録（第4-14図）の応答スペクトルにおいてもみられる。

(参考文献)

- 1) 菊地正幸：遠地の地震記録による震源メカニズム，「1995年1月17日兵庫県南部地震調査速報会」記録，日本第四紀学会，1995年
- 2) 消防庁調べ（平成7年5月23日 10:30 集計）
- 3) 建築学会近畿支部鉄骨構造部会：1995年兵庫県南部地震鉄骨造建物被害調査報告書，1995年5月
- 4) 菅原進一：阪神・淡路大震災から学ぶべきもの，1995年度日本建築学会大会（北海道）総合研究協議会資料，日本建築学会，1995年
- 5) 嶋本利彦他：神戸市・芦屋市・西宮市における地震被害と推定地震断層，「1995年1月17日兵庫県南部地震調査速報会」記録，日本第四紀学会，1995年
- 6) 入倉孝次郎：兵庫県南部地震の強震動と被害の関係，土質工学会・阪神・淡路大震災報告会講演概要集，1995年
- 7) 鉄道施設耐震構造検討委員会：鉄道施設耐震構造検討委員会第一次中間とりまとめ，1995年
- 8) 兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会：中間報告書，1995年
- 9) 建設省住宅局建築指導課，住宅生産課：平成7年阪神淡路大震災建築震災調査委員会中間報告書，1995年7月28日

五助橋断層から須磨断層にかけての活断層は、さらに明石海峡をとおり淡路島北部に連続していると考えられる。明石海峡の断層については、既往の文献によっても、洪積世から現世にかけての地殻変動の影響でいくつかの断層が主として北東から南西に走っていること、これらの断層には淡路島北部の仮屋断層とほぼ同じ位置のもの及び野島断層の東北東延長上に位置するものが含まれていること、明石海峡では野島断層と仮屋断層が六甲方向に延びながら収斂し六甲山地からの断層と会合することなどが、海上音波探査記録に基づいて示されている。

淡路島の活断層群については、野島断層が活動度B～A級で低位段丘を変位させているとされているものの、六甲山地南東麓の活断層と比較すると総じてその活動性は低く、仮屋断層や野島断層等の南西延長部は、不明瞭なりニアメント、あるいはそれと並走する活動性の低い活断層となり、志筑断層でその延長が断たれる。

これらの結果から、六甲山地南東麓から淡路島北部までの活断層群から想定される地震規模については、有馬－高槻構造線を北東端とし、六甲山地南東麓から徐々に活動性を低下させながら淡路島北部に至る一連の活断層群を評価することとなり、その延長を上記と同様に「新編・日本の活断層」から判読すると約55kmであり、松田の式によりM7.7の規模の地震が活断層群の中央($\Delta = 16\text{km}$)に想定されることとなる。

また、有馬－高槻構造線から想定される地震規模については、「新編・日本の活断層」による長さ44kmを同様に考慮すればM7.6($\Delta = 25\text{km}$)の規模が想定されることとなる。なお、松田(1995)⁵⁾によれば、同構造線の近辺に分布する活断層を合算した有馬－高槻断層帯の長さは53kmとされており、M7.7の規模が想定されることとなる。

(参考資料参照)

(c) 地震地体構造上想定される地震

阪神・淡路地域近辺において地震地体構造の見地から想定される地震としては、内陸部の地震では、この地域で発生する地震の上限規模はM7^{3/4}⁶⁾とされており、活断層との関連から六甲山地南東麓から淡路島北部の活断層群の位置にM7^{3/4}($\Delta = 16\text{km}$)の地震が想定されること

となる。

また、海域の地震では、上限規模は $M8\frac{1}{2}$ とされており⁶⁾、フィリピン海プレートに関連する地震として、1707年五畿・七道の地震の位置に $M8\frac{1}{2}$ ($\Delta = 180\text{km}$) の地震が想定されることとなる。

(d) 直下地震

「耐震設計審査指針」に基づき、安全性に万全を期すとの観点から直下地震 ($M6.5$) を耐震設計上考慮する。

(e) 「耐震設計審査指針」に基づき想定される地震と兵庫県南部地震の比較

「耐震設計審査指針」に基づき阪神・淡路地域において想定される地震を第5-2表に示す。また、阪神・淡路地域近辺において想定される地震の評価地点への影響を第5-3図に示す。

以上の検討から、評価地点に最も大きな影響を与えるものは、(c) の六甲山地南東麓から淡路島北部の活断層群における $M7\frac{3}{4}$ の地震 (T-1) となる。これは、六甲-淡路断層帯の活動を原因として発生した兵庫県南部地震 ($M7.2$) を上回ることから、「耐震設計審査指針」に従った地震の評価方法は、兵庫県南部地震に照らしても、その妥当性が損なわれるものではないと判断される。

② 地震動の評価

「耐震設計審査指針」では、基準地震動の策定に当たっては地震のマグニチュード及びエネルギーの放出の中心から敷地までの距離等を十分に考慮することとしており、震源付近の地震動特性の評価方法に関しては「解放基盤表面の地震動の水平方向における最大速度振幅は、地震動の実測結果に基づいた経験式あるいは適切な断層モデルに基づいた理論値を参照して定めることができる。」としている。

ここでは、「耐震設計審査指針」に基づき①で想定した地震から、評価地点にもたらされる解放基盤表面上の地震動を「耐震設計審査指針」の考え方に基づいて耐震設計で用いられる地震動の標準的評価手法により作成し、「耐震設計審査指針」の妥当性について検討した。

(a) 阪神・淡路地域において想定される地震動

阪神・淡路地域において①で想定される主な地震により解放基盤表面

上にもたらされる地震動を応答スペクトルの形で試算した。この場合において、地震動の応答スペクトルは、岩盤における標準的手法である大崎の方法⁷⁾及び評価地点が震源付近の場合に通例用いられる断層モデルにより求めた。大崎の方法により求めた地震動の応答スペクトル及び評価地点が震源域内に含まれる地震のうち、最も大きな地震動をもたらす $M7\frac{3}{4}$ の内陸の地震についての断層モデルに基づく地震動の応答スペクトルを第5-4図に示す。

なお、断層モデルに基づいた地震動は小林・翠川の手法⁸⁾により第5-3表に示す断層パラメータ⁹⁾⁻¹¹⁾を用いて求めた。

(b) 阪神・淡路地域において想定される地震動と兵庫県南部地震による地震動の応答スペクトル

兵庫県南部地震の際に神戸市灘区六甲台町の神戸大学で観測された地震動記録の応答スペクトルを阪神・淡路地域において想定される地震（内陸部の地震、 $M7\frac{3}{4}$ ）によって解放基盤表面上にもたらされる地震動の応答スペクトルと比較して第5-5図に示す。

阪神・淡路地域において想定される地震動の応答スペクトルは、神戸大学で観測された地震動の応答スペクトルに対して、全体的に大きめの値となっている。長周期側において、神戸大学の記録が部分的に多少上回るところはあるが、

① 神戸大学の記録は、地震計が設置されているトンネルのコンクリート床の直下に浅い埋戻土又は表層土があり、その下に約41mの厚さで風化された花崗岩が分布していることを現地調査でも確認しており、「耐震設計審査指針」でいう岩盤上の記録ではないので、表層地盤の増幅などの影響が考えられること、

② 原子炉施設の安全上重要な建物・構築物、機器・配管系は原則として剛な構造であり、これらの固有周期は短周期側に集中していること、

などから、地震動の評価方法の妥当性が損なわれるものではないと判断される。

以上により、原子炉施設の地震及び地震動の評価は、地震のマグニチュード及びエネルギーの放出の中心から敷地までの距離等を十分に考慮して、地震動の実測結果に基づいた経験式や断層モデルに基づいて行われることとなっており、兵庫県南部地震に照らしても、その妥当性が損なわれるものではないと判断される。

(3) 「耐震設計審査指針」の鉛直地震力の評価

「耐震設計審査指針」によると、Aクラスの施設の耐震設計に当たっては、設計用最強地震及び設計用限界地震による水平地震力と基準地震動の最大加速度振幅の1/2の値を鉛直震度として求めた鉛直地震力とを同時に不利な方向に組合せて作用させるものとし、鉛直震度は高さ方向に一定としている。

このような鉛直地震力の考え方の妥当性について、兵庫県南部地震で得られた観測記録の分析結果や施設の構造特性等を勘案しつつ、施設の耐震性確保の観点から検討を行った。

① 兵庫県南部地震における上下動の観測値

兵庫県南部地震による観測記録を収集・整理し、上下動と水平動の比について分析した。収集した記録は、科学技術庁防災科学技術研究所の強震速報¹²⁾、鉄道総合技術研究所のJR地震情報 No.23b¹³⁾及びNo.23c¹⁴⁾に記載されているもの並びに運輸省港湾技術研究所、大阪工業大学、関西電力(株)、大阪ガス(株)、(株)大林組、(株)竹中工務店、(株)松村組等で観測されたもの¹⁵⁾である。

一般に、軟弱な表層地盤がある場合、表層地盤の非線形性や液状化により、水平方向の加速度の増幅が抑えられ、上下方向の加速度が相対的に大きくなる場合があるといわれている¹⁶⁾。今回の地震においても、収集した観測記録の中には、上下動が水平動を上回るものもみられるが、ポートアイランドのように埋立地盤上で得られた記録では、表層の軟弱地盤の非線形性の影響が著しいため、水平方向の加速度が減衰する一方、上下方向の加速度は減衰しないため、鉛直／水平の比が相対的に大きくなっていることが指摘されている¹⁷⁾。このような傾向は上下方向で大きな加速度が観測された他の地点でも同様のことがいえると考えられる。

また、収集した観測記録の中には、高層ビルの地下階で得られた観測記録などのように構造物の影響を強く受けていると考えられるものもある。

上記のことを踏まえ、埋立地盤の観測記録、構造物の影響が大きいと思われる観測記録を除いた 125 点の観測記録に対して上下動と水平動の比について分析を行ったところ、上下動と水平動の最大加速度振幅の比は、第 5 - 6 図に示すように平均的にほぼ $1/2$ を下回る結果が得られた。

また、最大速度振幅及びスペクトルインテンシティ*¹⁸⁾における上下動と水平動の比は、第 5 - 7 図、第 5 - 8 図に示すように平均的に 0.4 程度となった。

② 「耐震設計審査指針」における鉛直地震力の評価

(a) 「耐震設計審査指針」における鉛直地震力の考え方

「耐震設計審査指針」では、A クラスの施設の耐震設計に当たって、基準地震動の最大加速度振幅の $1/2$ の値を鉛直震度として求めた鉛直地震力を考慮することとし、さらに鉛直地震力と設計用最強地震及び設計用限界地震による水平地震力を同時に不利と考えられる方向に組合せて作用させることで、施設に負荷される水平地震力が最大となる時点において保守的に鉛直地震力を負荷して施設の耐震性を評価することを求めている。

上下動と水平動の両方向の地震動が作用する場合、一般に上下方向と水平方向の地震動の最大加速度の生起時刻及び施設の上下方向と水平方向の振動特性の差などにより両方向の最大応答の発生時刻が異なる。そこで、上下方向と水平方向の地震動の最大加速度の生起時刻の差に関して検討するために、今回の地震で収集した記録のうち、時刻歴波形の得られている 23 点を対象として、水平方向の最大加速度の発生時刻における水平方向に対する上下方向の加速度振幅の比を分析した。その結果、平均値は 0.1 程度、最大値は 0.3 程度となり、 $1/2$ を大きく下回ることとなった。(第 5 - 9 図)

* スペクトルインテンシティ：擬似速度応答スペクトルを周期 0.1 秒から 2.5 秒まで積分した値

(b) 建造物の設計における鉛直地震力

一般に地震時の建造物の設計を支配するのは水平地震力であり、鉛直地震力の影響は小さいものと考えられており¹⁰⁾、各種建造物の設計基準をみても建築基準法をはじめとして、鉛直地震力を規定していないものが多い。兵庫県南部地震では大きな水平動と共に場所によっては大きな上下動が観測されているが、この地震による建造物の被害についても、上下動の影響はあったとしても主たる原因は大きな水平動であった^{20) 21)}との報告がある。

原子炉施設の場合、建物・構築物は原則として剛構造とすることとしている。具体的には、建屋は、遮へい上の要求と大きな設計用水平地震力により、バランスよく配置された厚い壁で構成される鉄筋コンクリートの壁式構造が主体であり、一般建築物と比べて水平方向、上下方向とも非常に剛な構造となっている。なお、壁量が多いために、常時発生している応力度は許容応力度に対して非常に小さい値となっており、上下方向の地震力に対しても一般建築物より大きな安全余裕を有しているといえる。

また、原子炉施設には、容器、ポンプ等の機器類及び配管類があるが、圧力容器等の容器は円筒殻等のシェル構造となっており上下方向の剛性が高く、ポンプ等は剛体の建造物である。また、配管は水平方向だけでなく上下方向及び斜め方向にも適切に支持されており、揺れにくい構造となっている。なお、配管系の上下動応答に着目した(財)原子力発電技術機構で実施している耐震信頼性実証試験によれば、上下動による影響が小さいことが確認されている。

このように、原子炉施設はその構造から全体的にみて上下方向には特に剛性の高い構造となっており、上下動による原子炉施設の耐震安全性に与える影響は小さいとみなすことができる。

したがって、今回の地震による建造物の被害の主たる原因は大きな水平動であると考えられていること、原子炉施設が上下方向に特に剛性の高い構造であること、上下動と水平動の最大値の発生時刻の差異などを

考慮すると、「耐震設計審査指針」における鉛直地震力についての考え方は兵庫県南部地震に照らしても、その妥当性が損なわれるものではないと判断される。

なお、原子炉施設の耐震設計に当たっては、施設の設計用減衰定数の保守的な評価等に基づく水平地震力の算定で十分な裕度を持たせているので、鉛直地震力と組み合わせた全体の地震力は十分大きな裕度を持ったものであると考えられる。

③ まとめ

兵庫県南部地震で得られた観測記録の分析結果、原子炉施設が上下方向に特に剛性の高い構造であること等を勘案しつつ、耐震設計上の観点から検討した結果、「耐震設計審査指針」の鉛直地震力の評価は、兵庫県南部地震に照らしても、その妥当性が損なわれるものではないと判断される。

(4) 「耐震設計審査指針」の活断層評価及び直下地震の規模に係る考え方

「耐震設計審査指針」では、「活断層」とは第四紀（約 180 万年前以降）に活動した断層であって、将来も活動する可能性のある断層をいうとしている。耐震設計上考慮すべき活断層の評価に当たり、「耐震設計審査指針」では、「活断層の性質（発生する地震の規模や頻度等）は断層ごとに著しい差異があり、すべての活断層を等しく考慮に入れることは实际的でない。例えば今後活動する可能性があるとはいえ、大地震発生の可能性が極めて低い活断層に対して、再びそれが発生することを予期するのは、工学的見地からは必ずしも適切とはいえない。したがって活断層を考慮する場合には、その活動度を評価しその大小に応じた考慮を行うものとする。」として、評価期間を 5 万年としている。今回の地震は、六甲－淡路断層帯に関連したものであるが、その活動度については、神戸側の活断層の活動の再来期間は従来の文献²²⁾では、約 2000 年と推定されていること、及び地震により変位を現した野島断層については、地震後の発掘調査によれば、12 世紀以降に変位したことが報告されている²³⁾。このように今回活動したとされる活断層の活動の再来期間は 5 万年より短く、活断層の評価期間を 5 万年としている「耐震設計審査指針」の考え方は、兵庫県南部地震に照らしても、その妥当性が損な

われるものではないと判断される。

また、「耐震設計審査指針」では、活断層が認められない場合においてもM6.5の直下地震による地震動をも基準地震動 S_2 に含むとしている。兵庫県南部地震はいわゆる「直下型地震」としてM7.2の規模の地震が生じたものであるが、この地震は六甲山地南東麓から淡路島北部にかけての既知の活断層が密集する六甲－淡路断層帯に沿って発生したものであること、及び「5. (2)「耐震設計審査指針」の地震及び地震動の評価」で詳述したように、この断層帯からは兵庫県南部地震の規模M7.2をも上回る規模の地震が想定されることから、兵庫県南部地震に照らしても、この直下地震を想定する考え方の妥当性が損なわれるような知見は得られていない。

(5) まとめ

以上、「耐震設計審査指針」について、兵庫県南部地震の状況を把握し、これを踏まえて、摘出した「耐震設計審査指針」の考え方のなかで検討すべき事項について詳細に検討を加えた結果、兵庫県南部地震を踏まえても我が国の原子力施設の耐震安全性を確保する上で基本となる指針の妥当性が損なわれるものではないとの結論を得た。

