

## 7. 神戸市中央区の被害状況

### 7. 1 概要

#### (1) 地理的概要

中央区は文字通り、神戸市の中心地域であり、県庁、市役所を擁し、政治・経済・文化を担っている。東側は灘区、西側は兵庫区、北側は北区にそれぞれ接し、東西約4 km、南北約4 kmのほぼ方形の地域となっている。南側は大阪湾となり、海上埋立地であるポートアイランドを抱えている。

地形的には神戸市の他の地域と同様に急峻な山地が海岸に近接しており、大きくは、六甲山地と緩傾斜面部の市街地と臨海部埋立地区に区分される。居住区や交通機関等の主要な構造物は山地と海岸の間の幅約2 kmの平野部に集中している。地質的には山地を形成している基盤岩類とこれを覆う被覆層に区分される。基盤岩類は六甲花崗岩、布引花崗閃緑岩からなる。堆積層は新生代第四紀の諸層で、地質年代区分で見ると古い順に、大阪層群、高位段丘層、中位段丘層、低位段丘層、沖積層に区分されている。これら諸層の分布域は標高的に高い方から低い方へ古い順に並んでいることが特徴である。この地区の地質構造を特徴づけるものは断層構造である。断層は山地と平野部の境界部に位置し、東北東～西南西および北東～南西方向に主に分布している。

また、神戸市は、六甲山地をすぐ後ろに背負っており、道路、鉄道等の交通幹線網は東西方向に延びてきており、それに直交する形に南北道が展開されている。中央区においては、鉄道はJR新幹線、JR神戸線、阪急、阪神線とさらに西寄りに神戸高速鉄道が走っている。三宮駅を中心に地下鉄が張り巡らされ、北へは新神戸から北神急行へ、また、西は西神線へとつながる。さらに、ポートアイランドへは新交通ポートライナーが運行している。幹線道路は、山手幹線と国道2号線と阪神高速神戸線、ハーバーハイウェイが東西方向に並行に走り、これに直交して、生田川に沿って北進した高速道路は新神戸駅付近より北上する神戸トンネルと西進する山麓バイパスへと続いている。

#### (2) 地質概要

中央区周辺における地質平面図を図-7.1.1に示す。地質系統表は2章を参照のこと。中央区における地質は、基盤岩としての六甲花崗岩および布引花崗閃緑岩であり、その上位に新生代第四紀の地層が堆積している。

これらの地質の特徴は概略、次のとおりである。六甲花崗岩、布引花崗閃緑岩は六甲山系の大部分を構成しており、新鮮部は硬質の岩盤である。六甲山体を形成している部分は全体に硬質であるが、山体の南側においては、深部まで風化が進んでおり、自然的外力に対してはやや脆弱である。大阪層群は固結した粘土、砂、礫を主体とする地層である。高位段丘層は礫層を主体とする地層で、赤褐色に風化した層を挟在している。

中位段丘層は礫層を主としており、扇状地性の段丘と言われている。低位段丘層は神戸市街地の主要部を占めており、瀕海性の砂層でできていると考えられている。沖積層は海成層と現在の河川によるものとの大別される。海成層は軟弱な粘土層を含んでいるが、河川による堆積物は主に土石流によって形成されたもので、粗粒の礫層を主体としている。

#### (3) 活断層の分布概要

神戸市の北側には、標高1000m級の六甲山地が東西に長く連なっている。この六甲山地の形成は、過去100万年間の山地の上昇運動によるものであり、山地と平地との間の山麓

にはその運動の所産である断層が数条発達分布しており、六甲断層系と称せられるA、B級の活断層である。南西部から北東方向に向かって、須磨～会下山～諏訪山～五助橋～芦屋～甲陽断層等一連の断層が雁行状に分布しているのが知られている。このうち芦屋断層は東灘区、灘区付近で平野地下に埋没し、西から西南西方向へ向かって伸びるものと推定されている。

中央区においては、会下山～諏訪山断層が存在し、さらにその山地北側には布引断層が走っている。また、阪神高速線等の調査で住吉川付近で1本、メリケン波止場付近で2本の大阪層群中の地層のずれが見つかっており、神戸市平野地下にも活断層の存在する可能性が大きいと見られている。地震断層となった淡路島の断層系の野島断層や仮屋断層、大阪湾断層は、六甲断層系と平野地下あるいは海底地下で連なっているものとも推定されている。

これらの活断層が分布すると推定されている所では、部分的ではあるが、例えば芦屋断層（東灘区）、諏訪山断層（灘区）、渦ヶ森断層（東灘区）のそれぞれの付近で、北東から南西方向の10～15m幅程度の細長い帯状の建物、土木構造物等の倒壊や地割れ、クラック等の発生、また、断層線沿いの斜面崩壊、落石等が確認されている。但し中央区においては、断層線沿いの明確な変状は見られなかった。

#### （4）地形・地盤概要

中央区のJR新神戸駅から三宮駅にかけては、かつての旧生田川の流心にあたり、昭和13年の阪神大水害の際に、住吉川等と共に多くの土石流堆積物が六甲山から平地に流れ込み、流心沿いの平地は一気に埋没し、現在は天井川となって残っている。この旧水系では、洪積層時代からの長い期間の下刻作用によって深い谷筋ができており、三宮ビジネス街一帯は沖積層が比較的厚く堆積（厚さ5～15m）している地域でもある。

三宮地区の被害は特に甚大であった。駅北側の繁華街の木造家屋の全倒壊率100%区域から、南側通りのビジネス、商店街の中・高層鉄筋コンクリート建屋の主柱、梁等の座屈、せん断破壊等による4～5層部や1層部の圧壊、倒壊が目立った。この地区においては沖積層と段丘層が厚いこと、東西方向周辺にはやや硬い大阪層群が分布していることなどによって地盤振動を大きくし、また振動方向の時間変化を複雑にしたものと考えられる。

ところで、JR神戸線は、明治初期の古い建設であり、古地図（明治18年陸軍参謀部作成）によると、中部更新統から始まった六甲山系からの土石流堆積物から成る扇状地性段丘堆積物と、その南側に分布する低位段丘或いは、沖積低地との地形傾斜の変換点付近の標高10～20mの地形等高線に沿って、東西方向にゆるくカーブしながら布設されている。この等高線が山側（北側）に寄った緩扇状地にあたる扇間帯は、砂質土、細粒土から成っており、それに位置するJR六甲道駅（灘区）、春日道駅付近の被害の大きいのが目立った。一方、扇状地の扇芯中央部や扇端部にあたるJR住吉駅（東灘区）、摂津本山町駅（東灘区）の北側では、50cm～1m大の玉石巨礫を多く含む玉石混じり砂礫地盤の分布する地域であり、比較的被害が少ないが、JR線南側の低位段丘層か、沖積層の堆積が始まる地点付近から幅1.5kmにわたって被害が特に大きくなっているのが特徴的である。

このJR線の南側、国道2号線から国道43号線沿いにかけては、6000年前の縄文海岸線（標高5～6m）の分布が知られている。この海岸線の南側から沖積層の海成堆積物の厚くなる箇所での被害は、比較的軽くなっている。

J R 元町駅から神戸駅付近、特に山手台地の兵庫県庁、神戸海洋気象台付近に来ると、被害は激減し皆無に近かった。山手台地は、六甲山麓を走る諏訪山断層に近い箇所に位置し、標高20m以上の台地部は高位段丘面であり大阪層群が分布する。被覆層は比較的薄く、基盤が浅い(600m程度?)と推定されている地域である。

J R 兵庫駅(兵庫区)からさらに新長田駅(長田区)付近の被害は甚大であった。地震後火災が発生し、多くの建物が焼失したが、火災発生前でも倒壊率50%以上の区域が面的に広く分布していた。新湊川流域付近(長田区)は標高6m以下の沖積低地が山陽電鉄線南側付近まで入り込み、この付近は旧湊川開削と下刻作用によって北部域まで広い平地を形成している。軟弱地盤が広く厚く(沖積層+段丘層の層厚約15~20m)分布する地域でもあり、被害の範囲を特に大きくしたと言える。

#### (5) 地震被害の概要

阪神大震災による被害は、人命ばかりでなく、建築物、土木構造物、ライフラインや山地斜面まで、広い範囲に甚大な影響を与えた。しかし、その被害の程度や分布に関しては、特徴的な現象を表している。被害調査において対象とした建物(木造、RC造)、鉄道・道路(高架橋を含む)港湾および、河川斜面等の被害程度および、その特徴の概要を示す。

被害状況調査は平野部とこれに隣接する山麓部で行った。

##### ① 建物の被害状況

建物の被害状況を見ると、建物全半壊は海岸から約500mの位置より北側の幅約1.5kmの地域に集中しており、気象庁発表による震度7の分布域におおむね一致しているが、かなり複雑な形状を示している。この原因としては建物の新旧、構造の相違、地域的な地盤の違いによるものと考えられる。建物の形式について見ると、一戸建て家屋については木造で古い家屋で被害が多く、RC造、S造の建物については古いRC造の建物で被害が多い。地形との関係を見ると、標高的に20~50m以下の平野部で、旧海岸線の間集中する傾向にある。この中でも主要河川の中上流では少ない傾向にある。地盤との関係を見ると、情報が少なく明瞭でないが、主要河川の間地域で表層にゆるい砂、ゆるい礫、軟弱な粘性土が分布する地域で被害は大きく、主要河川の流域で転石、玉石、礫が分布している所では被害は少ない傾向にある。

##### ② 道路・鉄道・港湾の被害状況

図-7.1.2は主要構造物と河川、斜面の被害概要を示したものである。このうち、道路・鉄道に関してはその被害と現在の段階では地形、地質との相関は明確でない。鉄道に関しては盛土区間と高架の区間いずれも被害が生じているが、特に大きいものは阪急岡本付近の盛土、JRの石屋川橋梁(東灘区)、六甲道駅(灘区)、阪神の石屋川車庫~新在家駅(灘区)、大石駅(灘区)周辺である。道路に関しては全線が高架となっている阪神高速神戸線を主に被害が大きい。特に大きい箇所は東灘区深江周辺、中突堤北側である。港湾についてはほぼ全域で被害が見られる。主な変状は護岸、岸壁の海側への滑動とそれに伴う背後地盤の沈下である。埠頭内部では液状化に起因する不等沈下が発生している。河川に関しては中~下流部では護岸の倒壊、はらみ出し、上流部では斜面崩壊が見られる。JR線より南側における東灘区の河川、および阪急線より南側に集中している灘区の河川で被害が見られ、地質的には沖積層、低位段丘層の分布域に相当する。

##### ③ 河川・斜面・宅地盛土の被害状況

自然斜面の崩壊地は断層の集中している山地部で多く発生している。これは、地盤の脆弱部が崩壊したものと考えられる。地域的には東灘区西部～灘区の地区である。宅地盛土の被害は谷側が沈下して亀裂が生じたものが多いが、一部には斜面崩壊に進行したものもある。盛土上部の変状が大きく、変状箇所と盛土下端部を結ぶとかなりの低角度になることが特徴である。被害のあった箇所が自然斜面の被害域と同様に断層に近接していることも特徴の一つである。宅地盛土の被害箇所も東灘区西部～灘区にかけて多く見られる。

#### ④ 地震被害と地盤

地震被害の分布を地盤地質との関係で見ると、以下のような特徴が挙げられる。

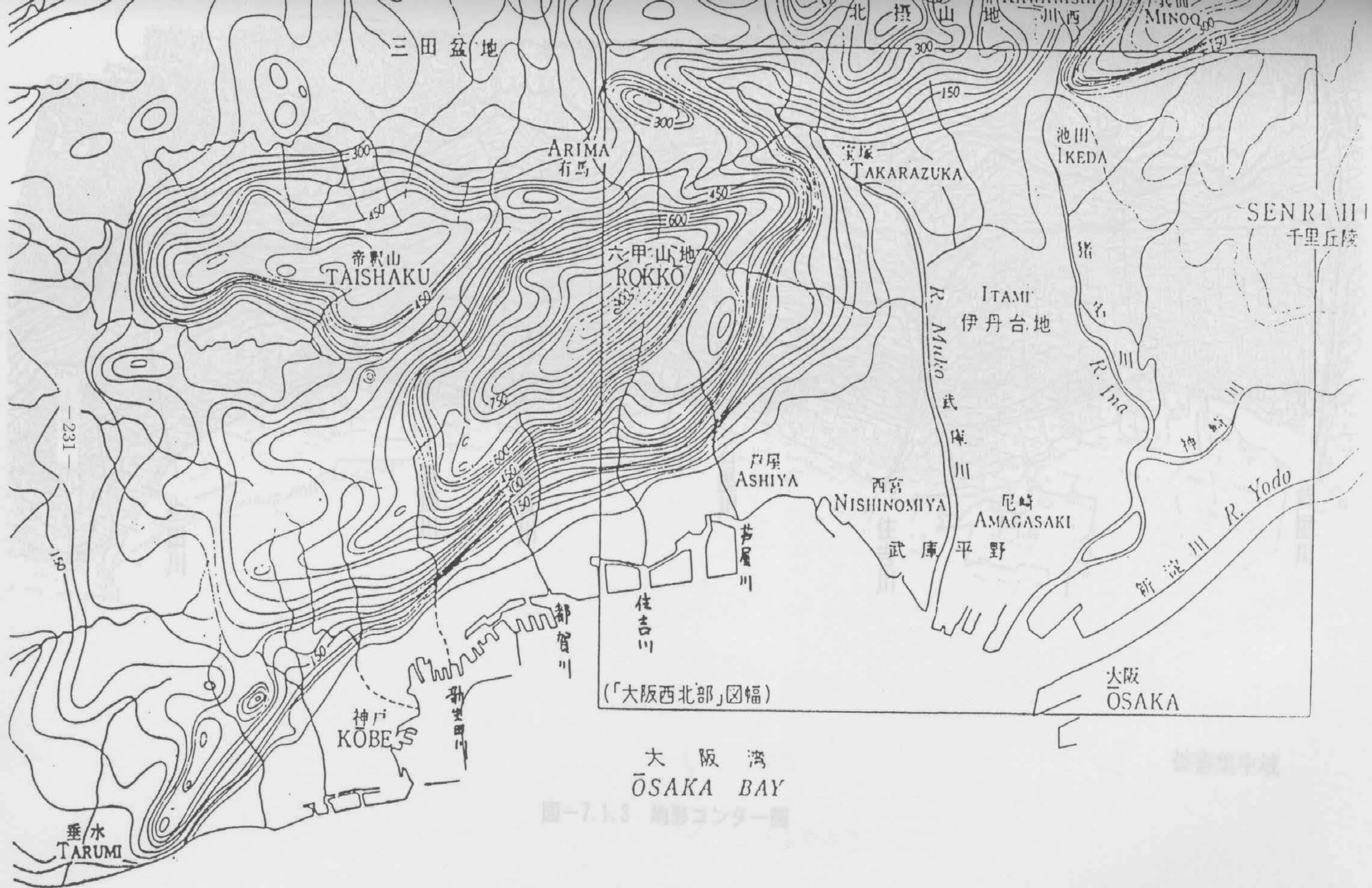
- ・市街地の被害は低位段丘層（T<sub>l</sub>）および中位段丘層（T<sub>m</sub>）の分布する範囲と概ね一致している。それ以外の沖積層（a）等の範囲では、被害は極めて軽微にとどまっている。
- ・土木構造物は、これら地層の分布境界付近に被害が集中している。即ち、地層境界は、地形変換線に相当すると考えられる。
- ・山麓部に見られる亀裂や崩壊は、布引断層と諏訪山断層に挟まれた範囲に集中している。これら断層の存在が知られている範囲は、本質的にその地質が脆弱化していることが、被害を集中させた要因であると考えられる。また、造成地については地質構造的な素因を考えるよりも、切・盛境界に変状が出ており、構造的に弱線部となっていると思われる。
- ・地震動の特徴から判断すると、調査地付近の基盤あるいは固結層上面は六甲山から海に向かって概ね単傾斜しており、このような地震動の基盤条件の所では限られた範囲に地震の揺れが増幅される現象が生ずることが言われている。調査地付近においては、JR線を中心とした低位、中位段丘層の分布範囲に増幅現象による地震動が働いたと予測される。
- ・活断層と被害域との関係については、調査地付近では明確に判断できるデータの収集は出来なかった。地盤の変位や構造物の変状被害、および山腹や山麓の被害についても、その地質が脆弱であったり、切盛境の変状であったりしている。

したがって、被害分布の特徴、集中性と断層の分布との関係を明らかにするとともに、地震動と地盤地質・構造物の応答特性の特徴からも予測する必要がある。



- r : 埋立地
- a : 沖積層
- T<sub>l</sub> : 低位段丘層
- T<sub>m</sub> : 中位段丘層
- T<sub>h</sub> : 高位段丘層
- O<sub>3</sub> : 大阪層群
- Rg : 六甲花崗岩
- Ng : 布引花崗閃緑岩

図-7.1.1 神戸市中央区周辺の地質平面図 (S = 1 / 50,000)



(「大阪西北部」図幅)

大阪湾  
OSAKA BAY

図-7.1.3 地形コンター図

図-7.1.2 六甲山地とその周辺の接峰面図



被害集中域

図-7.1.3 地形コンター図

図-7.1.4 地形図と被害分布

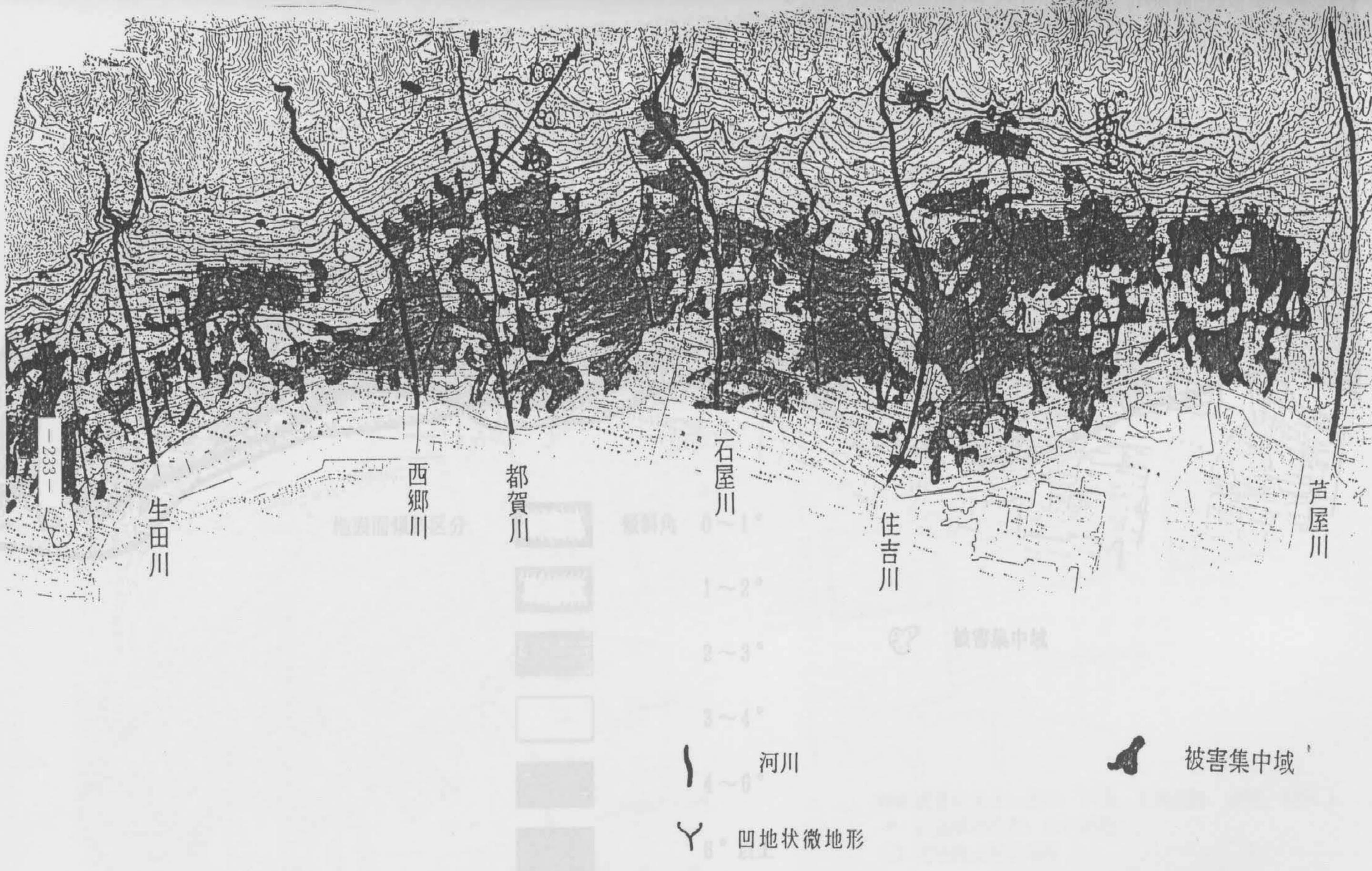


図-7.1.4 微地形と被害域分布

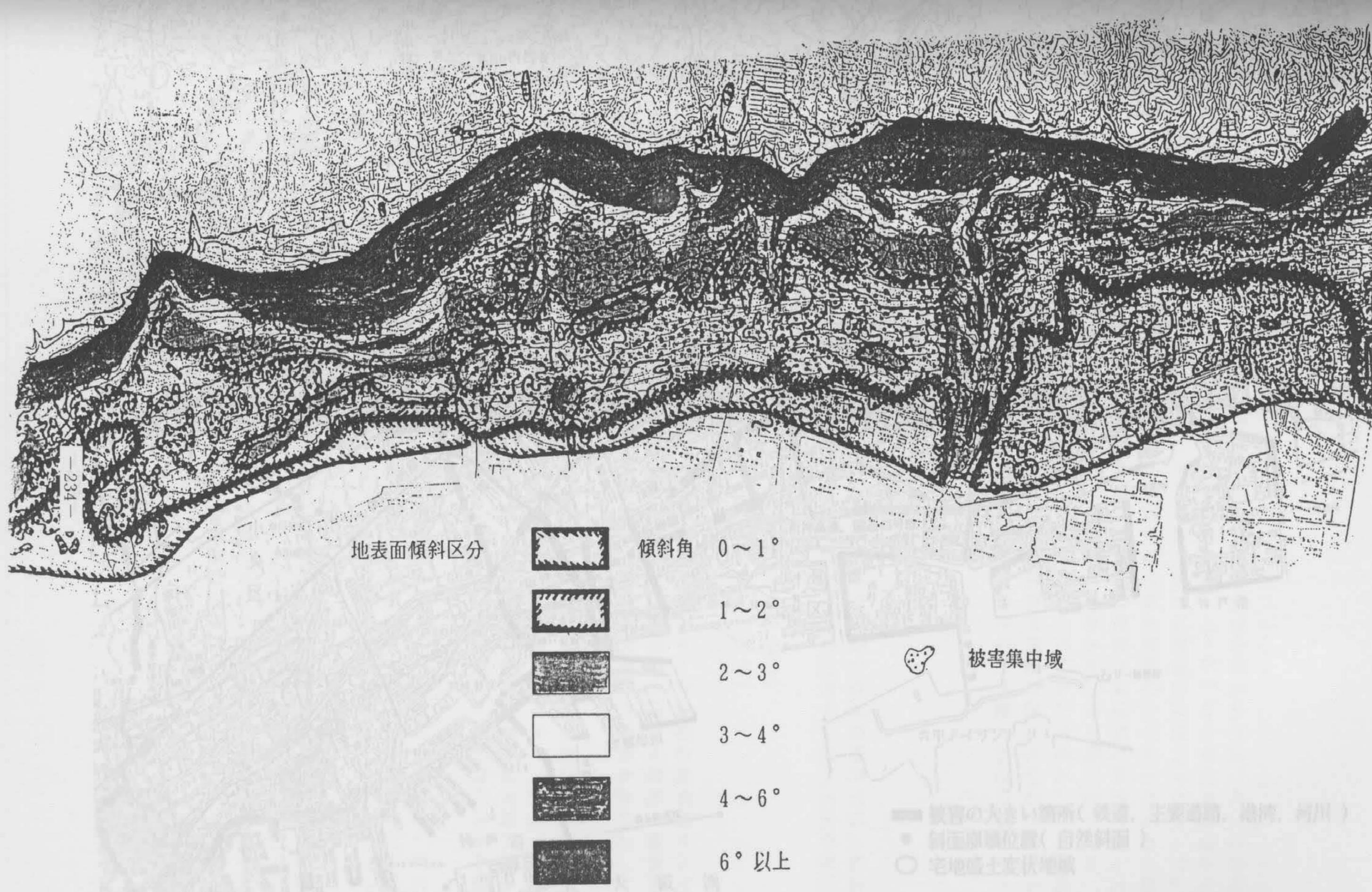


図-7.1.5 地表面傾斜区分図 奥区付近の構造物, 斜面の被害概要 (2-1 5000)