(参考文献)

- 1) 宇佐美龍夫：「新編 日本被害地震総覧」，東京大学出版会，1991年
- 2) 宇津徳治：「日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：1885年～1980年」，東京大学地震研究所彙報，Vol.57，1982年
- 3) 宇津徳治：「日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：1885年～1980年（訂正と追加）」，東京大学地震研究所彙報，Vol.60，1985年
- 4) 活断層研究会：〔新編〕日本の活断層，東京大学出版会，1991年
- 5) 松田時彦：陸上活断層の最新活動期の表，活断層研究会，活断層研究，No.13，1995年
- 6) Omote, S. et al. : Japanese Practice for Estimating the Expected Maximum Earthquake Force at Nuclear Power Plant Site, Bulletin of the New Zealand Nat. Soc. for Earthquake Eng., 1980, Vol.13
- 7) 大崎順彦：Guideline For Evaluation of Basic Design Earthquake Ground Motion, 1979.
- 8) 小林啓美，翠川三郎：A SEMI-EMPIRICAL METHOD FOR ESTIMATING RESPONSE SPECTRA OF NEAR-FIELD GROUND MOTIONS WITH REGARD TO FAULT RUPTURE, Proceedings of the Seventh European Conference on Earthquake Engineering，1982.
- 9) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震第2輯，Vol.28，1975年
- 10) 佐藤良輔編著：断層パラメーターハンドブック，鹿島出版会，1989年
- 11) 青木治三・村松郁栄：御母衣ー外山側線に沿う近畿・四国地方の地殻構造 地震第2輯，Vol.27，1974年
- 12) 科学技術庁 防災科学技術研究所：強震観測事業推進連絡会議 強震速報No.46 1995年1月17日 平成7年(1995年)兵庫県南部地震，1995年2月
- 13) 鉄道総合技術研究所 ユレダス推進部：JR地震情報 No.23b 1995年兵庫県南部地震による最大加速度の分布及び被害について，1995年2月
- 14) 鉄道総合技術研究所 ユレダス推進部：JR地震情報 No.23C 1995年兵庫県南部地震による地震動記録波形と分析，1995年2月
- 15) 日本建築学会 1995年兵庫県南部地震災害調査速報 1995年3月

- 16) Bager Mohammadiouum & Pecker : Low-Frequency Transfer of Seismic Energy by Superficial Soil Deposits and Soft Rocks, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol.12, 1984.
- 17) 入倉孝次郎ほか：強地震動予測に関する総合的研究，平成6年度科学研究費補助金研究成果報告書，1995年3月
- 18) Housner, G.W. : Spectrum Intensities of Strong Motion Earthquakes, Proceedings of the Symposium on Earthquakes and Blast Effects on Structures, Earthquake Engineering Research Institute, 1952.
- 19) 武藤 清：耐震計算法，丸善，1963年
- 20) 鉄道施設耐震構造検討委員会：鉄道施設耐震構造検討委員会第一次中間とりまとめ，1995年
- 21) 鈴木哲夫ほか：平成7年（1995年）兵庫県南部地震被害調査報告書，大林組技術研究所，1995年3月
- 22) Matsuda, T. : Active faults and damaging earthquakes in Japan - macroseismic zoning and precaution fault zones, Earthquakes Prediction, An International Review American Geophysical Union, 1981.
- 23) 科学朝日，1995年6月

6. おわりに

当検討会は、耐震設計に関する関連指針類を概観した上で、兵庫県南部地震で得られた知見を踏まえて検討項目を摘出し、検討を行った。その結果、原子力施設の耐震設計を規定する関連指針類について、兵庫県南部地震を踏まえても、その妥当性が損なわれるものではないことを確認した。

しかしながら、原子力関係者は、これに安住することなく、耐震設計において常に最新の知見を反映するなど、原子力施設の耐震安全性に対する信頼性を一層向上させるため引き続き努力していくことが必要である。

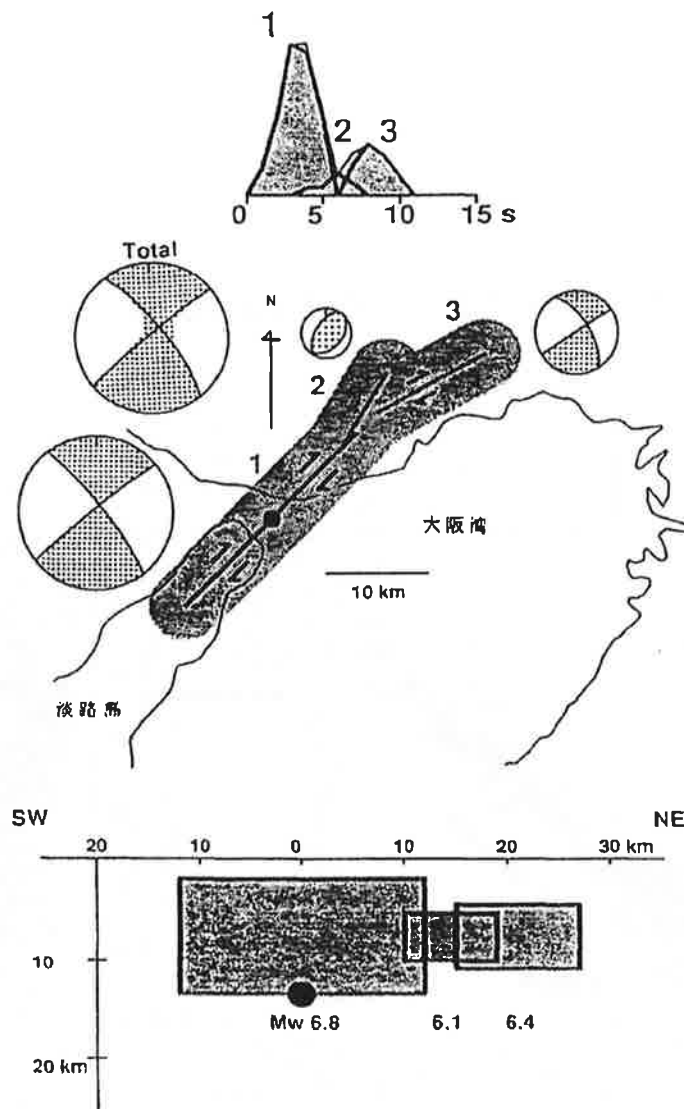
すなわち、

- (1) 兵庫県南部地震により、断層の活動様式、地震動特性、構造物の耐震性に係る貴重な知見が得られたことを真摯に受け止め、今後ともその調査、分析に努めるとともに、関係学会や関係試験研究機関等の調査研究や他分野での耐震基準に係る議論を踏まえつつ、こうした調査、研究、検討の成果を原子力施設の耐震設計へも適切に反映させる。
- (2) 耐震設計の一層の高度化を図るため、
 - ① 兵庫県南部地震を含めた地震に係る観測データの収集分析、
 - ② 断層の破壊の進展と地震波の伝播などを考慮した設計用地震動の策定手法の調査・研究、
 - ③ 施設の弾塑性応答、三次元的挙動、限界耐力など、原子力施設の地震時構造健全性評価解析手法の調査・研究、
 - ④ システム全般に着目した耐震安全裕度の評価に係わる調査・研究を進めるなど、調査研究及び試験研究を一層充実させる。なお、原子力施設等安全研究専門部会での研究年次計画の策定に際しては、兵庫県南部地震の知見を十分反映させる。
- (3) 原子力発電施設耐震信頼性実証試験等の、原子力施設の耐震性の実証を一層充実させる。
- (4) 耐震技術や地震工学の知見など、耐震設計についての情報を広く一般に提供するとともに、国際交流及び国際的な共同研究にも努める等努力を行う。

原子力施設は、耐震安全性に限らず、十分な安全水準を確保するとともにさらにその安全性について国民の理解を得ることが重要であることは論を待たない。原子力関係者は、原子力施設の耐震安全性について、不断の努力を行い、なお一層の国民の信頼感の醸成に努めることが引き続き求められている。

平成7年兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会構成員

氏 名	役 職
会長 小島 圭二	東京大学教授
大竹 政和	東北大学教授
岡田 恒男	東京大学教授
垣見 俊弘	(助)原子力発電技術機構特別顧問
岸田 英明	東京理科大学教授
櫻井 春輔	神戸大学教授
柴田 碧	横浜国立大学教授
渡部 丹	東京都立大学非常勤講師



(上) 震源時間関数

(中) 3つのサブイベントのメカニズム図（下半球等積投影）と断層線の空間分布

(下) 北東-南西断面図

第4-1図 兵庫県南部地震の震源モデル

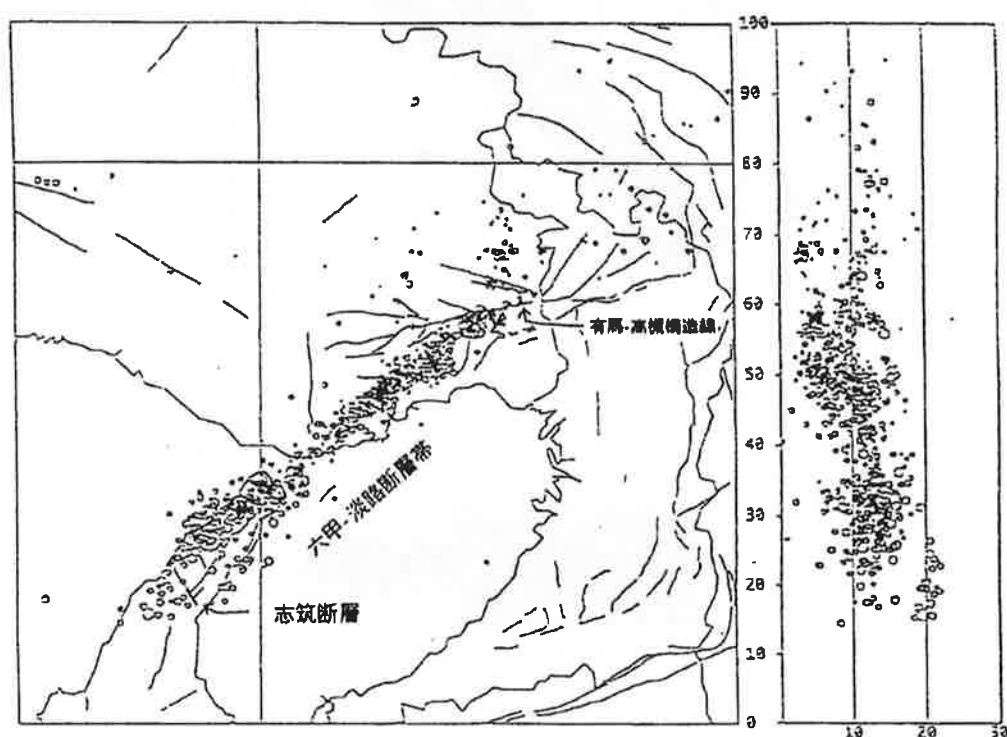
（菊地正幸：「遠地実体波による震源のメカニズム」，
月刊地球号外・1995年兵庫県南部地震より）

注) 図中のモーメントマグニチュード M_w とは、地震モーメント M_0 (Nm) から次の式によって定義されるマグニチュードである。

$$\log M_0 = 1.5 M_w + 9.1$$

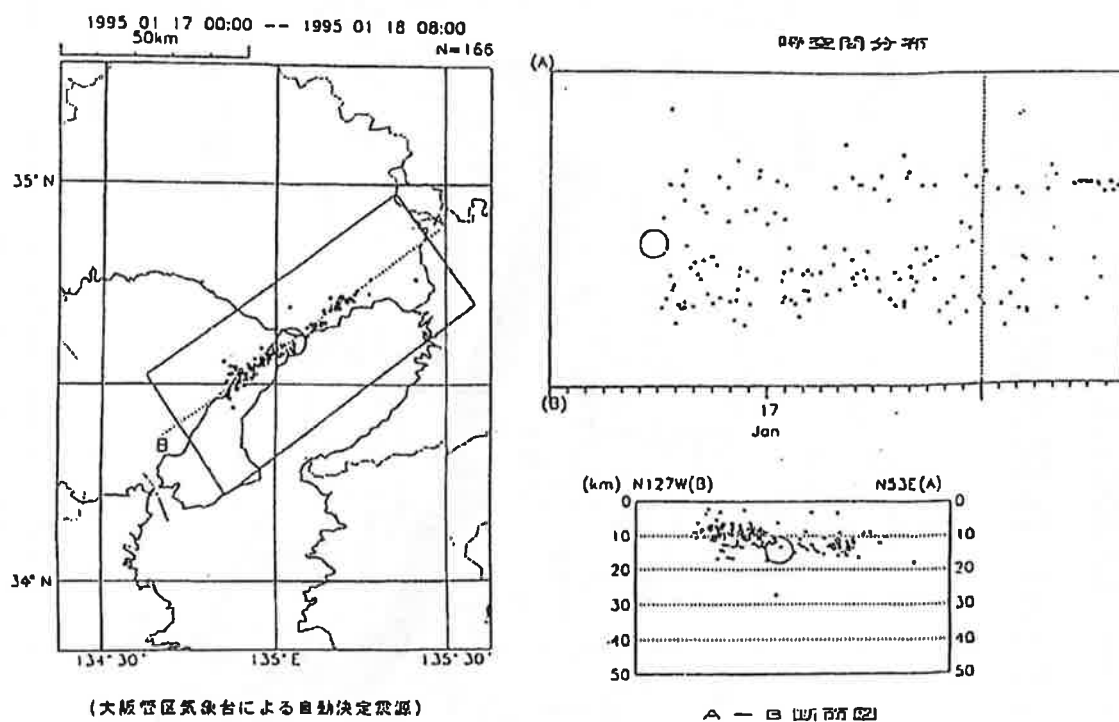
なお、地震モーメント M_0 とは、断層付近の岩の硬さを表すせん断弾性係数 μ に断層のくい違い量 D_0 と断層面積 S を掛け合わせたものである。（ $M_0 = \mu \cdot D_0 \cdot S$ ）

1/19 16:00 ~ 1/27 23:59



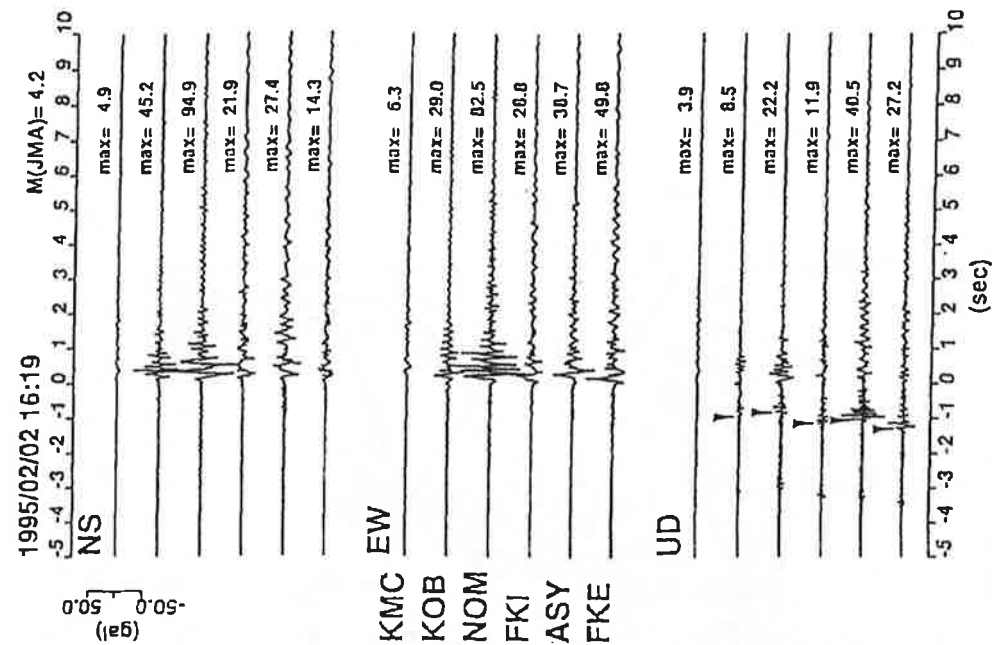
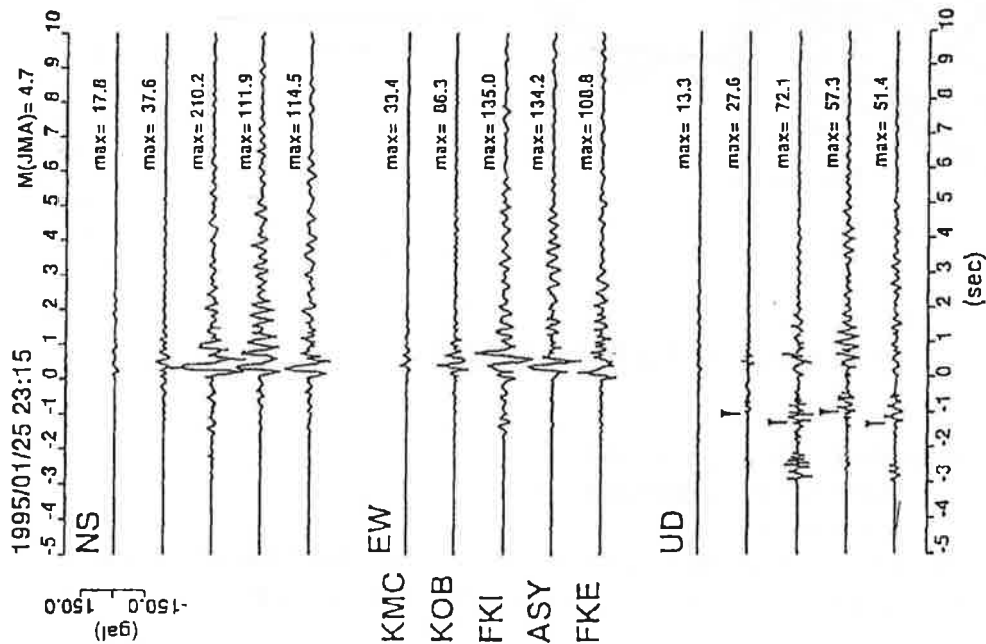
第4-2図 約10日後までの余震分布と活断層（東大地震研究所による）
（土質工学会・阪神大震災報告会講演概要集の図に一部加筆）