図-7.1.6 神戸市中央区付近の構造物, 斜面の被害概要 (S=1:50000) 1)に加筆

## 7. 2 建物の被害状況

### 7. 2. 1 建物被害の分布

建物の被害は、気象庁発表(1995. 2. 7)の震度7の分布域でも明らかなように、この区域においては、中央区(元町付近)から芦屋、西宮まで幅1.0~2.0 kmの帯状の被害となっている。中央区(元町付近)から兵庫区にかけての一部では被害は比較的少なかった。図-7.2.1は被害調査結果より、全壊、半壊家屋の被害集中域を簡略化して示したものであるが、その詳細は図-7.2.10に示すとおりである。気象庁の発表とほぼ同じ結果となっており、六甲山麓や海岸地域の被害は少なかった点では同じであるが、市街地においては、単なる帯状の被害ではなく、島状や半島状の複雑な被害になっていると言える。この原因には地震動のほかに建物の築造年代、構造、用途などと地盤が複雑に絡んでいると考えられ、早計に結論付けられるものではない。しかし被害の分布を見ると地盤・地質の影響が大きいのではないかと示唆される。

### 7. 2. 2 被害の地域的特徴

#### (1) 三宮地域の被害

神戸の業務中枢機能を有し、震度7の最も激しい揺れを記録した三宮地区では、ほとんどのオフィスビルは壊滅的な被害を受けている。構造的な被害パターンは、下記の様に区分される。

- ①途中階の圧壊(神戸市役所旧庁舎ビル、交通センタービル等)
- ②外側壁柱の崩壊(阪急ターミナルビル、そごう、サンプラザ)
- ③ビル全体の傾斜(市街地の中小ビル群)

一方、神戸市役所新庁舎ビル、貿易センタービル、ホテルオークラ等の超高層ビルは構造的な被害は見られていない。電柱の倒壊は中心市街地、住宅地を問わず各地で傾斜倒壊、破損しており、変圧器の重量に耐えることができず、折れて倒壊した事例も多い。

#### (2) 中央区の被害

中央区は、全般的に構造種別に関係なく建物被害が著しい地域であるが、元町から西側は比較的被害が軽い。また、地形的には、北側傾斜地では被害程度は軽く、南に下るにつれて小破、中破程度の被害が多くなり、中山手通、加納町、神若通、宮本通を結ぶ線あたりから急激に被害が大きくなる傾向が見られる。浜に近い地域では、液状化による地盤の沈下などの変状が見られる。

建物の被害率50%を越える地域も多く、地震動が大きかったことを示している。また被害率は、南北方向の地盤特性の違いとの相関も強いと考えられるが、木造建物の被害は建築年代や構法に大きく影響される。特に北側では比較的建設年代が新しく、新構法(プレハブやツーバイフォー)も多いと考えられる。

ビル建築物の被害は、三宮駅周辺の地区において多い。また阪急線、JR線の北側から南にかけて大きな被害を受けた建物が多いことが見られる。埋立地においては、ハーバーランド内のフェリーターミナルビル等も大きな被害を受けている。これらのビルは岸壁の崩壊および地盤の液状化により被害を受けていると考えられる。

### 7. 2. 3 地区別の被害

この地域の被害状況を、①「被害の帯」の北側領域（六甲山麓～山手幹線）②「被害の帯」にあたる領域（山手幹線～国道2号線）、③「被害の帯」の南側領域（国道2号線～海岸）、④三宮～神戸間に分けて述べる。

#### （1）「被害の帯」の北側領域

この領域には1戸建て住宅が最も多く分布する。建物被害は全般に軽微であり、比較的新しい木造家屋や鉄筋コンクリート造建物はほとんど健全である。ただし、次の領域は周辺地域と比較すると被害の程度が大きい。

##### ①野崎通2丁目

全壊2戸、その他は半壊および一部損壊である。

##### ②加納町1丁目

極く狭い地域ではあるが半壊・一部損壊が主となっている。

##### ③北野町2丁目

北野町付近の建築年代の古い木造住宅に被害が見られる。

#### （2）「被害の帯」領域

この領域は全般に建物の被害が大きく、古い木造家屋はほとんど全壊状態で、RC造やS造建物においても大きな損傷が認められる。特に被害が集中している地域は、

##### ①春日野道駅より東側区間

##### ②三宮駅の周囲および元町駅までの区間

であり、三宮付近では国道2号線よりさらに南側まで被害が集中している。比較的被害が少なかったのは、

##### ①新生田川の両サイド区間

##### ②元町駅より西側区間

である。

#### （3）「被害の帯」の南側領域

この領域には、木造家屋、工場、倉庫が混在している。建物被害は「被害の帯」領域に比べて小さく、古い木造家屋でも外観上は無被害のものが多かった。ただし、被害のある地域とほとんど被害のない地域があり、被害が大きかった地域は、浜辺町1～2丁目、播磨町、明石町、栄町通2～3、海岸通2～3丁目、元町通6丁目、東川崎町4～7丁目である。全壊した建物は古い事務所ビルなどである。

#### （4）三宮～神戸間

三宮～神戸間では、全般的に構造種別に関係なく建物被害が著しいが、元町から西側は比較的被害が少ない。また、北側傾斜地では被害程度が小さく、南下するほど小破、中破程度の被害が多くなり、中山手通、加納町、神若通、宮本通を結ぶ線付近から急激に被害が大きくなる傾向が見られる。浜に近い地域では、液状化による地盤沈下などの変状が見られる。RC造建物の被害は、三宮駅周辺の地区が多い。特に、三宮駅周辺のオフィス、デパートなど床面積の大きいビルが被災しているほか、三宮駅北西側の歓楽街も全壊に近い被災を受けている。埋立地においては、ハーバーランド内のフェリーターミナルビルなども大きい被害を受けている。

#### 7. 2. 4 構造別の被害

この区域には木造，RC造，SRC造，S造などの建物が見られる。

##### (1) 木造建物

被災した木造建物は，全般に瓦屋根の建築年代が古い建物であり，木造建物の被害は，全般的には，建築年代が古く，重い屋根瓦のいわゆるトップベビー構造の建物に著しい。一方，建築年代が新しく，プレハブやツーバイフォー工法などのような最近の建築工法による建物は，軽度な被害にとどまっているようである。また，建築年代が古い建物はもちろんのこと，比較的新しい建物であっても2階建て建物では1階部分の倒壊が目立っている。軒を連ねる建物が全体的に傾斜あるいは崩壊している例や，端に位置する建物ほど大きい被害を受けて例が多数みられる。店舗併用住宅では，1階道路側に大きい開口部が設けられているため，1階部分が大変形を起こしたり，圧壊して前面道路に迫り出したり，倒壊しているのが見られた。

##### (2) RC造，S造建物

RC造の建物被害は，新耐震設計法（昭和55年）の施工以前に建設された建物が多い。大被害を受けた建物の多くは，1階，中間層あるいは上層階など特定の階層に被害が集中する傾向がみられる。住宅や店舗兼用住宅などの小規模な軽量S造の被災棟数は多く，それらの被害は，外壁が鉄骨骨組の変形に追従できずに剥落し，柱の塑性変形が著しいものが多数見られた。これらの建物では，部材あるいは柱脚部の腐食も著しく，また鉄骨部分の溶接の不良などにより部材が完全にはずれたことなどが破壊の原因ともなつたと考えられる。

事務所建物やマンションなどの中高層S造についても中破以上の大被害を受けている。それらの被害の特徴としては，建物隅柱脚部分の損傷が挙げられる。アンカーボルトの抜け出し，1階柱の浮き上がりや横移動が見られた。これらの原因により，建物の傾斜や崩壊などの被害を引き起こしたと考えられる。

一方，超高層S造や最新S造では，被害集中域にもかかわらず，ガラス1枚も割れていないビルなどもあるなど，全般的に被害は小さかった。1階部分のみが破壊され倒壊した建物は，1階に駐車場を設けるなどのピロティ形式や店舗となっているものが多く，従来から耐震設計上の問題となっていた構造と考えられる。中間層が層崩壊した建物は，事務所建物やデパートなどの中高層鉄骨鉄筋コンクリート造のものが多いと考えられている。

このように崩壊した原因として，セットバックなどによる剛性率の変化や強い上下動を受けたことが考えられる。

##### (3) 歴史的建物

中央区においては日本を代表する明治以降の近代建築遺産が数多く残る地域であるが，最新のビルでさえ全壊するほどの激震地であり，極めて深刻な被害となっている。第一勧業銀行，下山手教会などの煉瓦造系の建物が壊滅的な被害を受けている。

国指定重文の居留地十五番館は全壊している。異人館の残る北野・山本地区の伝統的建造物群保存地域は煙突の落下による被害の拡大，内部の漆喰壁の剥離など，今後の修復では厄介な問題を有していると言われている。

## 7. 2. 5 建物被害と地形・地盤

### (1) 建物被害と地形

調査地全域の地形・地質の概要は2章で述べたとおりである。この区域の地形をさらに詳細に見ると次のようである。

六甲山麓の直線的な崖地形の前面に形成された扇状地と海岸に形成された三角州、河道沿いの自然堤防および海岸の砂州で構成される。扇状地と扇状地の間、扇状地と砂州の間には、比較的細粒で軟弱な堆積物が分布している<sup>2)</sup>。扇状地は、完新統の扇状地、最終氷期頃に形成された低位段丘、それ以前に形成された中位・高位段丘に分けられる。

図-7.2.2は関口辰夫ほか(1995)<sup>3)</sup>の地形分類図に、建物被害集中域を重ね合わせたものである。被害集中域は緩扇状地の分布域とほぼ一致しており、山地側の急峻な扇状地や丘陵地、海岸付近の低地では相対的に被害は少ない。

次に、図-7.2.4は明治前期の古地形<sup>4)</sup>に建物被害集中域を重ね合わせたものである。被害は東灘区東部で標高20m以下、東灘区西部で40m以下、灘区で50m以下、中央区で30m以下に集中している。比較的大きい河川の住吉川、石屋川、都賀川、西郷川の上・中流域や、生田川沿いには礫・玉石が分布し、被害が少ない。被害の大きい所は、上記河川で形成された扇状地と扇状地の間の小河川の流域に広がっている場合が多い。

### (2) 建物被害と地盤

建物被害集中域は複雑な分布を示しており、建物の構造にも影響されるが、建物(特に木造家屋)は土木構造物と異なり、地盤の善し悪しで構造を変えることは少ない。したがって、被害の複雑な分布は地盤の影響をかなり受けていると考えられる。

阪神大震災の被害は、これまで、地盤が良いとされていた六甲山南側の山麓部に集中しており、その原因究明が、徐々になされつつある。地盤が良いとされていただけに、地盤の情報が少なく、また扇状地性堆積物のために、かなり複雑であり、現時点では、地盤状況が正確に把握されているとはいえない。特に深部の情報は乏しく、今後の詳細な調査が持たれる。

図-7.2.9は中央区の南北断面<sup>5)</sup>であり、海岸地域ではかなり深部まで詳細な調査が行なわれており、堆積年代も明らかにされているが、市街地の地盤はあまり解明されていない。浅層部では全域にわたる詳細な地盤構造については発表されていない。

一方、全域を網羅しているものとして神戸市企画局(1980)<sup>7)</sup>が挙げられる。そこで、その中に示されている市街地の南北断面のうち、神戸市東部地域の13枚の断面図にいて、地層境界線を加えるとともに被害集中域を示すと図-7.2.5~図-7.2.8のようである。また、図-7.2.3は神戸市企画局(1980)<sup>7)</sup>に示されているボーリングデータをもとに、表層粘性土の分布を示したものである。これより、建物の被害と地盤の関係は現時点では断定できないものの、次のように考察される。

①断面図(図-7.2.5~図-7.2.8)から、表層5~10mまでの沖積層と考えられる地層に砂・シルト・有機質土などの細粒土が分布している所で、被害が集中している場合が多い。また、礫の分布地域でもN値が低いか、あるいは細粒分を多く混入する地域で被害が集中する場合もある。

②断面図に示すように、海岸付近~埋立地にかけては、沖積層の軟弱粘性土が徐々に厚くなっている(最大10m以上)が、表層5~10mは海浜性の砂で覆われており、液状化は

発生したものの、建物被害は少ない。

③図-7.2.3に示すように、表層5～10mまでの沖積層と考えられる地層に0.5 m以上（最大でも2.0 m程度）の粘性土（シルトや有機質土 $N \leq 6$ ）が分布している領域は被害集中域である。ただし、洪積層と考えられる粘性土の分布域ではN値が5前後と低く、表層に厚く堆積していても被害は少ない。

④震度5～10m以深に分布している洪積層と考えられる地層が粘土優勢であっても、被害が大きいとは限らず、元町付近のように逆に被害は少ない。今後これらの地層の形成年代を考慮する必要がある。

以上のように表層5～10mまでの地盤条件が被害に影響を与えているとも考えられる。

### （3）建物被害と断層

芦屋・渦ヶ森・五助橋断層などの断層沿いに建物被害が周辺に比べて大きいように見られるが、諏訪山断層沿いには顕著な被害は見られなかった。

### （4）建物被害と液状化

液状化は海岸付近で見られ、そのために家屋が沈下や傾斜していたりするが、緩扇状地の「被害の帯」地域に比べると被害は軽微であった。

図-7.2.1 神戸市中央区付近の震害被害状況



図-7.2.1 神戸市中央区付近の建物被害集中域<sup>1)</sup>に加筆

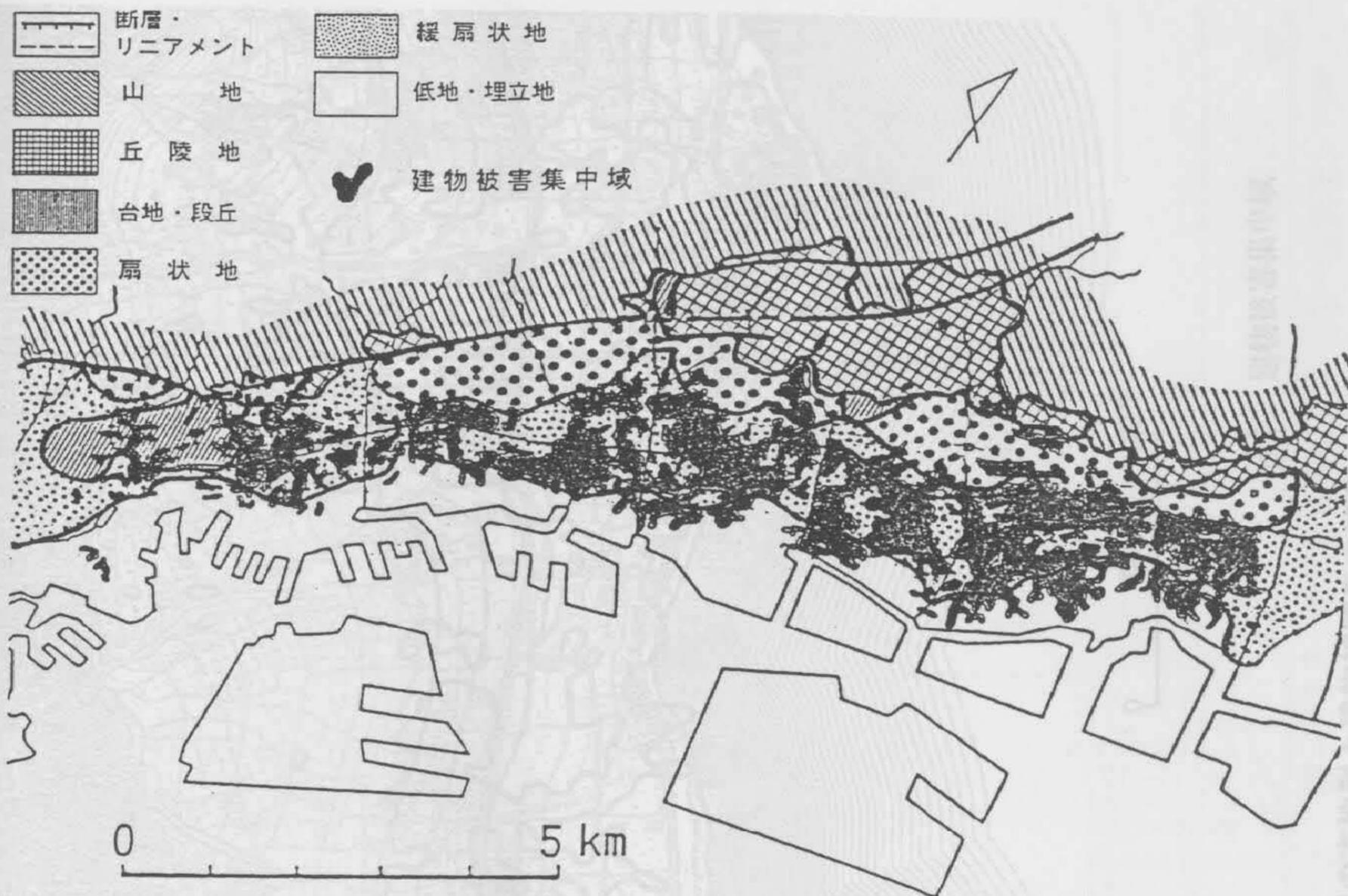


図-7.2.2 地形分類図と建物被害<sup>3)</sup>に加重

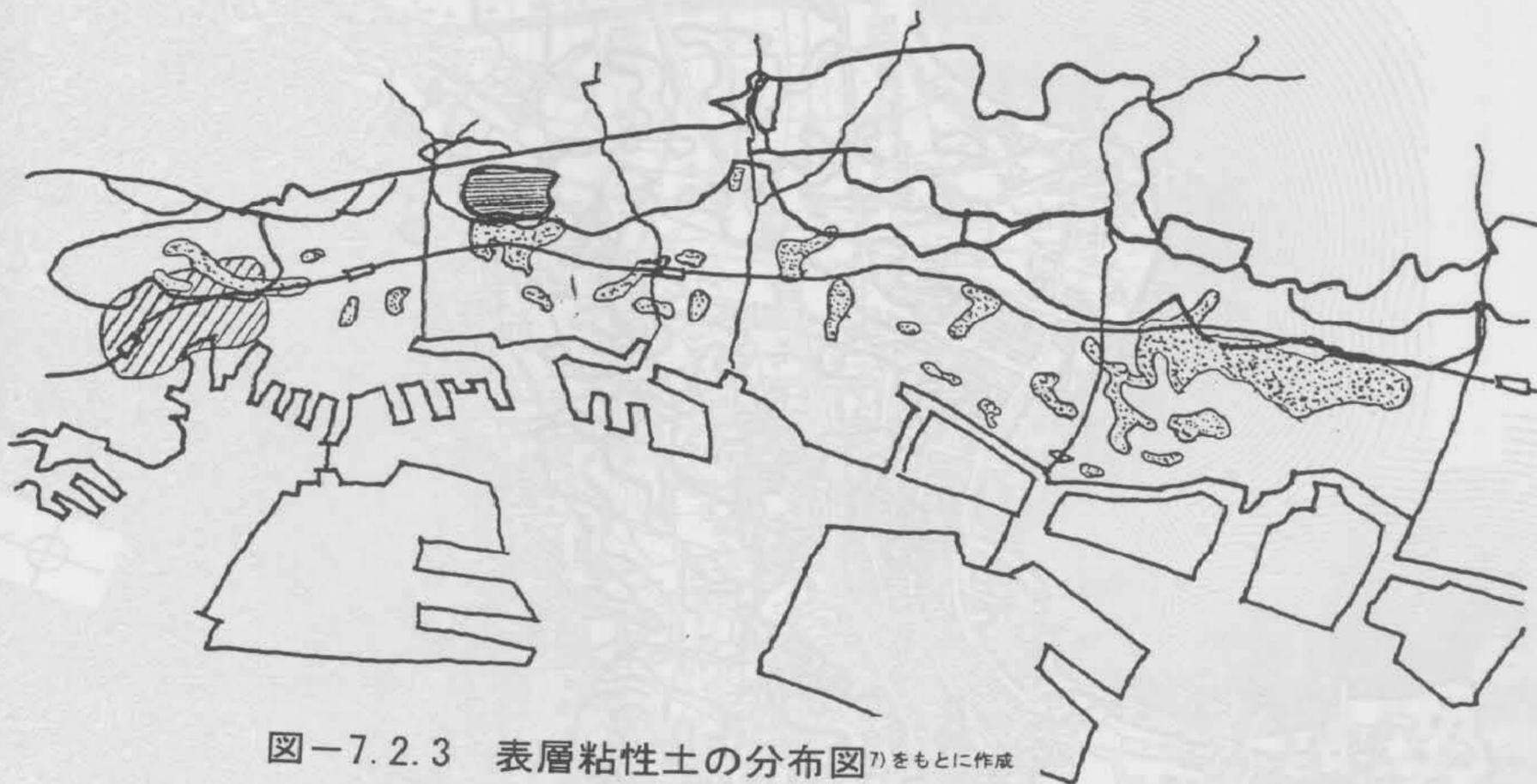


図-7.2.3 表層粘性土の分布図<sup>7)</sup>をもとに作成

-  表層10m (特に5m) 以内に  $N \leq 6$  の粘土・有機質土 (沖積粘性土) が0.5m以上の厚さ (2.0m以下が多い) で分布する範囲
-  表層10m (特に5m) 以内に洪積粘土 ( $N=5$  前後) が厚く (最大7m) 堆積する範囲
-  支持地盤に洪積粘土 ( $N=10 \sim 30$  程度) が厚く堆積する範囲