兵庫県南部地震の余震の震源分布



第4-3図 本震後約1日間の余震分布（大阪管区気象台）

（土質工学会・阪神大震災報告会講演概要集より）



第4-6図 観測波形例、左：1月25日23時15分、右：2月2日16時19分、

観測波形は全て地動加速度にしている（フィルターは15HzのLPF）

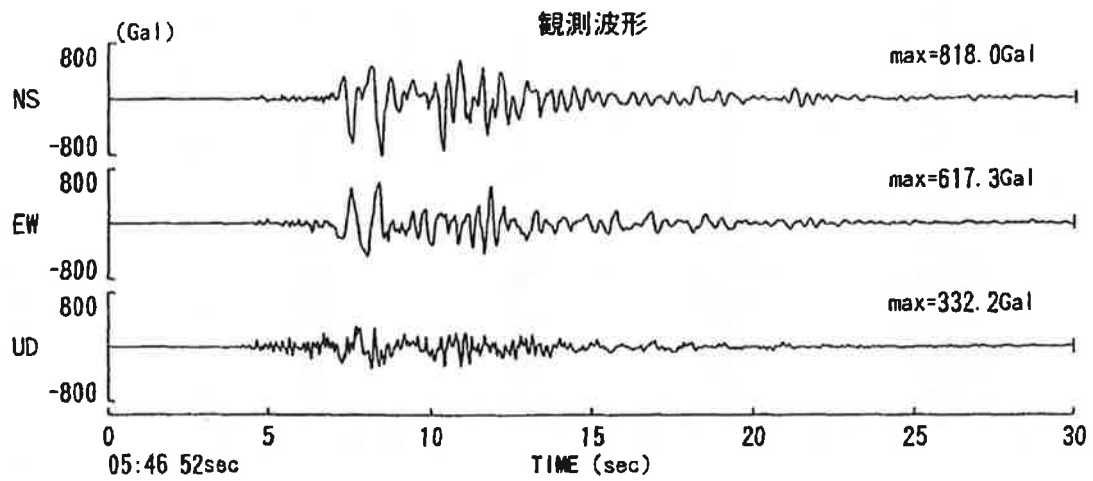
（人倉孝次郎：「兵庫県南部地震の強震動と被害の關係」， 注）図中の記号は以下の地点を示す。

土質工学会・阪神大震災報告会議演義要集より）

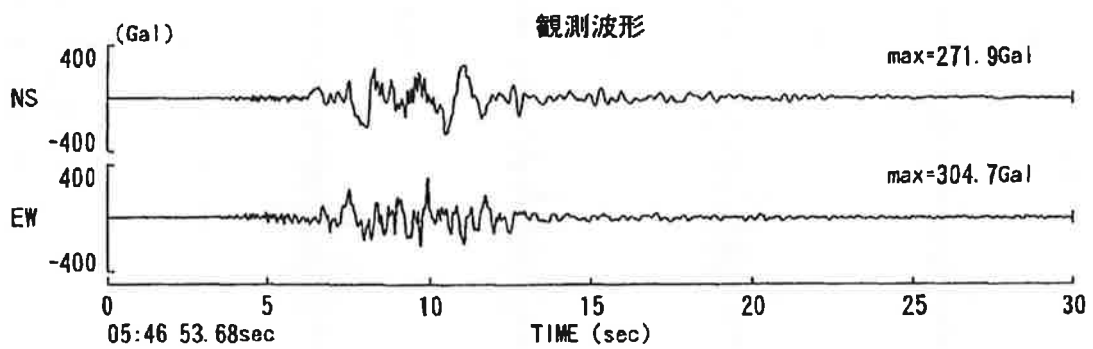
KMC：神戸薬科大学，KOB：神戸市立本山第一小学校，

NOM：神戸市立本山第二小学校，FKI：神戸市立福池小学校，

ASY：芦屋市立精進小学校，FKE：神戸商船大学

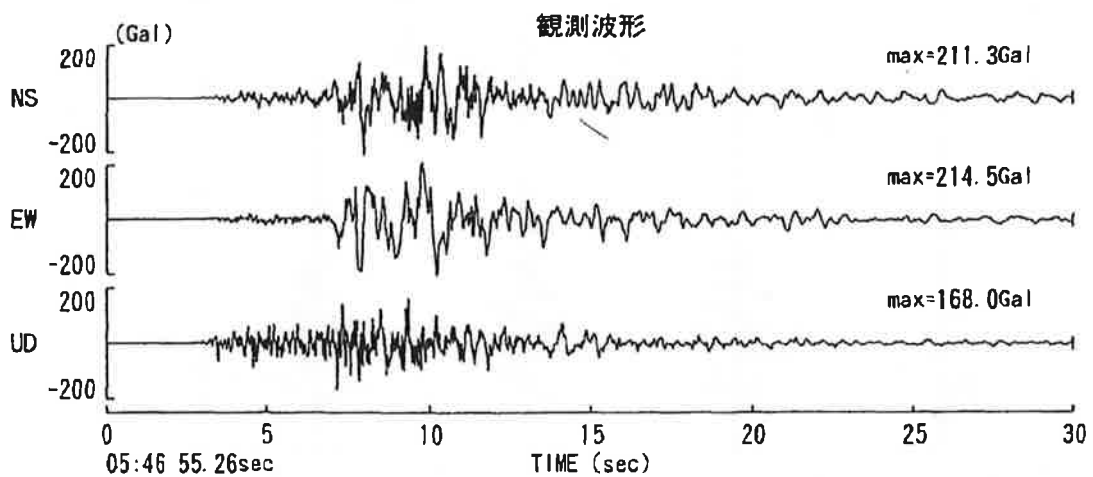


第 4 - 7 図 神戸海洋気象台の加速度記録

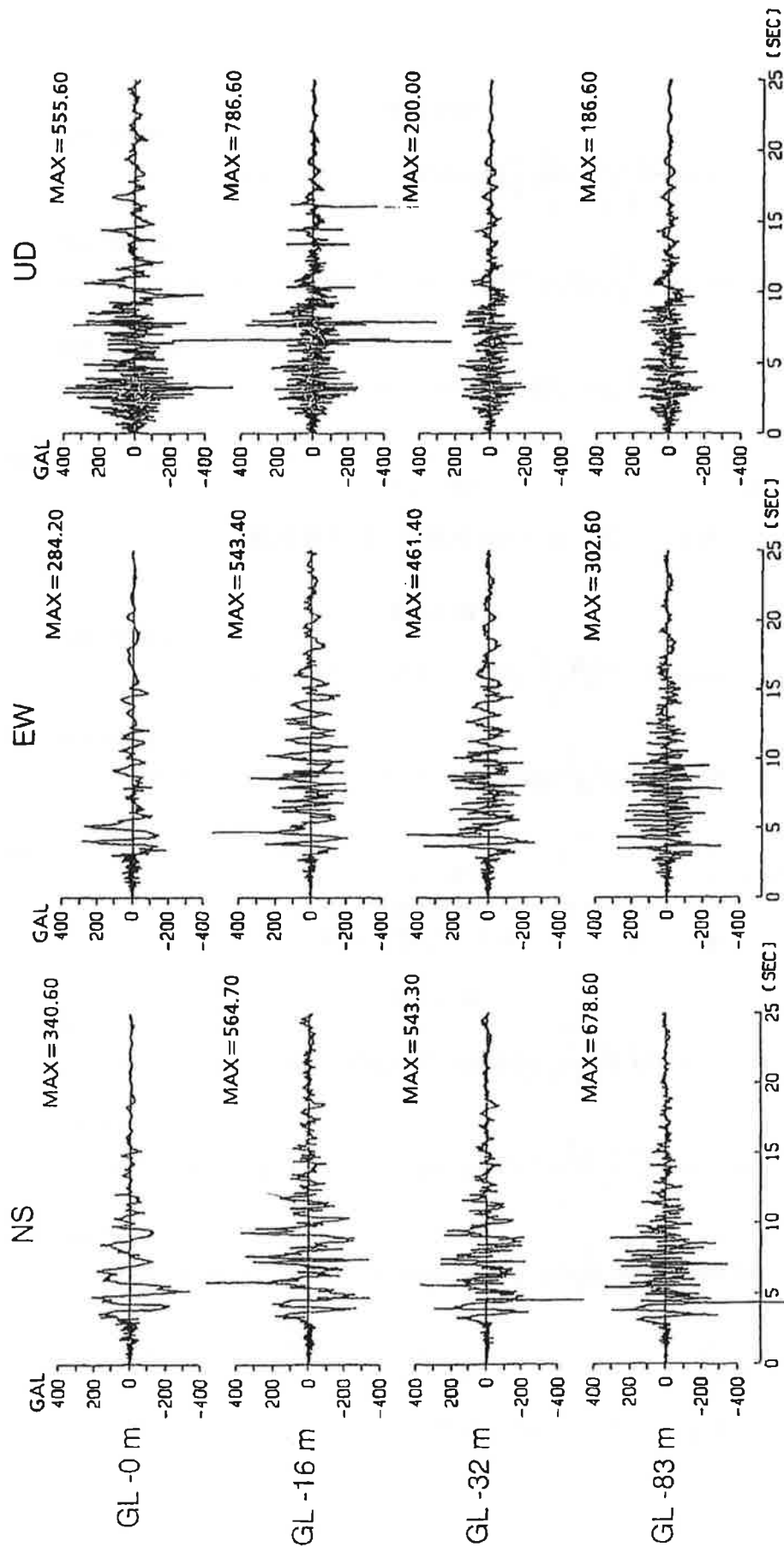


注) 速度記録を微分して加速度記録とした。

第 4 - 8 図 神戸大学の加速度記録

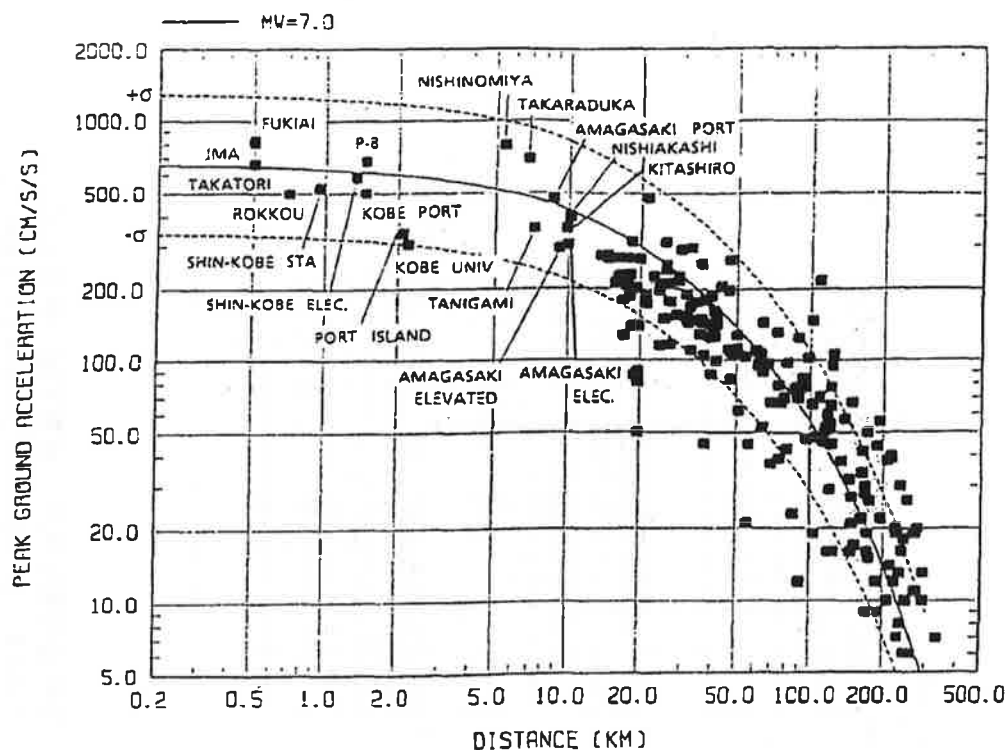


第 4 - 9 図 松村組技術研究所 (GL-15m) の加速度記録



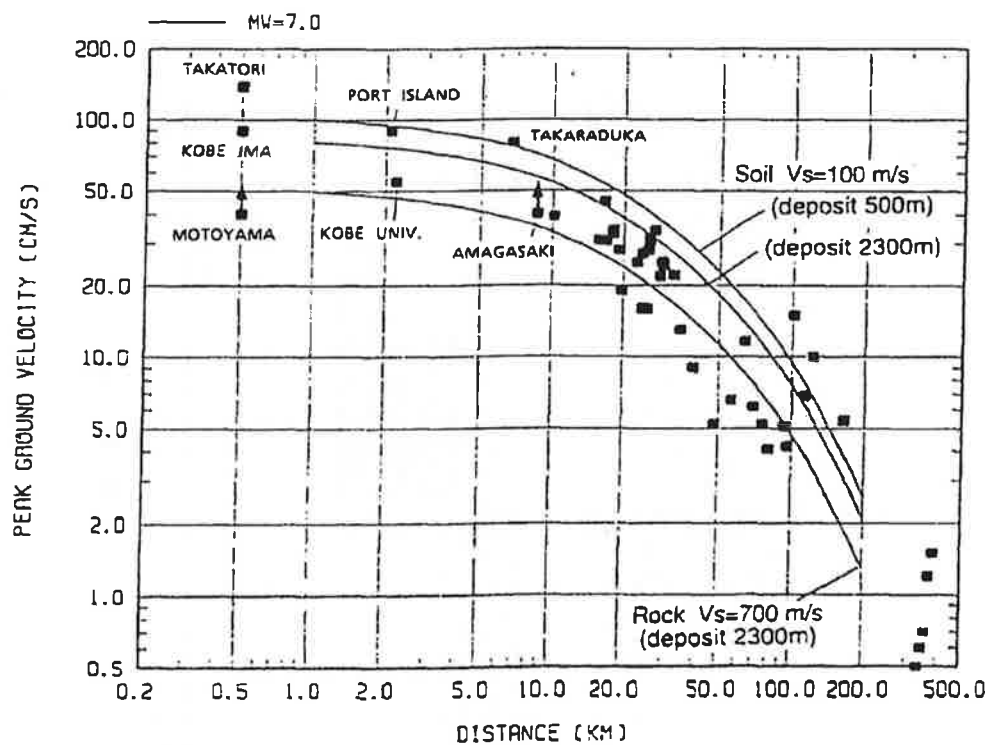
第 4 - 1 0 図 ポートアイランドの鉛直アレー加速度記録

(入倉孝次郎ほか、強地震動予測に関する総合的研究 (科研費報告) より)