図-7.2.4 神戸市中央区付近における明治前期の古地形と建物被害集中域(図4)に加筆

図-7.2.5 地質想定断面図I (①~④断面) 1:1000

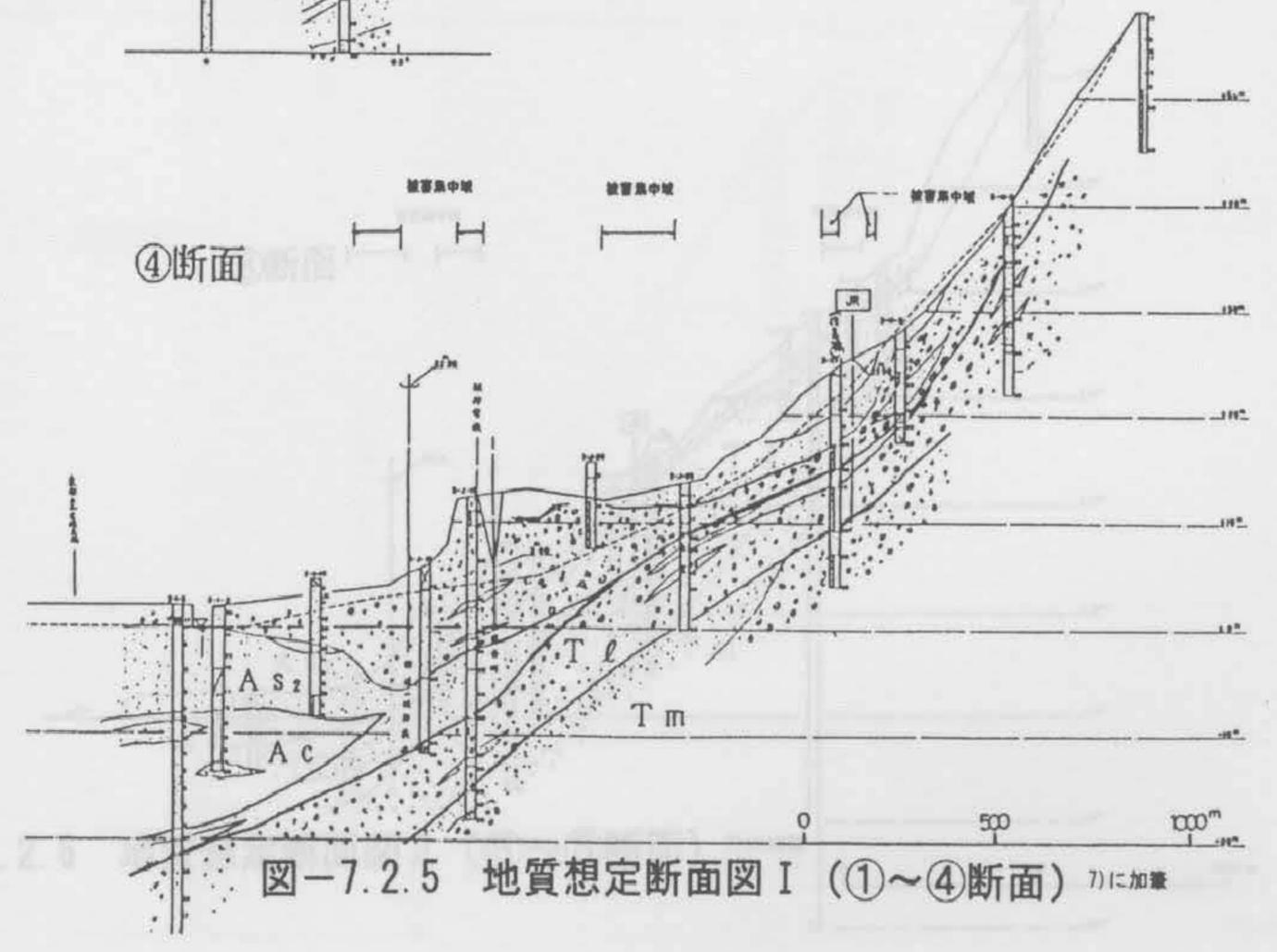
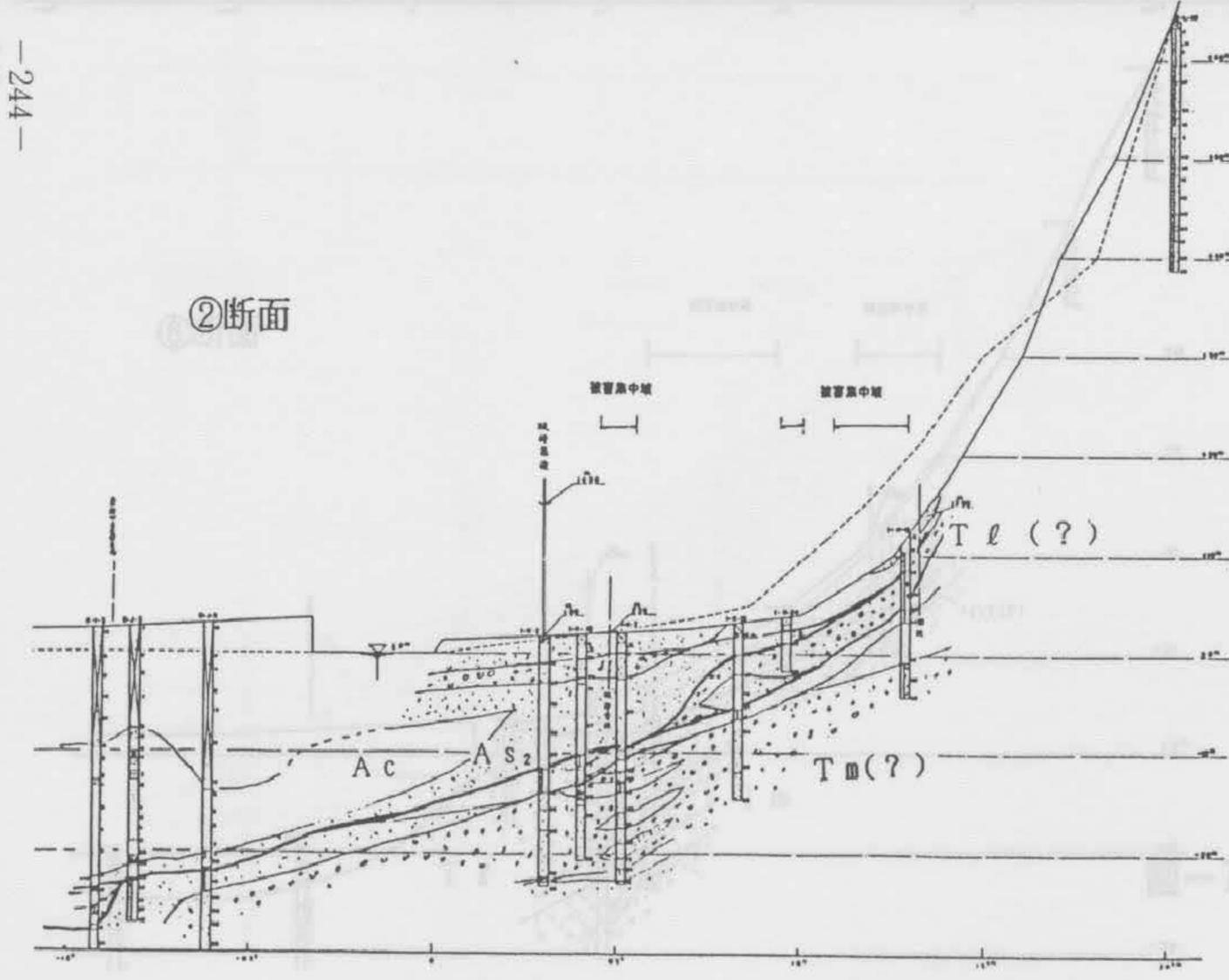
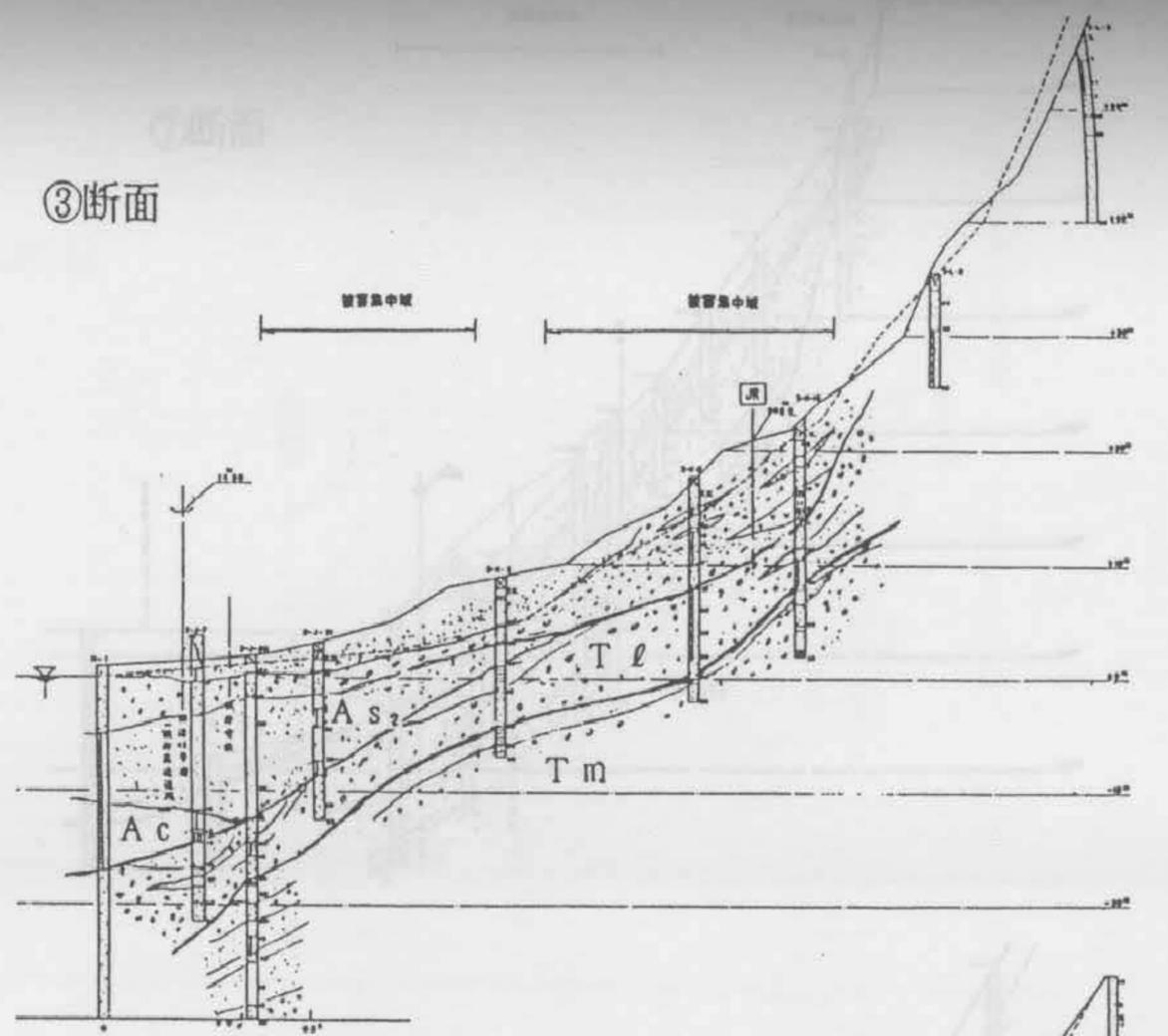
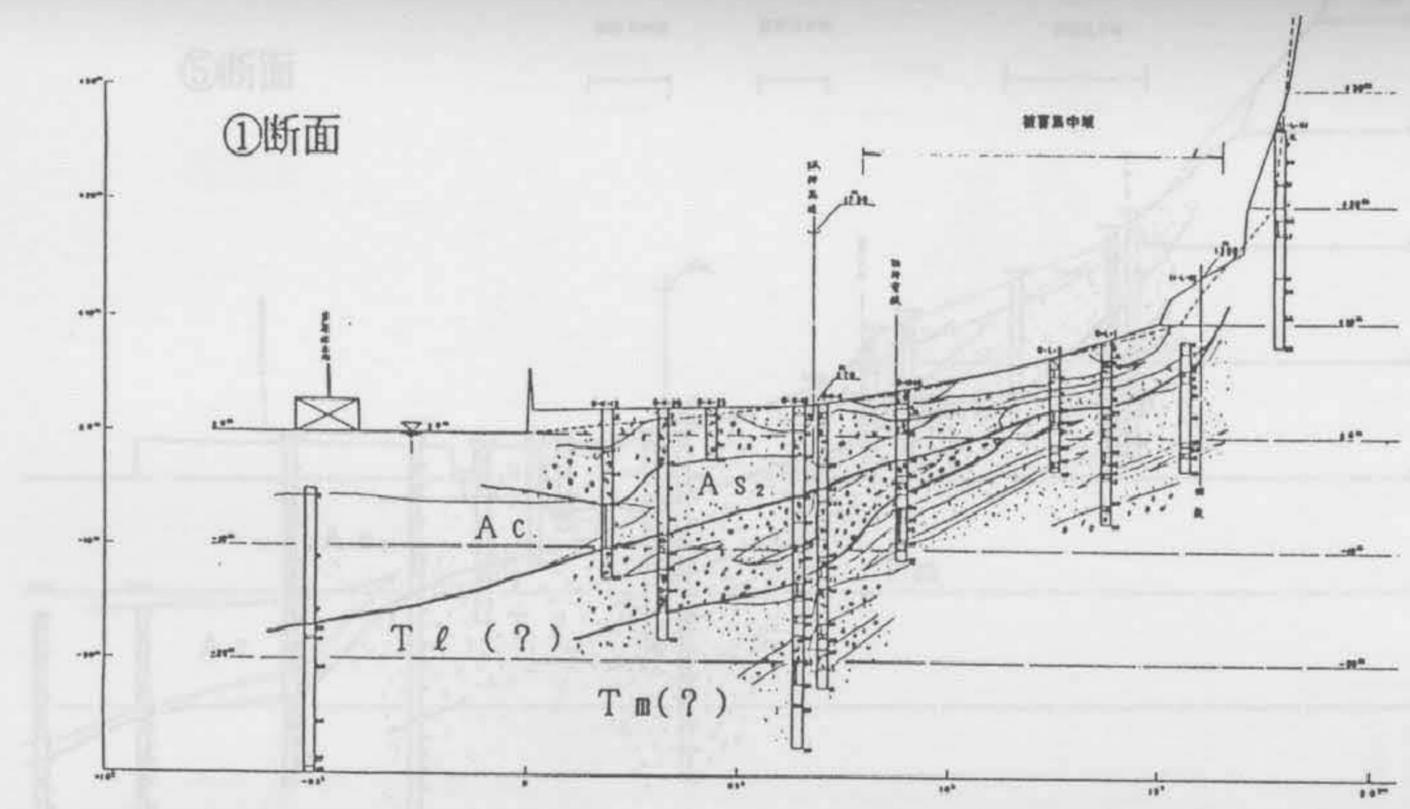