第4-1-1図 断層からの距離と最大加速度の関係

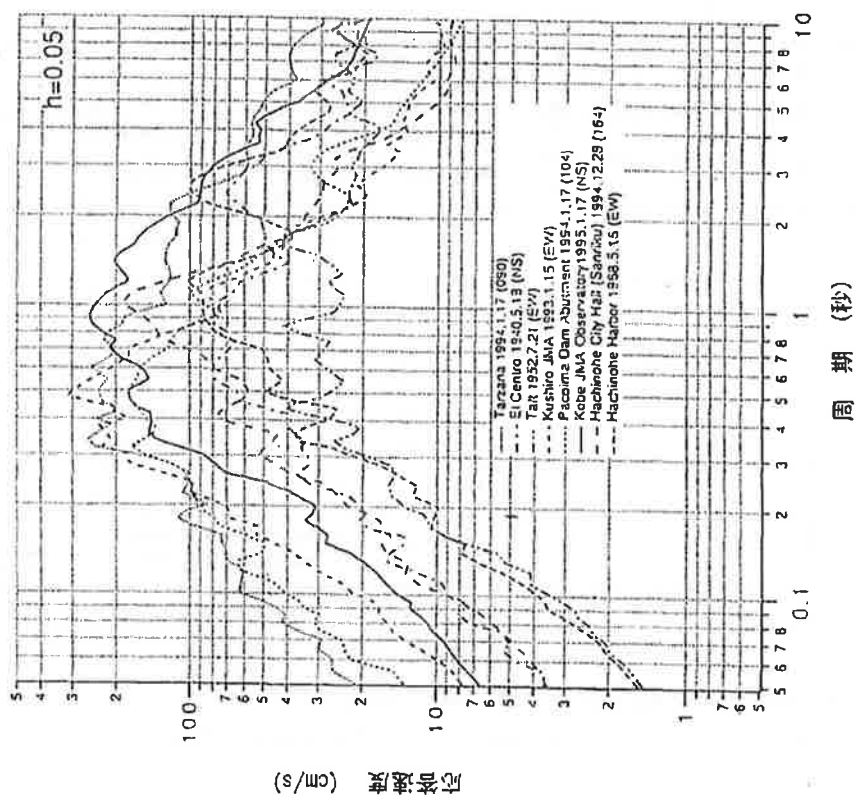
実線は福島・田中(1992)による日本の平均的地盤におけるモーメントマグニチュード7.0の地震に対する距離減衰式。点線はその標準偏差 $\sigma=1$ の範囲を示す。
(土質工学会・阪神大震災報告会講演概要集より)



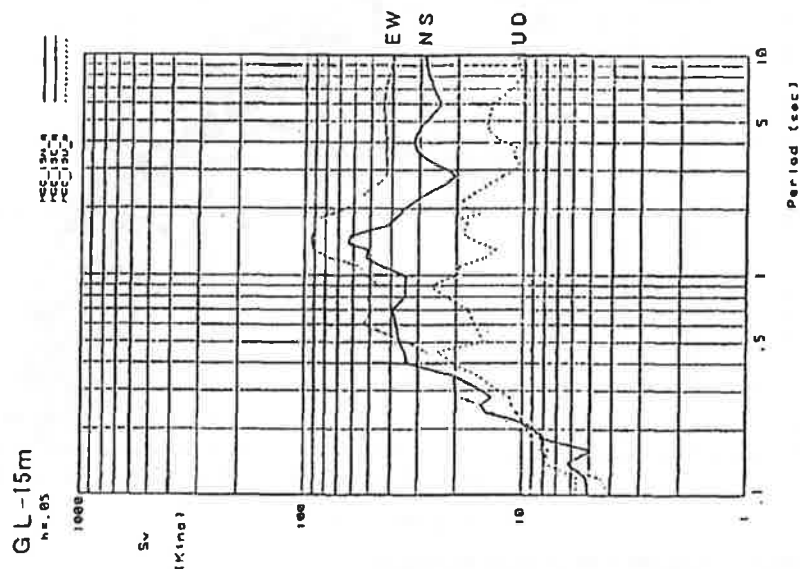
第4-1-2図 断層からの距離と観測された最大速度の関係

実線は福島(1994)によるSI値から換算した最大速度の経験式で、最上層の地盤条件の違いが考慮される。
(土質工学会・阪神大震災報告会講演概要集より)

Response Spectra for Recent Devastating Earthquakes
(Pseudo Response Spectrum with 5% Damping)



第4-13図 最近の破壊地震の応答スペクトル比較 (水平動)

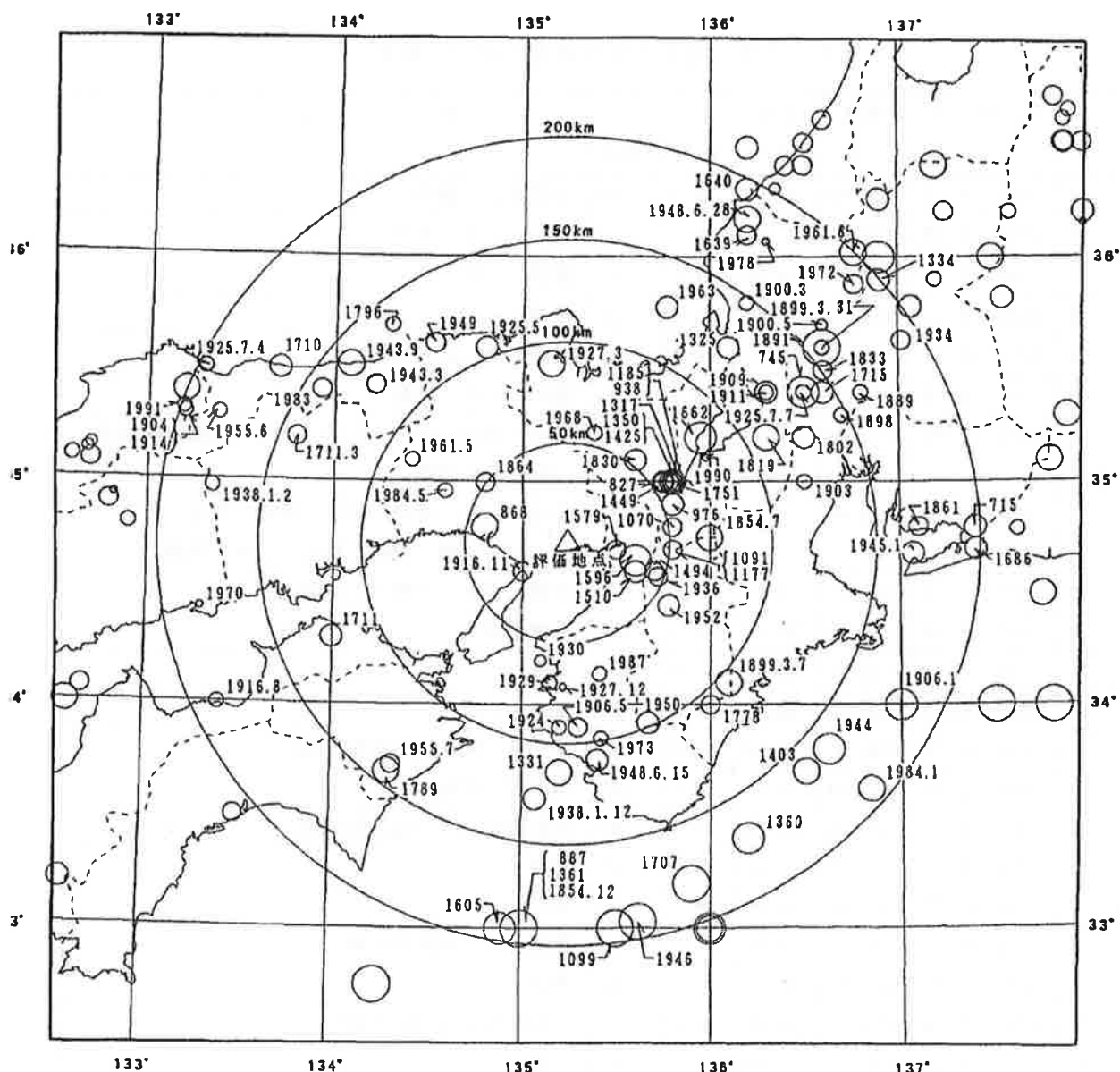


第4-14図 松村組技術研究所の地震記録の速度応答スペクトル
(日本建築学会 1995年兵庫県南部地震災害調査速報より)

第5-1表 過去の主な被害地震の一覧表

	年. 月. 日	東経 (°)	北緯 (°)	マグニ チュード	Δ (km)	震 央 地 名
1	1596. 9. 5	135.60	34.65	7.5	34	京都および畿内
2	1185. 8. 13	135.80	35.00	7.4	60	近江・山城・大和
3	868. 8. 3	134.80	34.80	7.0	41	播磨・山城
4	1510. 9. 21	135.60	34.60	6.8	36	摂津・河内
5	1707. 10. 28	135.90	33.20	8.4	180	五畿七道 (宝永地震)
6	1361. 8. 3	135.00	33.00	8.4	193	畿内・土佐・阿波
7	1854. 12. 24	135.00	33.00	8.4	193	畿内・東海・東山・北陸・南海・山陰・山陽道 (安政南海地震)
8	1662. 6. 16	135.95	35.20	7.5	84	山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭 ・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃
9	1854. 7. 9	136.00	34.75	7.25	70	伊賀・伊勢・大和および隣国
10	887. 8. 26	135.00	33.00	8.3	193	五畿七道
11	745. 6. 5	136.50	35.40	7.9	137	美濃
12	938. 5. 22	135.80	35.00	7.0	60	京都・紀伊
13	1891. 10. 28	136.60	35.60	8.0	157	愛知県・岐阜県 (濃尾地震)
14	1099. 2. 22	135.50	33.00	8.2	193	南海道・畿内
15	1927. 3. 7	135.15	35.53	7.3	90	京都府北西部 (北丹後地震)
16	827. 8. 11	135.75	35.00	6.8	56	京都
17	1916. 11. 26	135.00	34.60	6.1	26	神戸
18	1944. 12. 7	136.62	33.80	7.9	163	東海道沖 (東南海地震)
19	1579. 2. 25	135.50	34.70	6.0	24	摂津
20	1952. 7. 18	135.78	34.45	6.8	58	奈良県中部 (吉野地震)
21	1317. 2. 24	135.80	35.00	6.8	60	京都
22	976. 7. 22	135.80	34.90	6.7	55	山城・近江
23	1946. 12. 21	135.62	33.03	8.0	191	南海道沖 (南海地震)
24	1360. 11. 22	136.20	33.40	7.8	172	紀伊・摂津
25	1605. 2. 3	134.90	33.00	7.9	194	東海・南海・西海諸道
26	1936. 2. 21	135.72	34.58	6.4	47	大和・河内 (河内大和地震)
27	1830. 8. 19	135.60	35.10	6.5	53	京都および隣国
28	1819. 8. 2	136.30	35.20	7.25	110	伊勢・美濃・近江
29	1091. 9. 28	135.80	34.70	6.4	51	山城・大和
30	1177. 11. 26	135.80	34.70	6.3	51	大和

注) 第5-1図, 第5-2図に示す地震のうち評価地点への影響が大きいものを示す。



0 50 100km

地震諸元は「新編 日本被害地震総覧」による。ただし、1885年以降1980年までの地震については「宇津カタログ(1982)」, 1981年以降の地震については「気象庁地震カタログ」による。

第5-1図 評価地点周辺の被害地震の震央分布

凡 例

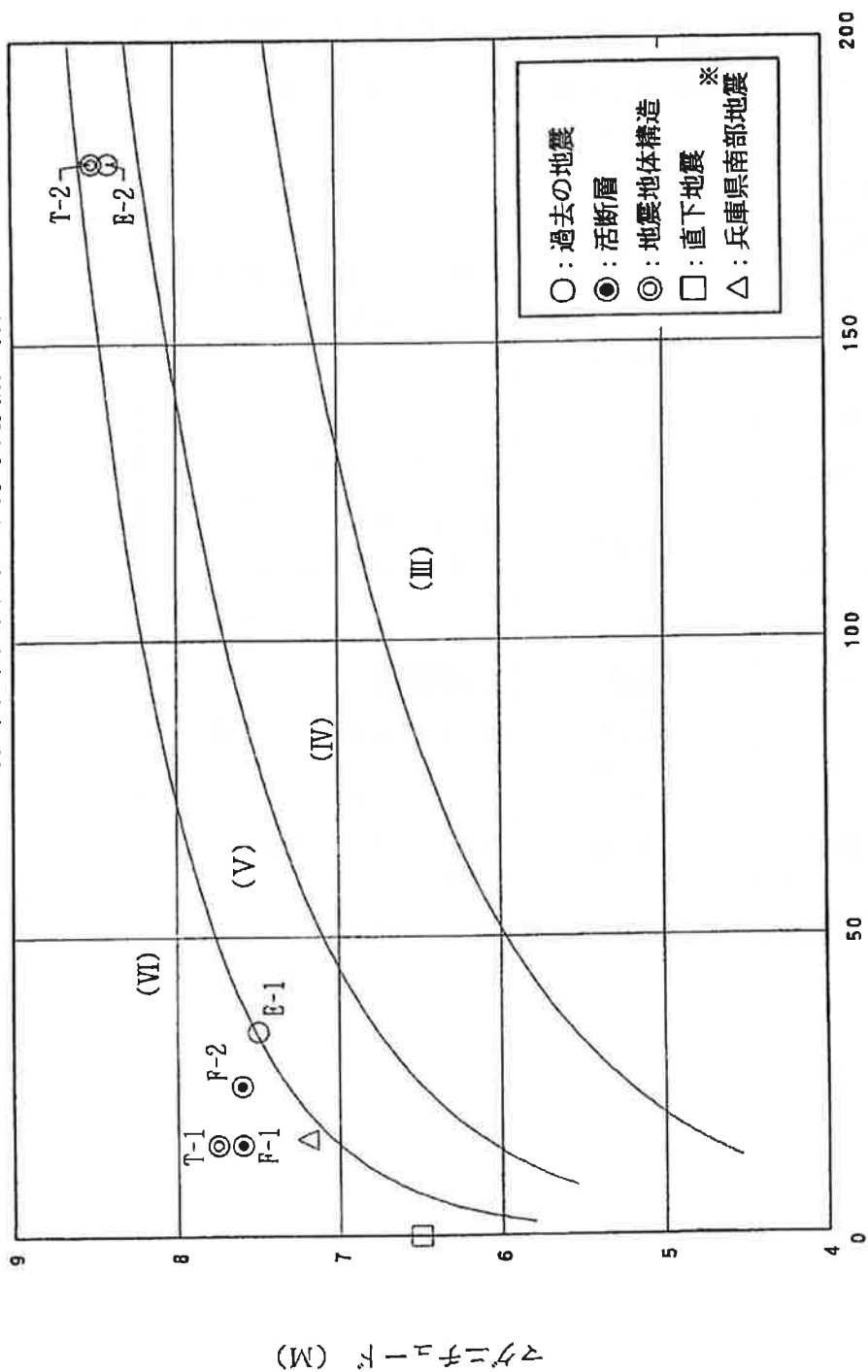
- 8.0 ≤ M
- 7.5 ≤ M < 8.0
- 7.0 ≤ M < 7.5
- 6.5 ≤ M < 7.0
- 6.0 ≤ M < 6.5
- 5.5 ≤ M < 6.0
- 5.0 ≤ M < 5.5
- M < 5.0

第5-2表 神戸近辺において想定される地震

種 別	想定される地震			備 考
	記号	マグニチュード (M)	震 央 距 離 (km)	
過 去 の 地 震	E-1	7.5	34	・ 1596年京都及び畿内の地震
	E-2	8.4	180	・ 1707年五畿・七道の地震
活 断 層	F-1	7.7	16	・ 六甲山地南東麓から淡路島北部までの活断層群による地震
	F-2	7.6	25	・ 有馬・高槻構造線による地震
地 震 地 体 構 造	T-1	7 3/4	16	・ 内陸部の地震
	T-2	8 1/2	180	・ フィリピン海プレートに関連した地震
直 下 地 震	N	6.5	— (X=10)	・ 直下地震

注) X: 震源距離 (km)

(Ⅲ)(Ⅳ)(Ⅴ)(Ⅵ) は気象庁震度階で村松・勝又ほかによる。) (Ⅲ)