図-7.2.5 地質想定断面図 I (①~④断面) 7)に加重

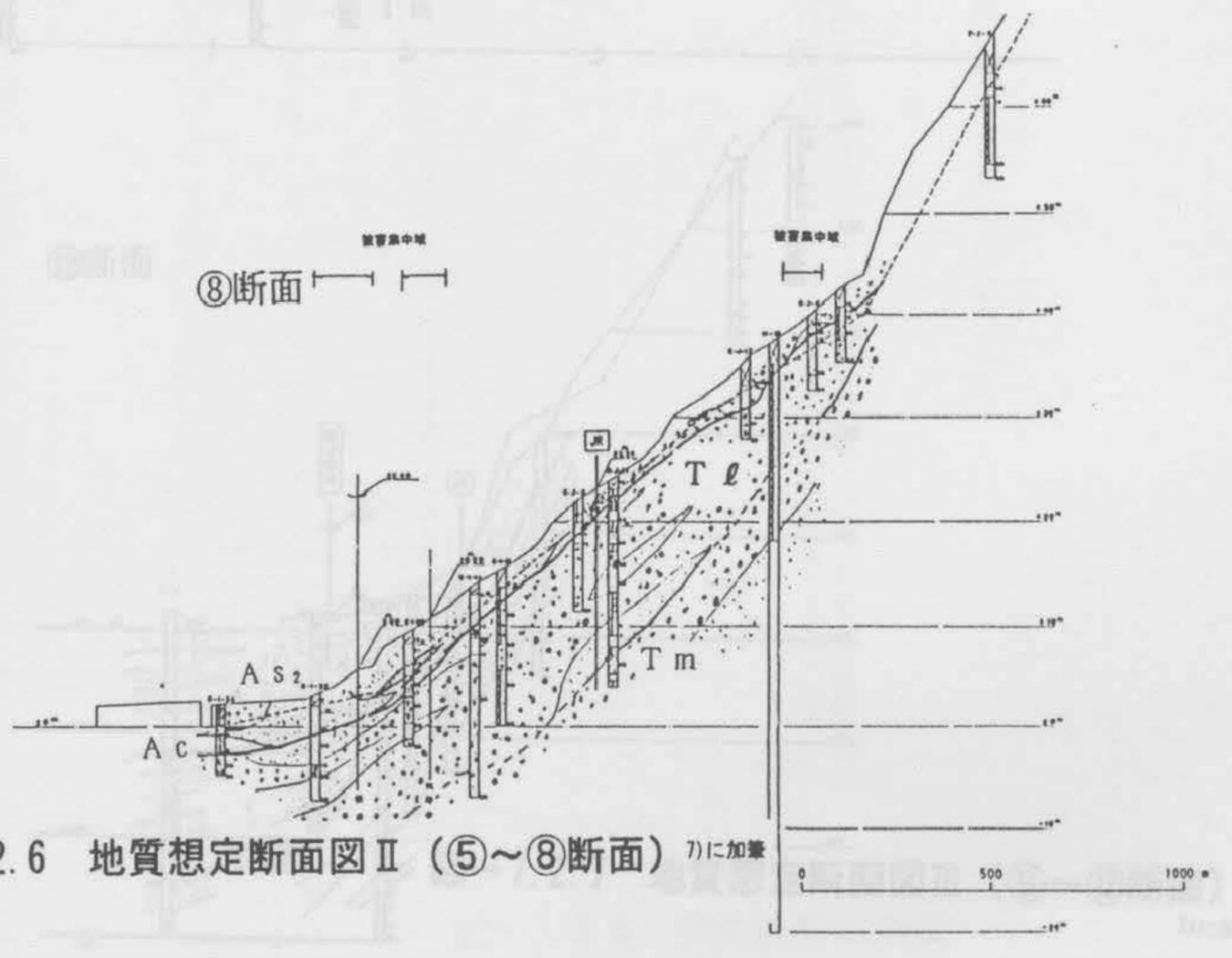
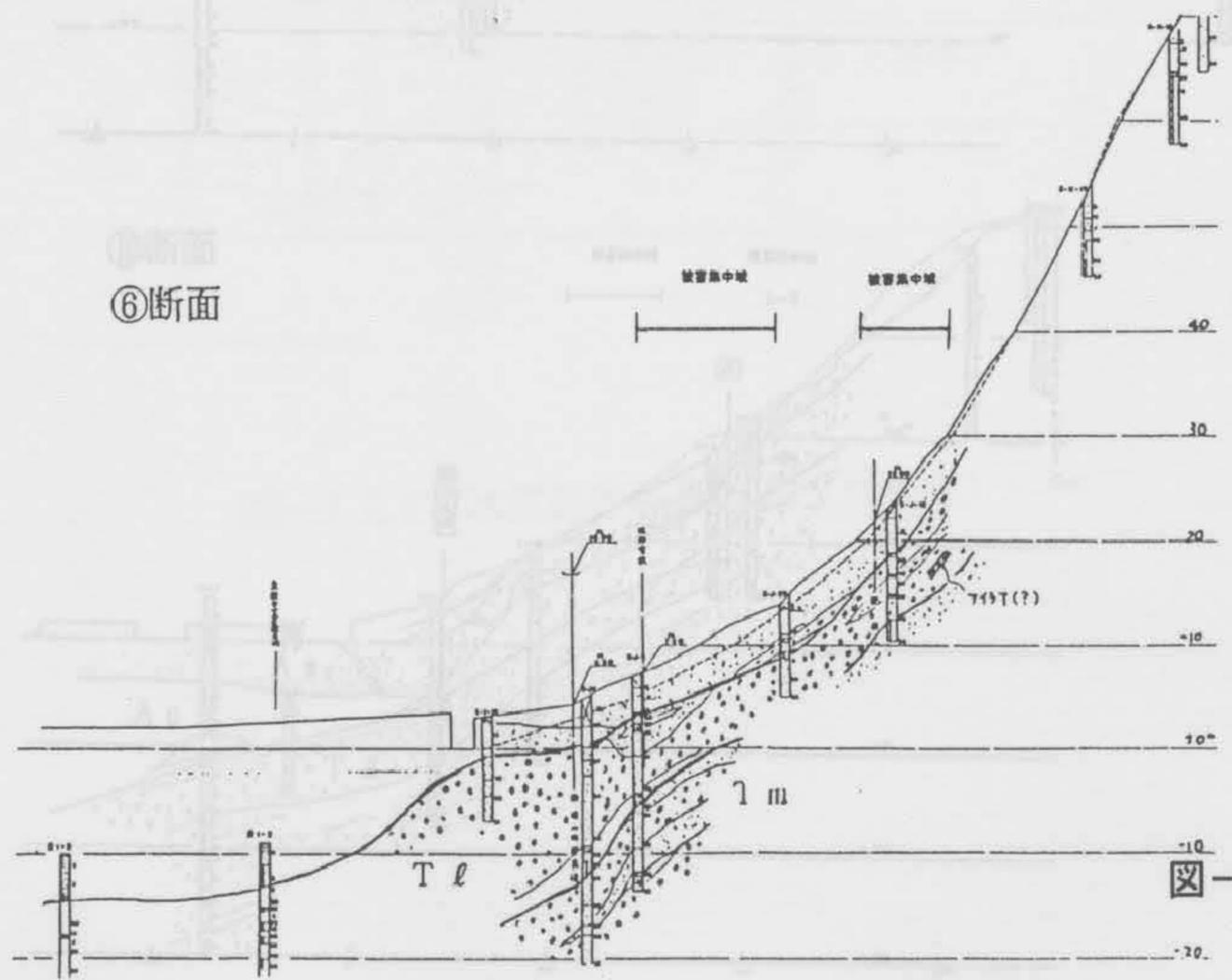
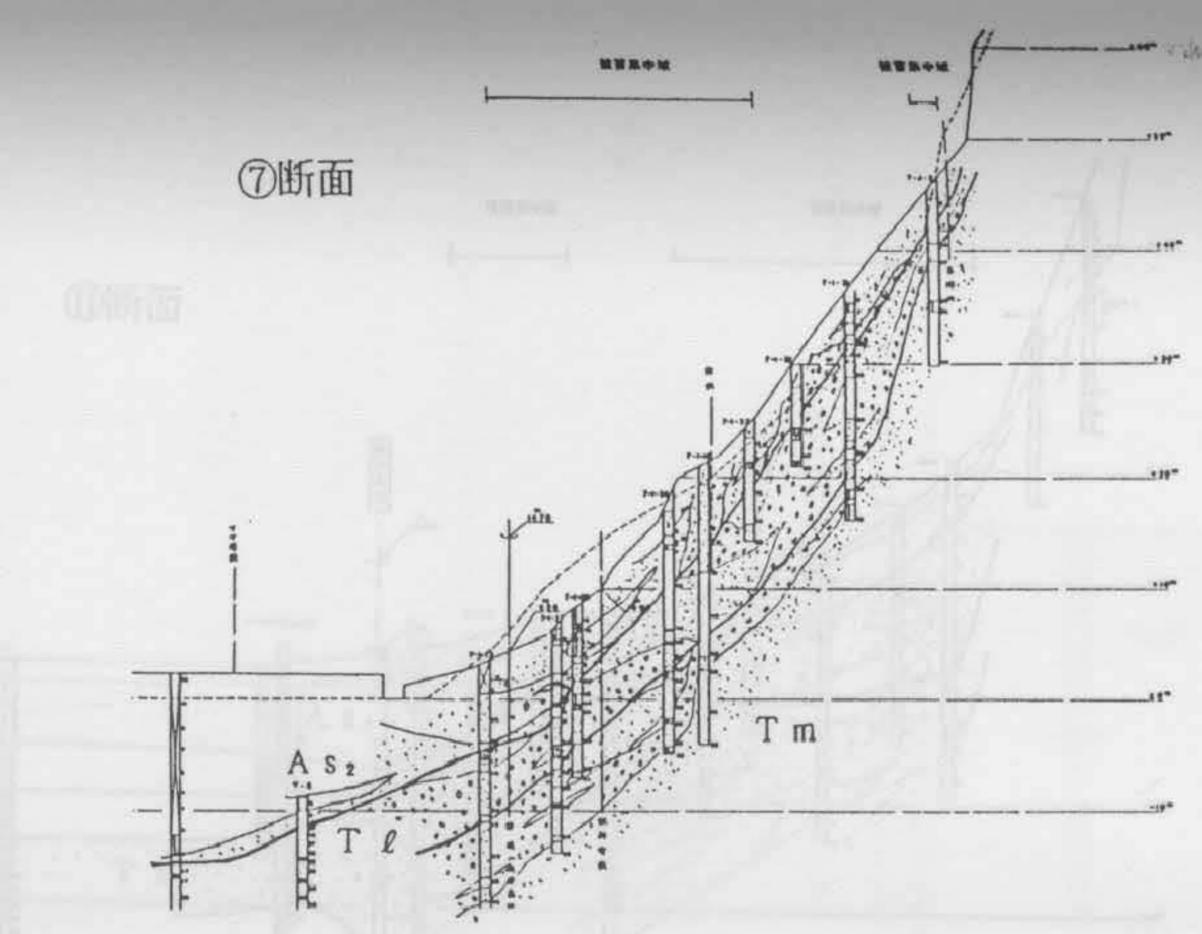
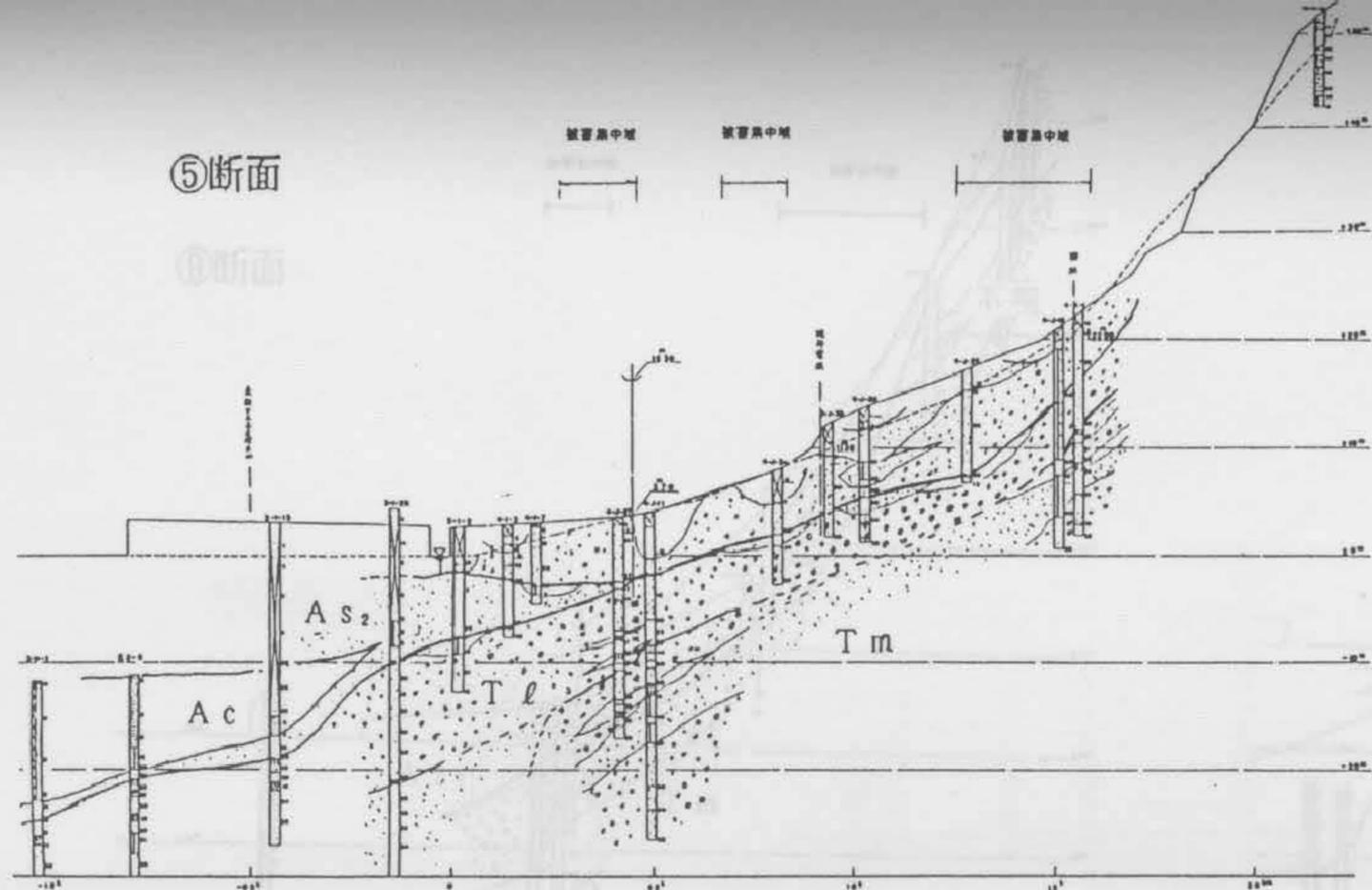