第5-3図 考慮する地震及び平成7年兵庫県南部地震による影響

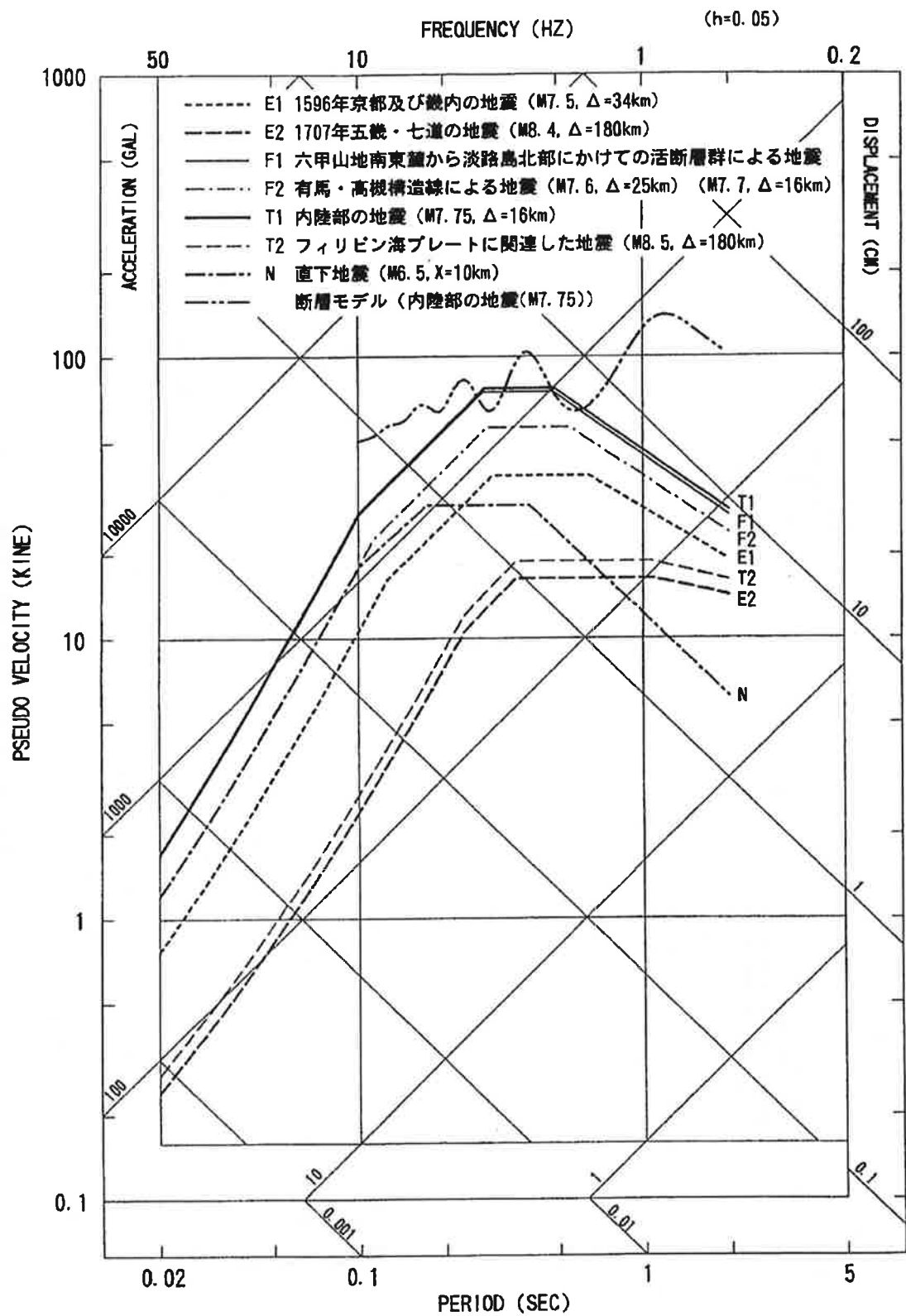
※兵庫県南部地震の震央距離は、「災害時地震・津波速報平成7年(1995年)兵庫県南部地震」

(気象庁, 1995年1月) に示されている余震域の中央からの距離としている。

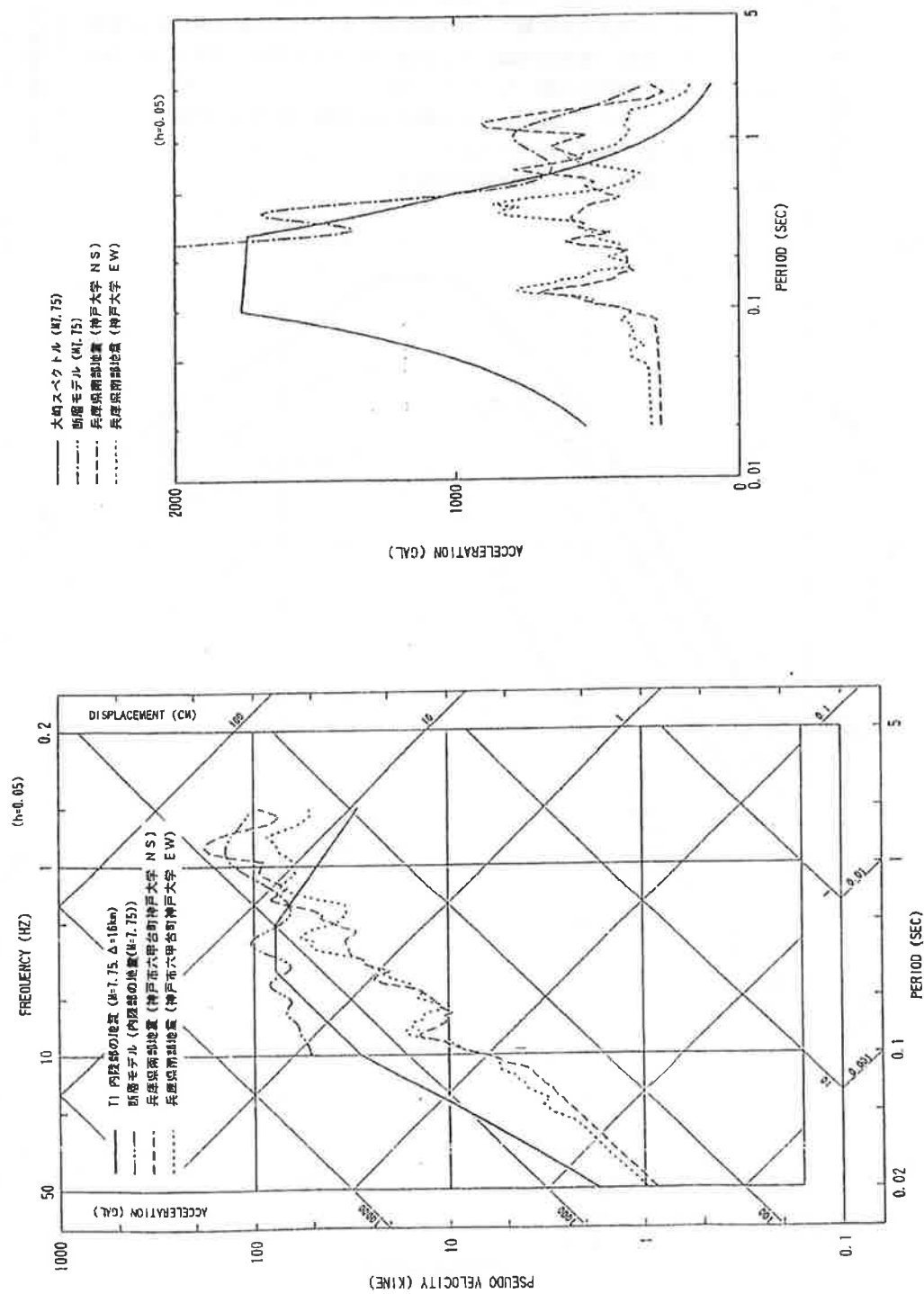
第5-3表 想定した断層パラメーター

パラメーター	地震地体構造上 想定する地震 (T-1)	備 考
地震規模M	7 3/4	六甲山南東麓～淡路島北部 に至る断層を仮定
長さL (km)	55	
幅 W (km)	15	
走 向	N48° E	
断層傾斜角	90°	
変位量D (m)	4.2	松田式 ⁸⁾ による
地震モーメント M ₀ (dyne・cm)	1.2×10^{27}	$M_0 = \mu L W D$ ⁹⁾ $\mu = 3.4 \times 10^{11} \text{ dyn cm}^2$
ライスタイム τ (s)	3.7	$\tau = 10^{0.5M-1.4} / 80$ ⁹⁾
破壊開始点	南端	安全側評価
V _p 速度	6.0km/s	爆破探査資料 ¹⁰⁾ による
V _s 速度	3.4km/s	$V_s / V_p = 1/\sqrt{3}$
破壊伝播速度	2.5km/s	$V_R = 0.72 V_s$ と仮定

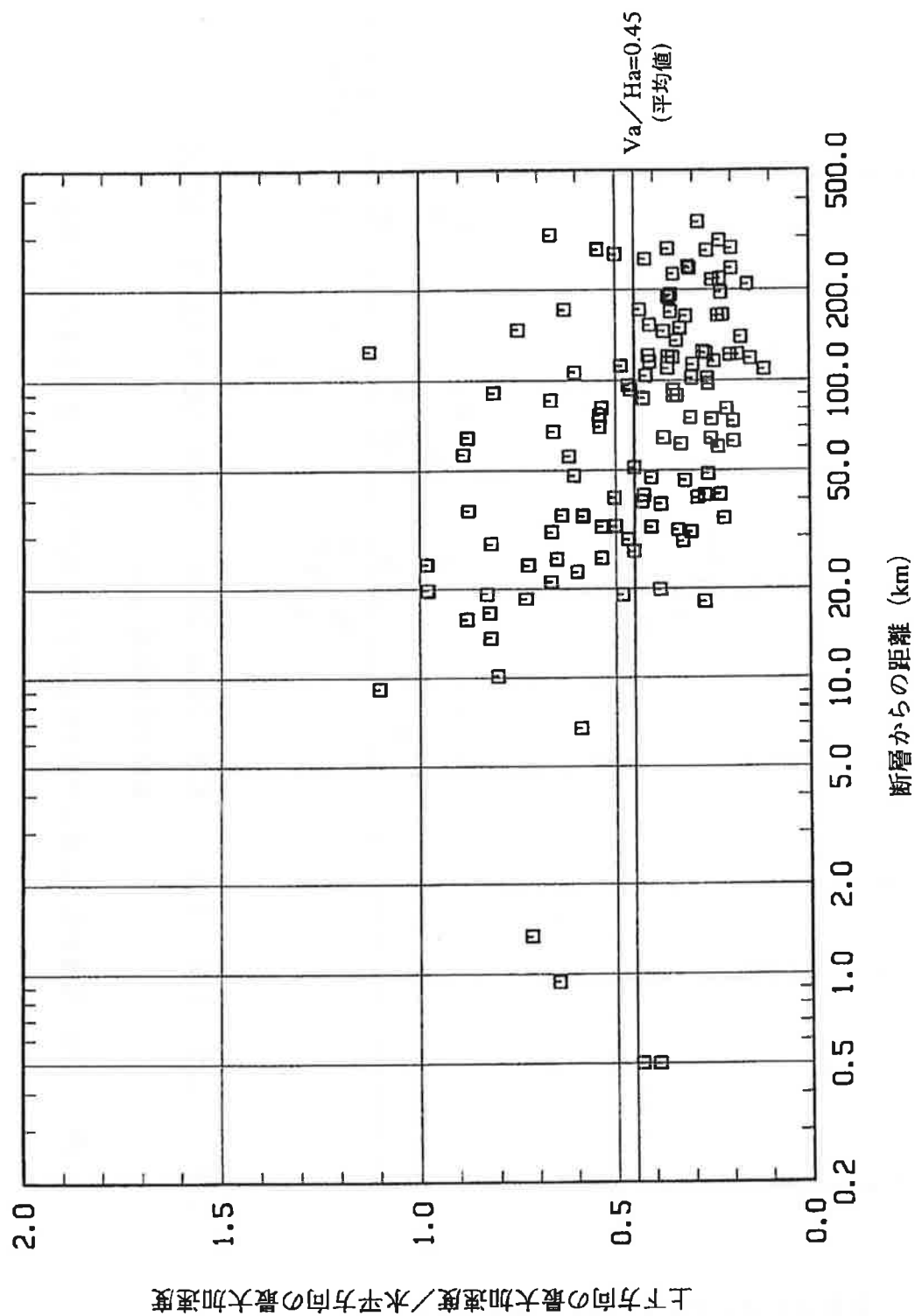
注) 地震基盤以浅にV_s1000m/s, 層厚300mの表層を仮定した。



第5-4図 神戸において想定される地震動の応答スペクトル



第5-5図 神戸において想定される地震の岩盤でのスベクトルと
神戸市六甲台町神戸大学における地震記録の比較



第5-6図 断層からの距離と水平方向及び上下方向それぞれの最大加速度の
比の関係

別添-2 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の主要概要

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」		参 考
項 目	主 要 概 要	
基本方針	1. 発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有しなければならぬ。 2. 建物・構築物は原則として剛構造とするとともに、重要な建物・構築物は岩盤に支持せねばならない。	- 我が国においては発電用原子炉施設に対する独特の規定。 - 一般建築物は岩盤上ではなく沖積層、洪積層に設置されるものが多く、一般の兵庫県南部地震では沖積層上の建築物に被災が多くみられた。
耐震設計上の重要度分類	原子炉施設の耐震設計上の施設別重要度を、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から分類している。 重要度分類 Aクラス (Aクラスのうち特に重要なものをAsクラスとする。) Bクラス Cクラス	Aクラス : その機能喪失により外部への放射性物質の放散の影響が大きい施設。 Asクラス: Aクラスのうち特に重要な施設。 Bクラス : その機能喪失により外部への放射性物質の放散の影響が比較的小さい施設。 Cクラス : A・Bクラス以外であって一般産業施設と同等の安全性を保持すればよい施設。
耐震設計評価法	1. 静的地震力 (1) 建物・構築物 水平地震力 Aクラス 層せん断力係数 3.0C₁ Bクラス 層せん断力係数 1.5C₁ Cクラス 層せん断力係数 1.0C₁ C₁: 層せん断力係数C₁は標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。 鉛直地震力 Aクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力を同時に不利な方向の組合せで作用させるものとし、鉛直地震力は、Aクラスの水平地震力の1/2とし、高さ方向に一定とする。 建物・構築物については、その保有水平耐力が、標準層せん断力係数を1.0として計算される必要保有水平耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認する。 (2) 機器・配管系 各クラスの地震力は、上記(1)の層せん断力係数の値を水平震度とし、当該水平震度と上記(1)の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。	- 一般建築物の地震力 (一次設計) 水平地震力 層せん断力係数 1.0C₁ 鉛直地震力の規定なし。 (二次設計) 標準層せん断力係数を1.0として計算される必要保有水平耐力に対して建物が崩壊しないこと。

耐震設計評価法	2. 動的地震力 Aクラスの各施設は、設計用最強地震による地震力に耐えることとし、Asクラスの各施設は設計用限界地震による地震力に対してその安全機能が保持できることとする。 (1) 設計用最強地震及び設計用限界地震による地震力 設計用最強地震及び設計用限界地震による水平地震力は基準地震動により算定する。鉛直地震力は基準地震動の最大加速度振幅の1/2の値を鉛直震度として求め、水平地震力と同時に不利な方向の組合せで作用するものとし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。 (2) 基準地震動 基準地震動S₁をもたらし地震（設計用最強地震）としては、過去において敷地またはその近傍に影響を与えたと考えられる地震、活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する。 基準地震動S₂をもたらし地震（設計用限界地震）としては、過去の地震の発生状況、敷地周辺の活断層の性質及び地震地体構造に基づき、最も影響の大きいものを想定する。基準地震動S₂には直下地震（マグニチュード6.5）も含む。 基準地震動の策定に当たっては、地震のマグニチュード及びエネルギーの放出の中心から敷地までの距離等を十分に考慮するものとする。基準地震動は地震動の最大振幅、周波数特性等が適切と評価できるものとする。	- 設計用最強地震及び設計用限界地震による水平地震力は基準地震動に基づいた動的解析により計算される。 - 今般の兵庫県南部地震では、大きな水平加速度が観測されたことも上下動の最大加速度が水平最大加速度の1/2を超えるものも少なくない。
荷重の組合せと許容限界	1. 建物・構築物 (1) Asクラスの建物・構築物 ① 基準地震動S₁等との組合せと許容限界（または静的地震力） 安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。 ② 基準地震動S₂との組合せと許容限界 当該建物・構築物が構造物全体として十分変形能力を有し、建物・構築物の最終耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。 (2) Aクラス（Asクラスを除く）は(1)①を適用する。 (3) B・Cクラスの建物・構築物 静的地震力との組合せを考慮し、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。 2. 機器・配管系 (1) Asクラスの機器・配管 ① 基準地震動S₁等との組合せと許容限界 降伏応力またはこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。 ② 基準地震動S₂との組合せと許容限界 構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破壊等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがないこと。 (2) Aクラス（Asクラスを除く）は(1)①を適用する。 (3) B・Cクラスの機器・配管 静的地震力との組合せを考慮し、降伏応力またはこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。	