図-7.2.6 地質想定断面図Ⅱ (⑤~⑧断面) 7)に加筆

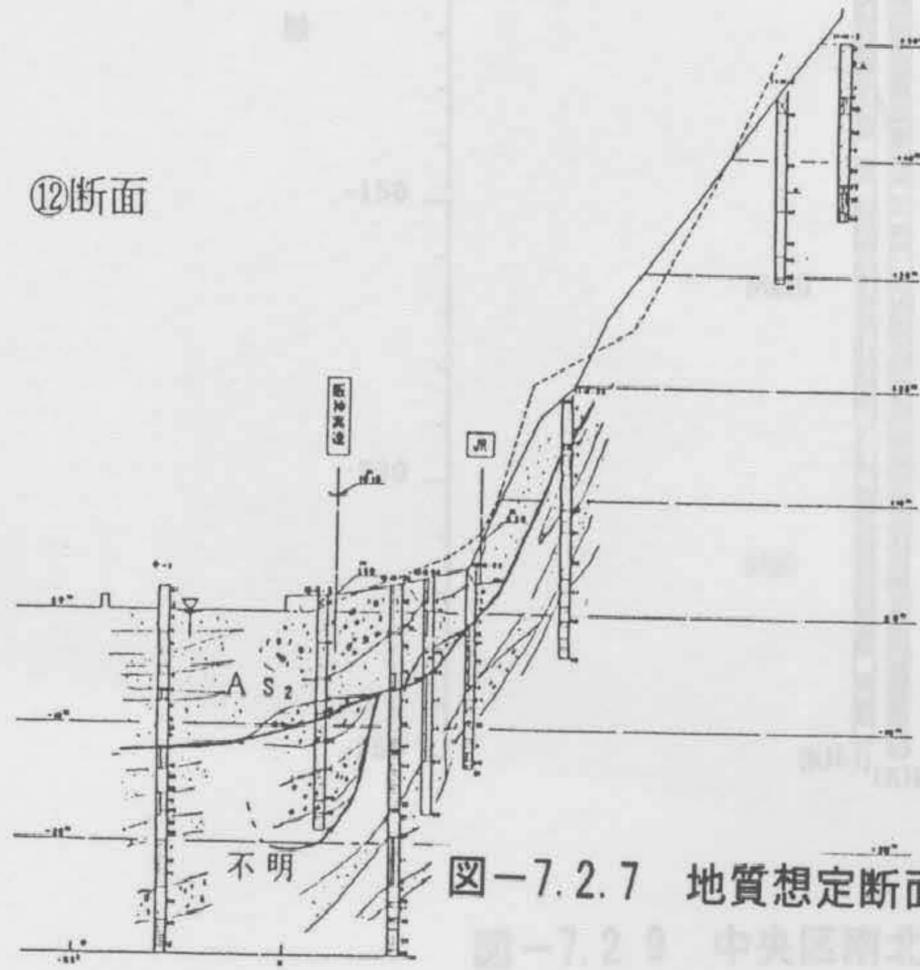
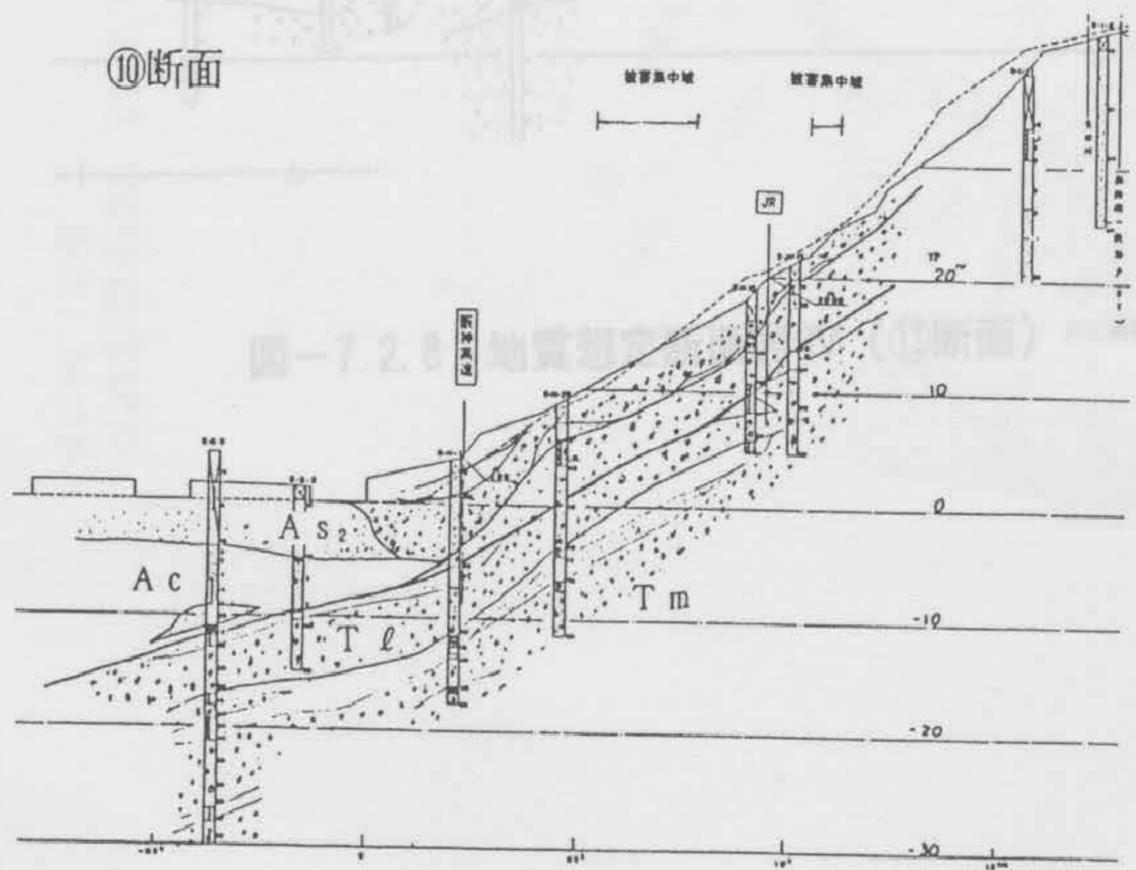
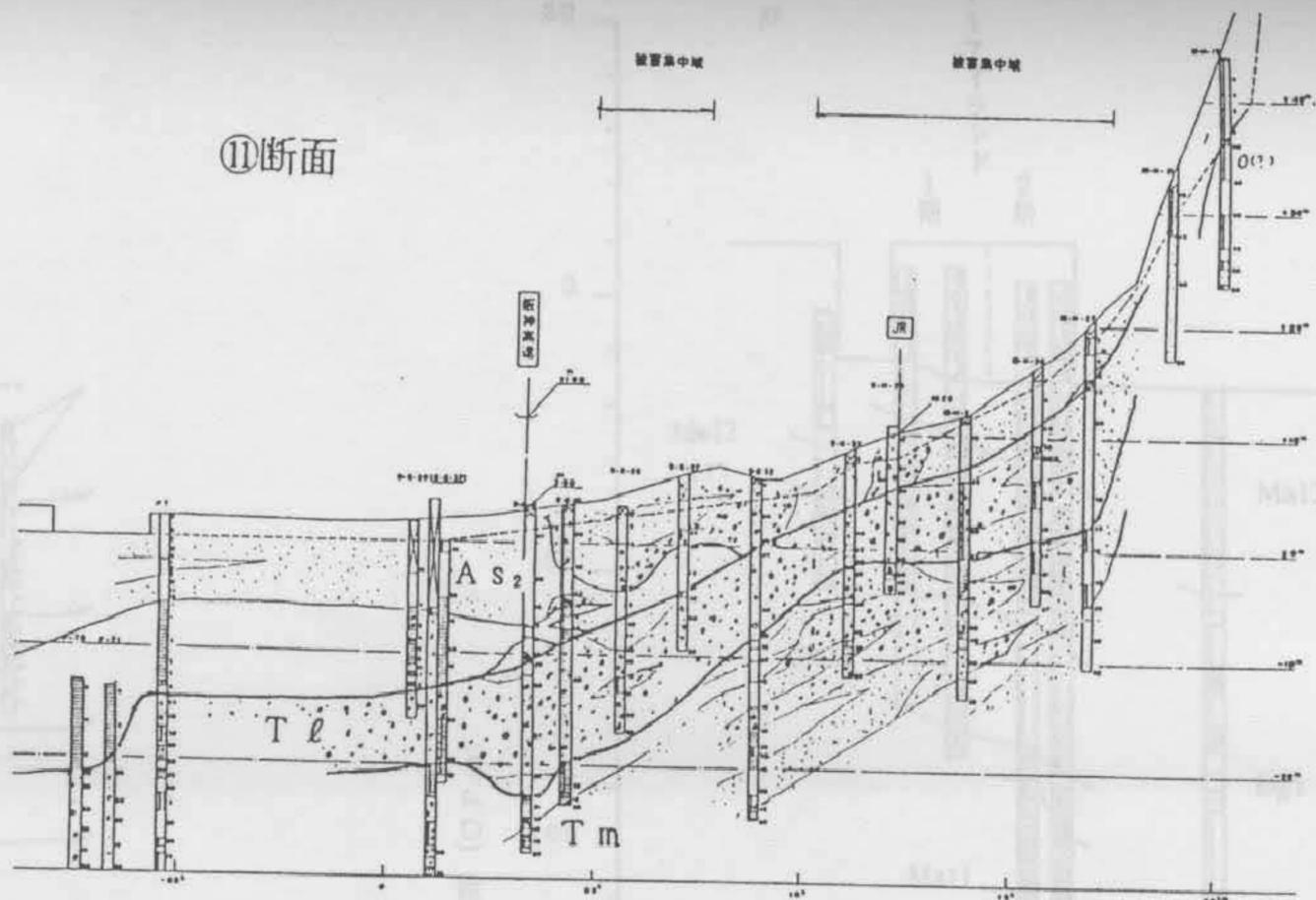