(参考)

平成7年兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会現地調査報告

1. 目的

平成7年兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会における調査審議の一環として、当該地域の現地調査を実施し、今後の調査審議に反映することとした。

2. 調査年月日

平成7年6月20日(火)～21日(水)

3. 調査場所及び調査結果

(1) 神戸大学(神戸市灘区六甲台町)

神戸大学は六甲山地南東麓に位置し、五助橋断層等が近接している。

地震計の設置場所は、かつて神戸市が建設した港湾埋立用のベルトコンベアーを設置するためのトンネルを利用した地下の実験用坑道内である。

ここでは、①地震観測記録、②ボーリングコア、③P S 検層結果、④動的変形試験結果、⑤地震観測装置を調査した。

地盤条件としては、地震計の設置されているトンネルのコンクリート床(厚さ95cm)の直下に約1.3mの厚さで埋戻土又は表層土があり、 V_s は240m/S程度である。その下に約41mの厚さで風化された花崗岩が分布し、 V_s は340～1,120m/S程度と深さ方向に大きくなっている。さらにその下深さ42.5m以深には V_s 1,350m/S程度の花崗岩が分布しており、それは深さ約60mまで確認されている。

(2) 関西電力(株)新神戸変電所(神戸市灘区土山町)

新神戸変電所は、神戸大学と同様に六甲山地南東麓に位置し、神戸大学から北東約1kmのところにある。

ここでは、①地震観測記録、②ボーリングコア、③P S 検層結果、④地震観測装置を調査した。

地震計設置位置の地盤条件としては、地表面から深さ4mまでが盛土であ

り、平均的な V_s は 200 m/S である。その下には厚さ約 60m にわたって堆積層と風化された花崗岩が分布し、 V_s は 300~450m/S 程度である。深さ 64m 以深は花崗岩の破碎帯で V_s は 610~780m/S 程度であり、この状況は深さ 155m まで確認されている。

地震計は地表面の盛土上に設置されている。

(3) 榊松村組技術研究所（神戸市北区鹿の子台南町）

榊松村組技術研究所は六甲山の北北西約 10km にあり、気象庁による震源からは北東約 35km のところに位置する。

ここでは、①地震観測記録、②ボーリングコア、③P S 検層結果、④地震観測装置を調査した。

地震計設置位置の地盤条件としては、地表面以下 1.8m 以深は六甲山地北側に広く分布する新生代新第三紀の砂岩及び泥岩で、深さ 5 m までは V_s は 140~350m/S 程度、深さ 5~10m は V_s 780m/S 程度、さらに 10m 以深では V_s 1,360m/S 程度であることが深さ 15m まで確認されている。

地震計は GL-15m の岩盤（泥岩）中及び建屋内に数カ所に設置されている。

(4) 神戸海洋気象台（神戸市中央区中山手通り）

神戸海洋気象台は兵庫県庁の北西約 500m のところにあり、諏訪山断層のごく近傍に位置している。また、そこは、周辺に比べ 10~20m 程度高く、小高い丘の上である。

ここでは、①地震観測記録、②被害状況、③地震観測装置を調査した。

地盤条件としては、当該地域は中期更新世の上部大阪層群に相当している。

地震観測装置は平屋建建物の床面上に設置されている。

(5) 野島断層

小倉地点、梨本地点、野島平林地点及び江崎灯台地点で、既知の野島断層に沿って出現した地表地震断層を調査し、断層は右横ずれが卓越するものであることなどを確認した。

阪神・淡路地域の活断層

原子力安全委員会
平成7年兵庫県南部地震を踏まえた
原子力施設耐震安全検討会

阪神・淡路地域においては、既に活断層や地質に関する文献が多数発行されている。活断層に関する主要な文献としては、地質調査所発行の50万分の1 活構造図「京都」⁽¹⁾、「高知」⁽²⁾、「岡山」⁽³⁾、活断層研究会編「日本の活断層」⁽⁴⁾、同、新編「日本の活断層」⁽⁵⁾がある。この他、垣見、松田(1987)日本第四紀地質図⁽⁶⁾がある。地質に関する主要な文献としては、地質調査所発行の50万分の1 地質図幅「明石地域の地質」⁽⁷⁾、「須磨地域の地質」⁽⁸⁾、「神戸地域の地質」⁽⁹⁾、「大阪西北部地域の地質」⁽¹⁰⁾がある。ここでは、これら主要な文献の他、既存の地質図、研究論文、学会誌を参考として、この地域の活断層の分布や性状を把握した(図-1)。

1. 近畿三角地域の特徴

活断層研究会(1991)⁽⁵⁾は、活断層の密度、長さなどの特徴から活断層区を設定している(図-2)。それによれば、阪神・淡路地域は西南日本内帯東部に属し、さらに近畿三角地域と名付けられた活断層区に含まれるとしている。近畿三角地域は、敦賀湾-伊勢湾線を北東辺、敦賀から淡路島西岸に至る線を北西辺、中央構造線を底辺とする三角形の地域であるとし、ここでの主要な断層は、南北の走向をもつ逆断層で、これに北北東-南南西ないし東北東-西南西方向の右横ずれ断層が組み合わさって断層地塊を作っているとしている。断層は基盤山地と第四紀層で埋積された盆地との境界を走るものが多く、断層運動の新しさが地形に良く現れているとしている。さらに、活動度はB級のものが多く、六甲山地南麓ではA級活断層であるとし、六甲南麓では過去400万年間の六甲山頂と大阪平野下との縦ずれ平均変位速度は $0.5\text{ m}/10^3\text{ 年}$ ほどであるが、20~30万年間のそれは $1\text{ m}/10^3\text{ 年}$ を越え、第四紀後半以降に変位速度が増加したことが知られているとしている。また、比良山脈の西側を北北東-南南西に走る花折断層と六甲山地をほぼ東西に走る有馬-高槻構造線は、活断層の少ない丹波帯と活断層の多い近畿三角地域内を境する右横ずれ活断層であるが、この線はほぼ古生層よりなる丹波帯と花崗岩類を基盤とする三角地域内の境界に当たっている。

藤田他(1982)「大阪西北部地域の地質」⁽¹⁰⁾は、六甲山地は周辺を複雑な断層群で区切られた断層地塊の集合としている。基盤地質から見ると、六甲山地の主要部を占める花崗岩体は領家帯と丹波帯の間に貫入した花崗岩体で、巨視的には領家帯北縁は六甲山地の北側にあると言ってよく、その意味では、北摂山地と六甲山地を区分する有馬-高槻構造線は、領家帯と丹波帯との境界に発生したとも言え、そしてそれは近畿三角地域の南半と北半を分ける構造線でもあるとしている。

2. 阪神・淡路地域の地形、地質の特徴

阪神・淡路地域の地形の特徴は、六甲山地から淡路島北部にかけての山地と大阪平野から大阪湾に

かけての低地との明瞭な地形の対立である。六甲山地は北東の六甲山（標高931m）付近から南西方の摩耶山（標高699m）、さらには明石海峡あるいは東播に向かって高度を下げ、明石海峡を越し、南西延長方向の淡路島北部（最高標高515m）に至る。淡路島北部でこの山地は、北西—南東方向の低地によって延びを断たれる。

また、北摂山地は西部では六甲山地と、東部では、大阪平野低地と接する。この地形境界に、有馬—高槻構造線が位置する。

六甲山地から淡路島北部の山地は花崗岩類から構成され、六甲山地南東麓ではわずかに大阪層群が分布している。また、大阪平野から大阪湾にかけての低地には、厚く大阪層群が分布している。両者の間には大きな落差が認められる。同様な状況は、淡路島北部の中央山地東麓にも見られる。一方、山地を構成する花崗岩類は六甲山地西側の東播において広く薄く分布している神戸層群あるいは大阪層群と小さな落差で接している（図—3）。

地下基盤の密度分布を反映する重力異常図⁽¹⁷⁾から見ると、六甲山地から淡路島北部山地と南東側低地との境界付近、北摂山地と大阪平野との境界付近及び淡路島北部山地西岸と播磨灘との境界付近に急変部がある。河野（1989）⁽¹⁸⁾は、有馬—高槻構造線の分布と重力異常分布変化とは見事に対応しているとしている。

藤田他（1982）⁽¹⁰⁾は、近畿三角地域の西の一辺を担うものとして、六甲最高部から須磨を経て淡路島に続く細長い山地状の延びで代表されるものを認め、このような山地形成には甲陽断層・五助橋（ゴスケバシ）断層が深く関与しているとしている。そして六甲山地は、有馬—高槻構造線と高塚山断層及び甲陽・五助橋断層で囲まれた三角形の隆起山地であり、その南東部は著しい沈降部である大阪盆地に望むが、北および西へはほとんど断層が消滅して、安定帯になるという特徴があるとしている。

活断層研究会（1991）⁽⁵⁾は、六甲山地北東付近から山地南東麓を並走する複数の活断層が、淡路島東岸付近に連続する図を示し、六甲南東麓部にはA級に近い活断層が著しい縦ずれによる階段状地形をつくりながら、並走し、右横ずれを示しているとしている。六甲山地—大阪盆地の断面で見ると約100万年前の地層が約1000m上下に変位しており、平均変位速度は1m/10³年に達し、しかも、第四紀後半になってその速度は増加傾向にあるので、五助橋断層、芦屋断層、甲陽断層などの断層は、個別にはB級であるが、その運動の総和はA級であるとしている。

また、淡路島については、北半と南半で構造差が大きく、北半は小地塊化しながら大きく隆起し、六甲山地の延長の性質を示しているが、南半は四国と類似するとしている。また、淡路島中・南部の断層は一部を除いて、変位地形が不明瞭なものが多いとしている。

ほぼ東西に延びる有馬－高槻構造線については、同構造線は六甲山地北麓を限る多数の断層の集合体で、北の丹波帯と南の領家帯を分ける地質境界としている。この構造線の以北では横ずれ断層が卓越し、上下変位量は少なくなり、北東－南西方向の右横ずれ断層系と、北西－南東方向の左横ずれ断層系が共役関係で広く分布するとしている。

最近の地震活動は有馬－高槻構造線の北の地域で活発であるのに対し、南の地域は比較的静穏であるとしている（活断層研究会（1991）⁽⁵⁾、京都大学防災研究所（1993）⁽¹⁶⁾）。このようなことから有馬－高槻構造線は地形、地質、活断層、地震等の大きな境界をなしていると考えられる。

以上の文献で示されるように、阪神・淡路地域の主要な活断層としては、六甲山地南東麓から淡路島北部の東と西の両岸付近まではほぼ北東－南西方向に雁行配列する活断層群とほぼ東西方向の有馬－高槻構造線とが認められる。これらの活断層に関する主要文献の要約を表－1に示す。

3. 六甲山地南東麓から淡路島北部までの活断層群

六甲山地北東端付近から南西の須磨付近を経て、淡路島北部までの山地と大阪湾周辺の低地とのほぼ境界に連なる活断層群には、六甲山地南東麓に五助橋（ゴスバシ）断層（B級）、諏訪山断層（B級）とそれらに関連する大月断層（B級）、布引断層（B級）、芦屋断層（B級）、甲陽断層（B級）があるとされ、また、諏訪山断層の南西方向には須磨断層（B級）など、さらに明石海峡を介して、淡路島北部東岸の仮屋断層（B級）など、淡路島北部西岸の野島断層（B級）などがあるとされている⁽⁵⁾。

(1) 五助橋断層、諏訪山断層分布域の活断層

地質調査所（1983）⁽¹⁾は50万分の1活構造図「京都」で、活断層研究会（1991）⁽⁵⁾の諏訪山断層と五助橋断層とはほぼ同じ位置に主として第四紀後期に活動した活断層を図示し、平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以上で、北西側隆起としている。図から判読すると、その長さは約15 kmである。また、この活断層の東には、活断層研究会（1991）⁽⁵⁾の芦屋断層、さらに東に甲陽断層とはほぼ同じ位置に、主として第四紀後期に活動した活断層を図示し、共に平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下で、北西側隆起としている。図から判読すると、芦屋断層の長さは約7 km、甲陽断層の長さは約5 kmである。さらに、北西側には活断層研究会（1991）⁽⁵⁾の大月断層とはほぼ同じ位置に主として第四紀後期に活動した活断層を、二つに分けて図示している。これらのうち北東のものは、平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下で、図から判読すると長さは約5 kmである。南西のものは、平

均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以上で、右横ずれ北西側隆起として図示しており、図から判読すると、長さは約 7 km である。また、この断層の南西延長には、活断層研究会(1991)⁽⁵⁾の布引断層からやや北西方へ離れた位置に主として第四紀後期に活動した北西側隆起の活断層を図示し、平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下としている。図から判読すると、長さは約 5 km である。

藤田他(1983)⁽⁹⁾は5万分の1地質図幅「神戸地域の地質」において、五助橋断層に関し、石屋川の各支流が約 300 m の右横ずれ変位を示し、20万年前以降の変位とみられることから、平均変位速度を $1.5\text{ m}/10^3$ 年と推定している。諏訪山断層については、新神戸駅の建設現場での断層露頭において生田川旧扇状地礫が断層運動に伴って回転していたことから、沖積層も切断していることが明らかになったとしている。また、大月断層についても、五助橋断層に平行に走る地形的に新鮮なものとし、鶴甲団地造成時に破碎花崗岩と崖錐状角礫層が変位量 8.5 m で接する露頭があったとしている。

また、藤田(1982)5万分の1地質図幅「大阪西北部地域の地質」⁽¹⁰⁾では、大阪層群を切る芦屋断層や甲陽断層の露頭状況を記載している。

活断層研究会(1991)⁽⁵⁾によれば、五助橋断層については、確実度I、活動度B、長さ 14 km とし、さらに芦屋断層、甲陽断層を併せて、その運動量の総和はA級であるとしている。また、五助橋断層は六甲山塊を二分する大断層で、諏訪山断層に延長するとしている。諏訪山断層については、確実度I、活動度B、長さ 8 km としており、さらに新神戸駅の建設現場での旧生田川の河床礫の変状から、沖積層を変位させていると記載している。芦屋断層、甲陽断層については共に北東—南西方向に延びる確実度I、活動度Bの北東側隆起の活断層で、芦屋断層の長さを 8 km 、甲陽断層を 5 km としている。また、大月断層と布引断層についても共に北東—南西方向に延びる確実度I、活動度Bの北側隆起の活断層とし、右横ずれの大月断層の長さを 12 km 、布引断層の長さを 10 km としている。そして、大月断層は五助橋断層の副断層的性質をもつとし、布引断層は大月断層に延長すると記載している。

(2) 須磨断層分布域の活断層

地質調査所(1983)⁽¹⁾は50万分の1活構造図「京都」で、活断層研究会(1991)⁽⁵⁾の須磨断層とはほぼ同じ位置に主として第四紀後期に活動した活断層を図示し、平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下で、北西側隆起としており、図から判読すると、その長さは約 10 km である。また、須磨断層と諏訪山断層とは図から判読すると約 1 km 区間で 0.5 km 程度離れて、並走するように図示されている。

藤田他(1983)⁽⁹⁾は5万分の1地質図幅「神戸地域の地質」において、須磨断層については、扇状地式の段丘堆積物や崩壊層で覆われて露頭が確認しにくいとしている。

活断層研究会(1991)⁽⁵⁾によれば、諏訪山断層の約4km南西延長部に確実度I、活動度B、長さ9kmの須磨断層を記載している。諏訪山断層と須磨断層の間は、湊川や苅藻川が山地を刻み、谷が北西に延び、山地と低地の境界の直線性が損なわれる区間であり、ここでは、南東側隆起の会下山断層や方向や運動センスの異なる長さの短い断層を図示している。

(3) 明石海峡から淡路島北部域の活断層

① 明石海峡域

伊崎他(1960、1962)^(11,12)は、明石海峡の音波探査記録から、明石海域に神戸層群、明石層群(大阪層群)を切る数条の断層を図示するとともに、この海域においては洪積世から現世にかけて活動した六甲変動の影響で、幾つかの重要な断層が主として北東から南西に走り、地層の分布やその構造を極めて複雑なものとしていると記載している。これらの断層の中に、活断層研究会(1991)⁽⁵⁾の仮屋断層とはほぼ同じ位置のもの及び野島断層の東北東延長上に位置するものが含まれる。この内後者は、舞子沖で、活断層としての連続性は不明瞭となる(図-4)。

藤田他(1964)⁽¹³⁾、藤田(1966)⁽¹⁴⁾、藤田他(1984)5万分の1地質図幅「須磨地域の地質」⁽⁸⁾は、明石海峡付近の音波探査資料から、淡路島東岸を限る仮屋断層の延長を2測線に図示、記載しており、これが須磨断層と淡路島東岸を結ぶ線上であることは明らかであるとしている。その測線の北のものは、野島断層推定延長上を横切るもので、同箇所には断層を認めていない(図-5)。

また、藤田他(1984)5万分の1地質図幅「須磨地域の地質」⁽⁸⁾は、伊崎他(1962)⁽¹²⁾を引用して、剣崎西岸(垂水(タミ)沖)の断層は、淡路島西岸を画する野島断層の延長であることは確実とし、さらに、明石海峡では断層によるブロック構造が特徴で、野島断層と仮屋断層が六甲方向に延びながら収斂し、垂水沖で合一するようにみえるとしている。一方、六甲山地両側の須磨・横尾山断層も鉢伏山の南で収斂し、海中に没しているはずであるとし、従って、塩屋沖は4断層の会合部に当たると記載している。

海上保安庁(1977)⁽¹⁵⁾は、海底地質構造図「明石海峡」において、海域に断層を図示していない。

活断層研究会(1991)⁽⁵⁾によれば、須磨断層の南西延長に、明石海峡から淡路島北東岸まで確実度I~II、活動度Bの仮屋断層を連続させて図示、記載し、その長さは13kmとしている。

② 淡路島北部東岸域

地質調査所(1985)⁽³⁾は50万分の1の活構造図「岡山」で活断層研究会(1991)⁽⁵⁾の仮屋断層と推定される位置に平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下で、主として第四紀後期に活動した活断層を図示し、北西側隆起としている。図から判読するとその長さは3 km程度である。なお、その南西部に津名付近から北東方向で、平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下の、主として第四紀後期に活動した活断層を図示し、北西側隆起としている。図から判読すると、その長さは約8 kmである。

活断層研究会(1991)⁽⁵⁾によれば、①明石海峡域で既に記述したように、須磨断層の南西延長に、明石海峡から淡路島北東岸まで確実度Ⅰ～Ⅱ、活動度Bの仮屋断層を連続させて図示、記載し、その長さは13 kmとしている。

淡路島東岸では、この他、仮屋断層の北西を並走する楠本断層(長さ6 km、確実度Ⅰ、活動度B～C)があり、その南西延長には東浦断層(長さ4 km、確実度Ⅰ、活動度B)、妙見山北西(長さ3.5 km、確実度Ⅱ、活動度C)、野田尾近傍(長さ6 km、確実度Ⅱ、活動度C)と続き、それらと走向を異にする志筑(シヅキ)断層(長さ9 km、確実度Ⅰ、活動度B～C)でその延長は断たれる(活断層研究会(1991)⁽⁵⁾)。なお、活断層研究会(1991)⁽⁵⁾は、志筑断層は淡路島を構造的に北半と南半に分離する顕著な活断層であると記載している。

③ 淡路島北部西岸域

地質調査所(1985)50万分の1活構造図「岡山」⁽³⁾は、活断層研究会(1991)⁽⁵⁾の野島断層とほぼ同じ位置に主として第四紀後期に活動した活断層を図示し、平均変位速度は $1\text{ m}/10^3$ 年以下で、南東側隆起としている。図から判読するとその長さは、約9 kmである。

地質調査所(1990)⁽⁷⁾は、5万分の1地質図幅「明石地域の地質」において、野島断層を北淡町江崎付近から同町野島にかけて直線上にのびる長さ7 km、右横ずれ、南東側隆起の活断層としている。各所で断層露頭を報告し、平林付近では、始良火山灰(2.1～2.2万年前)で覆われる低位段丘(L面)を約20 m右横ずれさせているとし、右横ずれ方向の平均変位速度を約 $0.9\sim 1.0\text{ m}/10^3$ 年としている。東側隆起の鉛直変位量約9.5 mで鉛直方向の平均変位速度は、約 $0.4\sim 0.5\text{ m}/10^3$ 年としている。さらにL面より新しい低位段丘面も変位を受けているとしている。

活断層研究会(1991)⁽⁵⁾によれば、地質調査所(1990)⁽⁷⁾の野島断層とほぼ同じ位置に、野島断層を長さ7 km、確実度Ⅰ、活動度B、東側隆起の右横ずれ活断層と記載している。地質調査所(1990)⁽⁷⁾を引用し、平林での活動度をB～A級と記載している。さらに、北東延長に確実度

Ⅲの活断層の疑いのあるリニアメントを図示し、その長さは、図から判読すると約2 kmである。

淡路島西岸では、この他、野島断層の南西延長に水越撓曲（長さ4 km、確実度Ⅰ、活動度〔B〕）と浅野断層（長さ4 km、確実度Ⅰ、活動度B）が並走しているが、淡路島東岸と同様に志筑断層を越える延長はない（活断層研究会（1991）⁽⁵⁾）。

4. 有馬一高槻構造線

地質調査所（1983）50万分の1活構造図「京都」⁽¹⁾は、活断層研究会（1991）⁽⁵⁾の有馬一高槻構造線とほぼ同じ位置に主として第四紀後期に活動したほぼ東西方向に並走する複数の活断層を図示し、平均変位速度を1 m/10³年以下の、主として北側隆起で、一部右横ずれとしている。図から判読すると、その長さは、約34 kmである。

活断層研究会（1991）⁽⁵⁾は、有馬一高槻構造線を西宮市舟坂付近から八幡市石清水八幡宮付近までの長さ44 km、確実度Ⅰ、活動度Bの活断層群で、雁行配列するとしている。それぞれの活断層の長さなどの性質は、つぎのとおりである。真上断層（長さ6 km、確実度Ⅰ、活動度B）、安威（ヤスイ）断層（長さ2.5 km、確実度Ⅰ、活動度B）、坊島断層（確実度Ⅰ、活動度B）、野畑断層（長さ4 km、確実度Ⅰ、活動度B）、五月丘（ツツガカ）断層（長さ5 km、確実度Ⅰ、活動度B）、清荒神（キヨコウジン）断層（長さ2 km、確実度Ⅰ、活動度B）、八幡断層（長さ2 km、確実度Ⅰ、活動度B）である。

参 考 文 献

- (1) 寒川 旭、杉山雄一、衣笠善博 (1983) ; 50万分の1 活構造図「京都」,
地質調査所.
- (2) 佃 栄吉、寒川 旭、衣笠善博 (1982) ; 50万分の1 活構造図「高知」,
地質調査所.
- (3) 佃 栄吉、寒川 旭、水野清秀 (1985) ; 50万分の1 活構造図「岡山」,
地質調査所.
- (4) 活断層研究会編 (1980) ; 日本の活断層—分布と資料—.
東京大学出版会, 363P.
- (5) 活断層研究会編 (1991) ; 新編日本の活断層—分布と資料—.
東京大学出版会, 437P.
- (6) 垣見俊弘、松田時彦 (1987) ; 第四紀学会編, 日本の第四紀地質図.
東京大学出版会, 119P.
- (7) 水野清秀、服部 仁、寒川 旭、高橋 浩 (1990) ; 明石地域の地質.
地域地質研究報告 (5万の1地質図幅), 地質調査所, 90P.
- (8) 藤田和夫、前田保夫 (1984) ; 須磨地域の地質. 地域地質研究報告
(5万の1地質図幅), 地質調査所, 101P.
- (9) 藤田和夫、笠間太郎 (1983) ; 神戸地域の地質. 地域地質研究報告
(5万の1地質図幅), 地質調査所, 115P.
- (10) 藤田和夫、笠間太郎 (1982) ; 大阪西北部地域の地質. 地域地質研究報告
(5万の1地質図幅), 地質調査所, 112P.
- (11) 伊崎 晃、金子徹一 (1960) ; 明石瀬戸東部の音波探査とその解析.
物理探査, 13, 1, 36-45P.
- (12) 伊崎 晃、田中 武 (1962) ; 明石瀬戸東部海底における先明石層群上の等深
線図. 鉄道技術研究報告, 314, 1-15P.
- (13) 藤田和夫、鎌田清吉 (1964) ; 大阪湾の地質. 大阪湾音波探査委員会, 62P.
- (14) 藤田和夫 (1966) ; 大阪湾の地質構造的意義. 松下 進教授記念論文集,
133-141P.
- (15) 海上保安庁水路部 (1977) ; 海底地質構造図, 明石海峡. (縮尺5万分の1).
- (16) 京都大学防災研究所地震予知研究センター (1993) ; 近畿地方の地震活動.
地震予知連絡会報, 建設省国土地理院, 49, 405-426P.
- (17) 村田泰章、駒沢正夫、野呂春文、志知竜一、山本明彦 (1994) ; 西南日本における
重力データ解析および画像化表現法の研究. 280, 地質調査所, 91P.
- (18) 河野芳輝 (1989) ; 重力異常からみた近畿の深部構造, 近畿をめぐる活断層・
地震・地盤問題と地殻深部構造. 資料集, 断層研究資料センター, 45-52P.
- (19) 寒川 旭 (1978) ; 有馬—高槻構造線中・東部地域の断層変位地形と断層運動.
地理評, 51, 760-775P.
- (20) 茂木昭夫 (1977) ; 日本近海海底地形誌, 海底俯瞰図集. 東京大学出版会.

表 一 1 (1) 文 献 調 査 に 基 づ く 断 層 評 価 結 果 (五 助 橋 , 須 磨 山 断 層 分 布 域 及 び 須 磨 断 層 分 布 域)

断 層 名	断 層 の 長 さ (km) と 活 動 度			断 層 変 位		考
	活 造 図 京都 1983 ⁽¹⁾	日 本 第 四 紀 地 質 図 1987 ⁽²⁾	日 本 の 活 断 層 分 布 と 資 料 1991 ⁽³⁾	5 万 分 の 1 地 図 図 幅 1982 ^(1a) 1983 ^(a) 1984 ^(a)	上 下 成 分 陸 起 側 横 ずれ 成 分 む き	
五 助 橋 断 層	(15)	(15)	1 4 B	(14. 5) A	北 西 側 陸 起 右 横 ずれ	住吉川旧扇状地 (高位段丘50万年前) に発達する低断層の比高は50m、鶴甲地区での谷の右横ずれ変位は400mである。確 実度はIである ^(a) 。石屋川の各支流の右ずれ変位量は約300mであり、これが高位段丘形成後の約20万年前以降とみられる ことから、平均変位速度は1. 5mm /年と推定される ^(a) 。
須 磨 山 断 層	A		8 B	(7)	北 西 側 陸 起 右 横 ずれ	旧生田川の河床縁を引きずっているのが明瞭に認められ、沖積層を变位させている確実な証拠と言える ^(a) 。 垂直変位量は、山地高度から400mの北西側陸起である。確実度はIである ^(a) 。 現在では不明瞭であるが、昭和24年の空中写真では谷の右横ずれがはきりでている ^(a) 。
戸 屋 断 層	(7) B 以下	(7)	8 B	(8. 5) B	北 西 側 陸 起 右 横 ずれ	垂直変位量は、大阪層群Ma-1層の分布から、300mの北西側陸起である。確実度はIである ^(a) 。 ボーリング結果から基盤岩の垂直変位量は200m以上に及ぶものである ⁽¹⁰⁾ 。花崗岩が大阪層群に45° ~80° で断上してい る露頭が数箇所確認されている ^(a) 、 ⁽¹⁰⁾ 。
甲 陽 断 層	(4. 5) B 以下	(4)	5 B	(6. 5) B	北 西 側 陸 起 —	垂直変位量は高位段丘面の (20万年前) の高度分布から、150mの北西側陸起である。確実度はIである ^(a) 。 地層探査の基盤岩は、甲陽断層を境にして約400m北側地塊が陸起したと推定される。上ヶ原断層 (中位段丘12万年前) が 15m余り変位している ⁽¹⁰⁾ 。
大 月 断 層	(12) A ~ B	(11)	1 2 B	(1 2)	北 西 側 陸 起 右 横 ずれ	五助橋断層の副断層的性質を持つ。鶴甲団地造成時に崖線を8. 5m変位させている露頭がみられた ^(a) 。 谷・尾根の右横ずれ変位量は100mである。確実度はIである ^(a) 。
布 引 断 層	(5) B 以下	(4)	1 0 B	(9)	北 西 側 陸 起 右 横 ずれ	大月断層に延長する。垂直変位量は山地高度不連続から100mの北側陸起である。確実度はIである ^(a) 。
い び 野 会 下 山 断 層	—	—	2 B	(4)	南 側 陸 起 右 横 ずれ	須磨山断層の延長にあたる。断層南側の会下山などの大阪層群よりなる小丘陵群と六甲山地の間の幅800mが凹地になって特 異な地形を呈している。この地域の構造物の破壊が多い。確実度はIである ^(a) 。
須 磨 断 層	(10) B 以下	(10)	(9) B	(8. 5) B	北 西 側 陸 起 —	確実度はIである ^(a) 。 扇状地式の段丘堆積物や崩壊層で覆われて露頭が確認しがたいことが多い ^(a) 。 須磨断層と須磨山断層は鉢伏山の南で収斂するはずである ^(a) 。
鉢 尾 山 断 層	—	—	5 B	(5)	南 東 側 陸 起 —	垂直変位量は山地・丘陵高度から150~300mの南から南東側陸起である。確実度はIである ^(a) 。 須磨断層と鉢尾山断層は鉢尾山の南で収斂するはずである ^(a) 。

* 1 断層の名称は、活断層研究会 (1991)⁽⁵⁾ による。
* 2 断層の長さ () は図から判読、 () のないものは記載されているものである。
* 3 文献番号は、本文と対応している。

表 1 (2) 文献調査に基づく断層評価結果 (淡路島北部地域)

断層名	断層の長さ (km) と活動度 上段は長さ、下段は活動度			断層変位		備考
	活断層図 1983 ⁽¹⁾ 1985 ⁽²⁾	日本第四紀 地質図 1987 ⁽⁶⁾	日本の活断層 分布と資料 1991 ⁽⁵⁾	5万分の1 地質図幅 1984 ⁽⁸⁾ 1990 ⁽⁷⁾	上下成分 陸側側 横ずれ成分 むき	
飯屋断層	(3) B以下	南のみ (13)	13 B	(13)	北西側隆起 —	東浦附近の約3km区間は確実度Ⅰ、他区間は確実度Ⅱである。南西延長に確実度Ⅲのリニアメントを記載している ⁽⁵⁾ 。 音波探査2断線において大阪層群の急斜を認め、同断層が須磨断層と淡路島東岸を結ぶ線上にあることは明かである ⁽⁶⁾ 。
桶本断層	(7) B以下	(6)	6 B~C	6 B中~A	北西側隆起 右横ずれ	垂直変位量は、山地高度から200mの北西側隆起である。確実度はⅠである ⁽⁵⁾ 。 東浦町桶本から山田間の河谷の系統的な右横ずれ変位は10~90mであり、その活動度は、B級中~上位でわずかにA級に達する程度に相当する ⁽⁷⁾ 。 新編日本の活断層 ⁽⁵⁾ は、長さ6kmと記載している。ここでは旧版 ⁽⁸⁾ の長さを記載している。
東浦断層	(5) B以下	(5)	4 B	4	南東側隆起 右横ずれ	雁行状に発達する3つの断層で構成され、総延長は4kmである。花崗岩が神戸層群・大阪層群に逆断層で接する断層露頭が5箇所で見られる。東浦町内河川の河谷は、約30~180m右に屈曲している ⁽⁷⁾ 。 河内南側の河谷右横ずれの最大を200m、確実度はⅠとしている ⁽⁵⁾ 。 東浦断層と妙見山北西付近に第四紀に活動した南東側隆起の活断層を明示している ⁽¹⁾ ⁽⁶⁾ 。
妙見山北西	B以下	(5)	3.5 C	—	南東側隆起	直線状谷が認められる。確実度Ⅱである ⁽⁶⁾ 。 東浦断層と妙見山北西付近に第四紀に活動した南東側隆起の活断層を明示している ⁽¹⁾ ⁽⁶⁾ 。
野田尾近傍	—	—	6 C	—	北西側隆起	直線的な断層崖が認められる。確実度Ⅱである ⁽⁶⁾ 。
野島断層	(9) B以下	(7)	7 B 平林 B~A	7 B中~A	南東側隆起 右横ずれ	垂直変位量は、山地高度から300mの東側隆起である。確実度はⅠである ⁽⁶⁾ 。 平林地区では、給食火山区 (2.1~2.2万年前) を含む低位段丘の基盤変位量は9.5m、右横ずれ変位量は約20mであり、平均変位速度は0.4~1.0m/10 ³ 年 が得られる。活動度評価は、B級中位から辛うじてA級にかかる程度である。さらに新しい低位段丘も変位させている。また、花崗岩が大阪層群に逆断層で接する断層露頭が3箇所で見られる ⁽⁷⁾ 。 明石海峡海底地質構造図で野島断層延長上に神戸層群・大阪層群を切り、沖積層に覆われる断層を明示している ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾ 。
水越断層	—	—	4 [B]	(4)	南東側隆起	中位段丘・高位段丘に覆われ、第四紀後期 (50万年前) には活動していない。確実度はⅠである ⁽⁵⁾ 。
浅野断層	(5) B以下	—	4 B	(3.5)	南東側隆起	垂直変位量は、山地高度、神戸層群の分布から150mである。確実度はⅠである ⁽⁶⁾ 。旧版日本の活断層 ⁽⁴⁾ では、野島断層と浅野断層を一連の断層として評価していたが、地質図幅 ⁽⁷⁾ による詳細調査の結果、新編 ⁽⁵⁾ では別の断層としている。 段丘面の変位や河谷の屈曲など明確な変位地形的な証拠が認められないが、断層崖の形状等から第四紀後期にも活動を続けていることは確実である ⁽⁷⁾ 。

*1 断層の名称は、活断層研究会 (1991)⁽⁵⁾ による。
*2 断層の長さ () は図から判読、() のないものは記載されているものである。
*3 文献番号は、本文と対応している。

断 層 名	断層の長さ (km) と活動度 上段は長さ、下段は活動度				断層変位		考 考
	活 断 図 京 都 1983 ⁽¹⁾	日 本 第 四 紀 地 質 図 1987 ⁽²⁾	日 本 の 活 断 層 分 布 と 資 料 1991 ⁽³⁾	5 万 分 の 1 地 質 図 幅 1982 ⁽¹⁾⁽²⁾ 1983 ⁽³⁾	上 下 成 分 隆 起 傾 横 ずれ 成 分 む ぎ		
有馬 - 高槻構造線	(34) B 以下	(33)	44 B	34~90	北側隆起 右横ずれ	主として第四紀後期に活動したものである ⁽¹⁾⁽²⁾ 。 断層変位の向き、量、活動度は構成断層ごとに異なる ⁽¹⁾⁽²⁾ 。 多数の断層の集合体であり、大阪層群最上部まで変位させている。確実度は I である ⁽⁵⁾ 。	
	(7) B 以下	(7)	6 B	図外にある	北側隆起	福井、安威、宿名、群家本町で低位段丘 (1.5~5万年前) の垂直変位量は最大 13.8m の北側隆起であり、活動度は B 級である ⁽⁵⁾⁽¹⁾⁽²⁾ 。 中位段丘 (8~12万年前) の垂直変位量は 31m であり、活動度は C 級である ⁽¹⁾⁽²⁾ 。 確実度は I である ⁽⁵⁾ 。	
	(2) B 以下	(3)	2.5 B	図外にある	南側隆起	安威、太田で、低位段丘 (2~5万年前) の垂直変位量は 9~14m の南側隆起であり、活動度は B 級である ⁽⁵⁾⁽¹⁾⁽²⁾ 。 確実度は I である ⁽⁶⁾ 。	
	(6) B 以下	(5)	B	図外に延びる	西部：南側隆起 東部：北側隆起	西部で南側隆起、東部で北側隆起。西坊島、西宿、清水で低位段丘 (2~5万年前) の垂直変位量は 2~4.5m であり、活動度は B 級とし、一部に C 級を認める ⁽⁵⁾⁽¹⁾⁽²⁾ 。 確実度は I である ⁽⁵⁾ 。	
	(4) B 以下	(4)	4 B	野原・小野原断層帯をつないでいる	南側隆起	中位段丘 (10万年前) の垂直変位量は 9m 以上の南側隆起であり、活動度は B~C 級である ⁽⁵⁾⁽¹⁾⁽²⁾ 。 確実度は I である ⁽⁶⁾ 。	
	(5) B 以下	(4)	5 B	六甲断層までつながる	北側隆起 右横ずれ	低位段丘 (2~3万年前) を開析する谷の右横ずれは 20~65m で、活動度は B~A 級である。また、低位段丘の垂直変位から C 級の活断層と推定 ⁽¹⁾⁽²⁾ 。 確実度は I である ⁽⁶⁾ 。	
おきさ e. 五月丘断層	- B 以下	-	2 B	(3)	南側隆起 右横ずれ	中位段丘 (10万年前) の垂直変位量は 5m の南側隆起で C 級、右横ずれ変位量は 40~75m で B 級である ⁽⁵⁾⁽¹⁾⁽²⁾ 。 垂直変位は、西部で南側隆起、東部で北側隆起 ⁽¹⁾⁽²⁾ である。 確実度は I である ⁽⁵⁾ 。	
おきさ f. 清荒神断層	B 以下	-	B	図外にある	北側隆起	長さ 8 km、北側隆起、高位段丘 (20万年前)、大阪層群 (50~60万年前) の変位量から、活動度は B~C 級である ⁽¹⁾⁽²⁾ 。 日本の活断層 ⁽⁴⁾ は、活動度を B 級、確実度を I としている。	
六甲断層	(6) B 以下	(5)	7 B	図外に延びる	南側隆起	有馬付近で北西方向へ分岐するような形で何本かの断層が分布している ⁽¹⁾ 。船坂で中位段丘が約 10 m 変位している ⁽¹⁾⁽²⁾ 。 六甲断層は、有馬 - 高槻構造線の西端にあたる。確実度は I である ⁽⁵⁾ 。	

* 1 断層の名称は、活断層研究会 (1991)⁽⁵⁾ による。

* 2 断層の長さ () は図から判読、() のないものは記載されているものである。

* 3 文献番号は、本文と対応している。



活断層区とその中での断層の特性

大区	小区	密度	主要断層の長さ*	主要断層の活動度	卓越する断層型**	備考
I	北海道主部					
	a 北海道主部内帯	小	小	C	逆?	
	b 北海道主部外帯	小	中	B	逆	
II	東北日本内帯					
	a 東北日本内帯大陸斜面	大	大	A?	逆	海底
	b 東北日本内帯陸上	中	中	B	逆	火山地帯
III	東北日本外帯	極小	中	B	逆・横	
IV	東日本太平洋斜面					
	a 北海道南岸沖	大	大	A?	逆・横?	海底
	b 三陸・常盤・鹿島沖	大	大	A?	逆	海底
V	伊豆小笠原弧先端部					
	a 関東山地周辺	中	小	B	逆・横	
	b 伊豆半島周辺	大	小	A・B	横	火山地域
	c 相模トラフ北縁	大	大	A	逆・横	主に海底
BF	フォッサマグナ西縁地帯					
	a 能登半島周辺	小	小	A	横・逆	
	b 隠岐トラフ周辺	中	中	B・C	逆	陸と海底
	c 中部山地	大	大	B?	逆?	海底
VI	西南日本内帯東部					
	BT 敦賀湾—伊勢湾線地帯	大	中	A	横・逆	
	d 近畿三角地域	大	中	A・B	横・逆	
	e 近畿北西部	中	中	B・A	逆・横	
	f 近畿北西部	中	中	B	横・逆	
VII	西南日本内帯西部					
	a 中国・瀬戸内・北九州	小	小	B・C	横・逆	
	b 中九州火山地域	大	小	B	正	火山地域
BM	中央構造線地帯	大	大	A	横	
VIII	西南日本外帯	極小	小	B・C	逆・横	
IX	西日本太平洋斜面					
	a 南海トラフ陸側斜面	大	大	A	逆・横	海底
	b 琉球海溝陸側斜面	中?	大	A?	逆・横	海底
X	琉球弧	中・大	中	B?	逆・横	海底と陸
	a 沖縄トラフ北東部	中	中	B・C	正	海底
XI	沖縄トラフ					
	b 沖縄トラフ中部	大	中	B?	正	海底
	c 沖縄トラフ南西部	大	大	A?	正	海底
XII	伊豆小笠原弧北部					海底・西半は火山地域

* 小: 20 km 以下, 中: 20—50 km, 大: 50 km 以上, 海底と陸上は元の資料がちがうが, 付図による長さ。

** 逆: 逆断層, 正: 正断層, 横: 横ずれ断層。

図-2 活断層区 日本の活断層 (1991) ⁽⁵⁾ による。

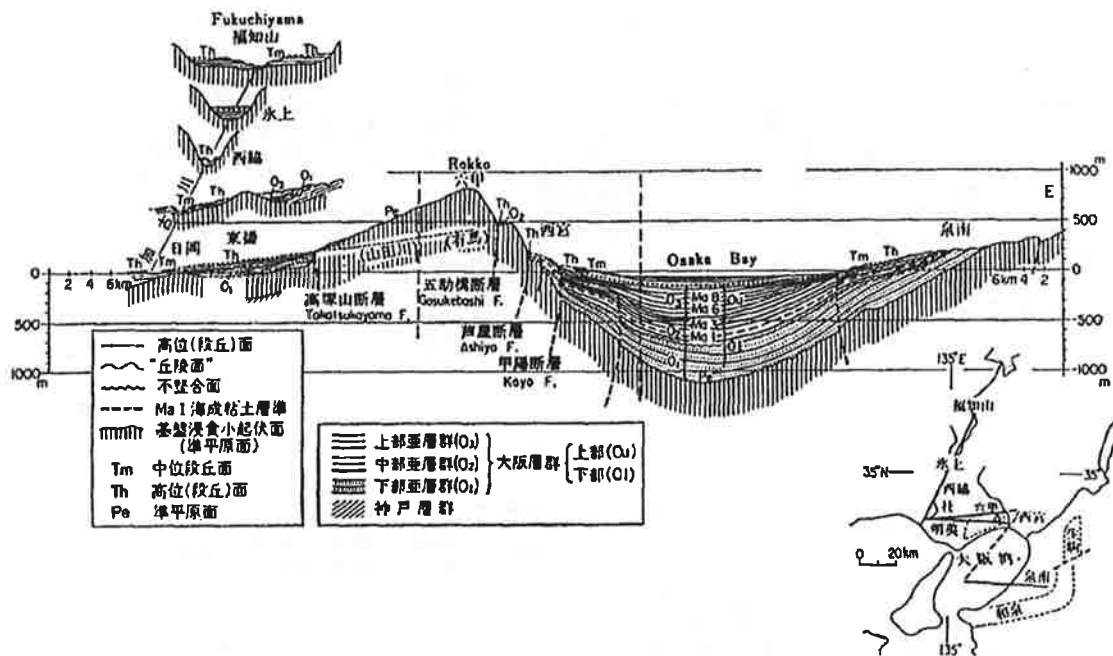


図-3 六甲山地南東麓および西麓を境する断層形態の差異

(藤田他(1982)⁽¹⁰⁾による)

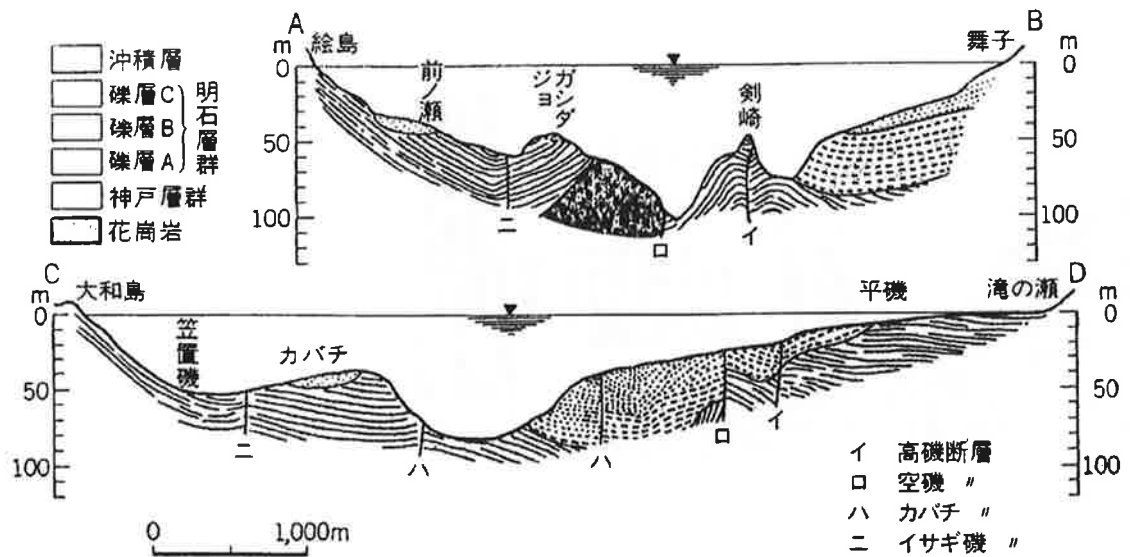
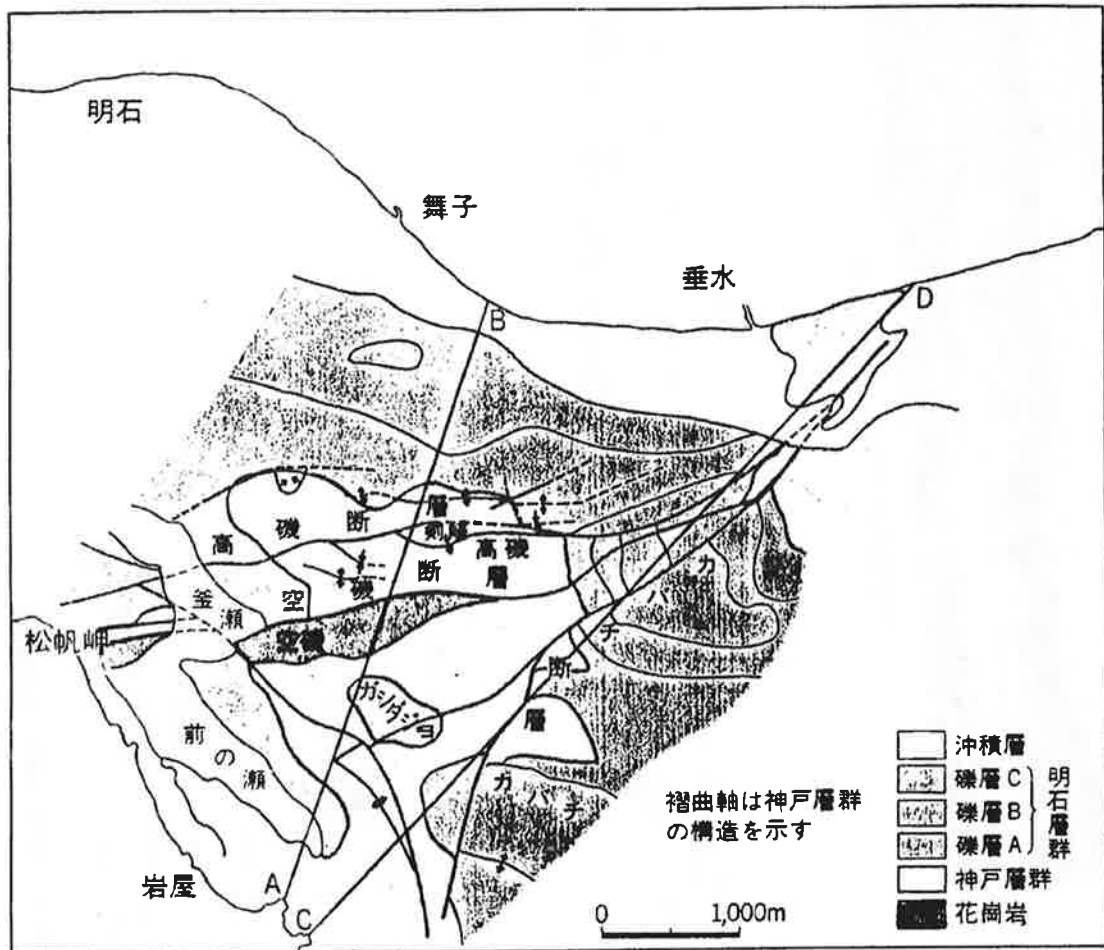


図-4 明石海峡の海底地質図・地質断面図

茂木(1977)⁽²⁰⁾から引用

(原図は伊崎・金子(1960)⁽¹¹⁾による)