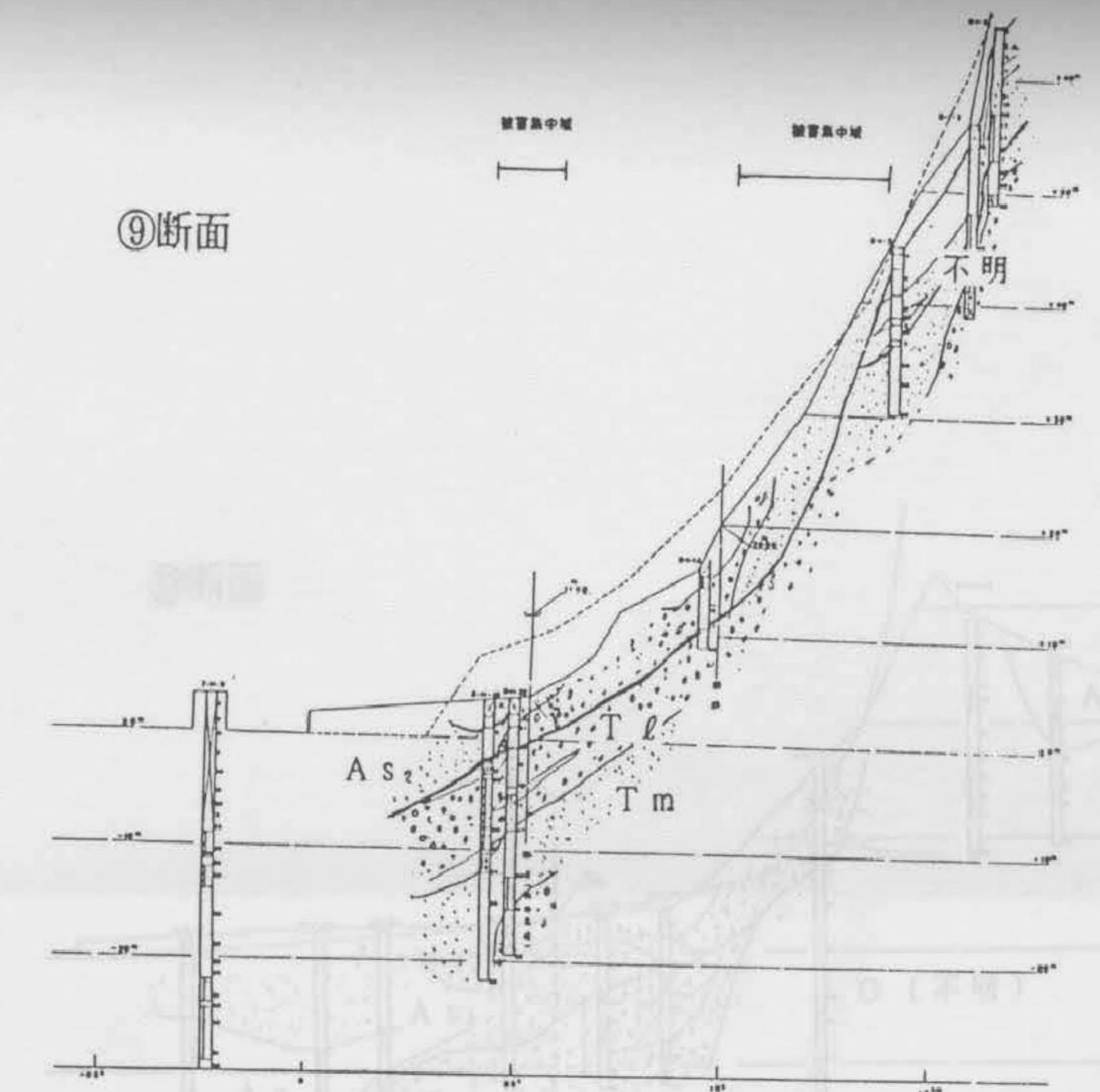


図-7.2.7 地質想定断面図Ⅲ (⑨~⑫断面)

7)に加筆

⑬断面

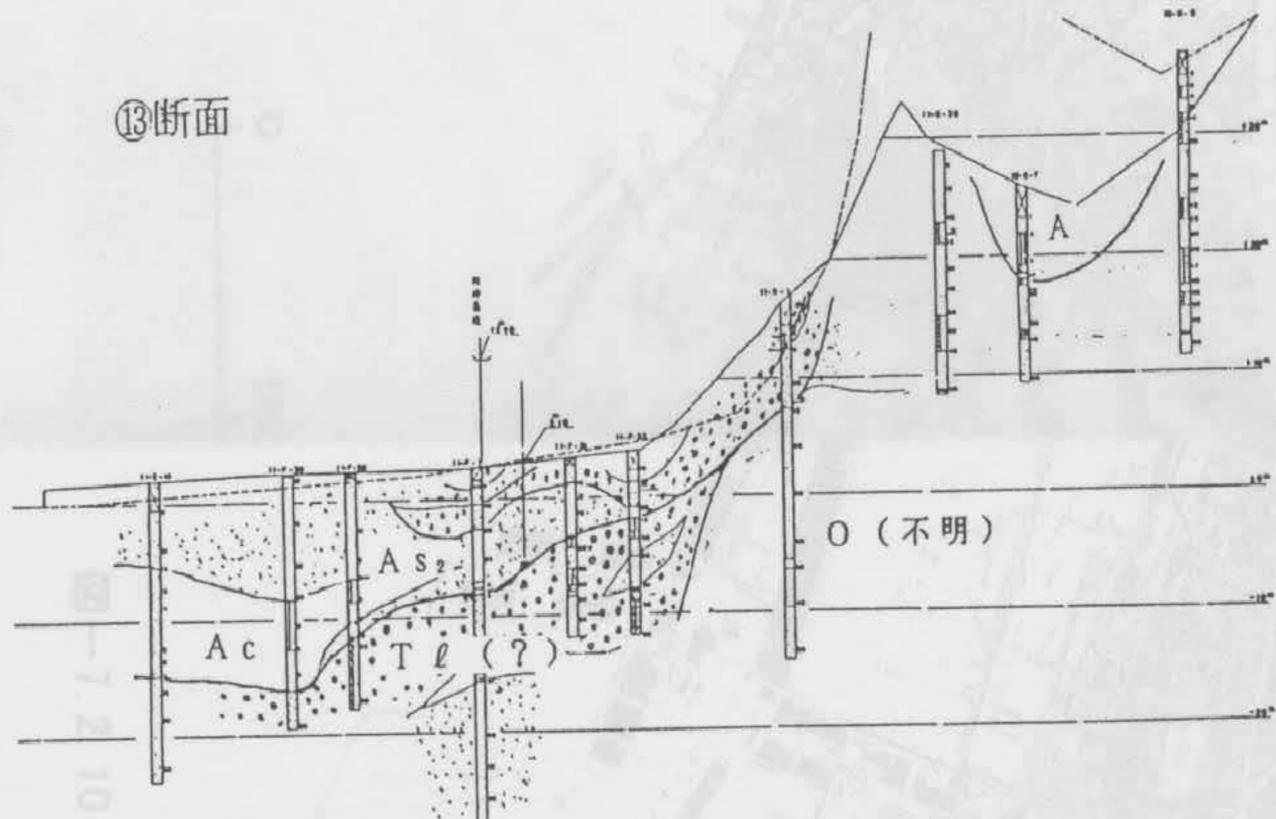


図-7.2.8 地質想定断面図 IV (⑬断面) 7)に加筆

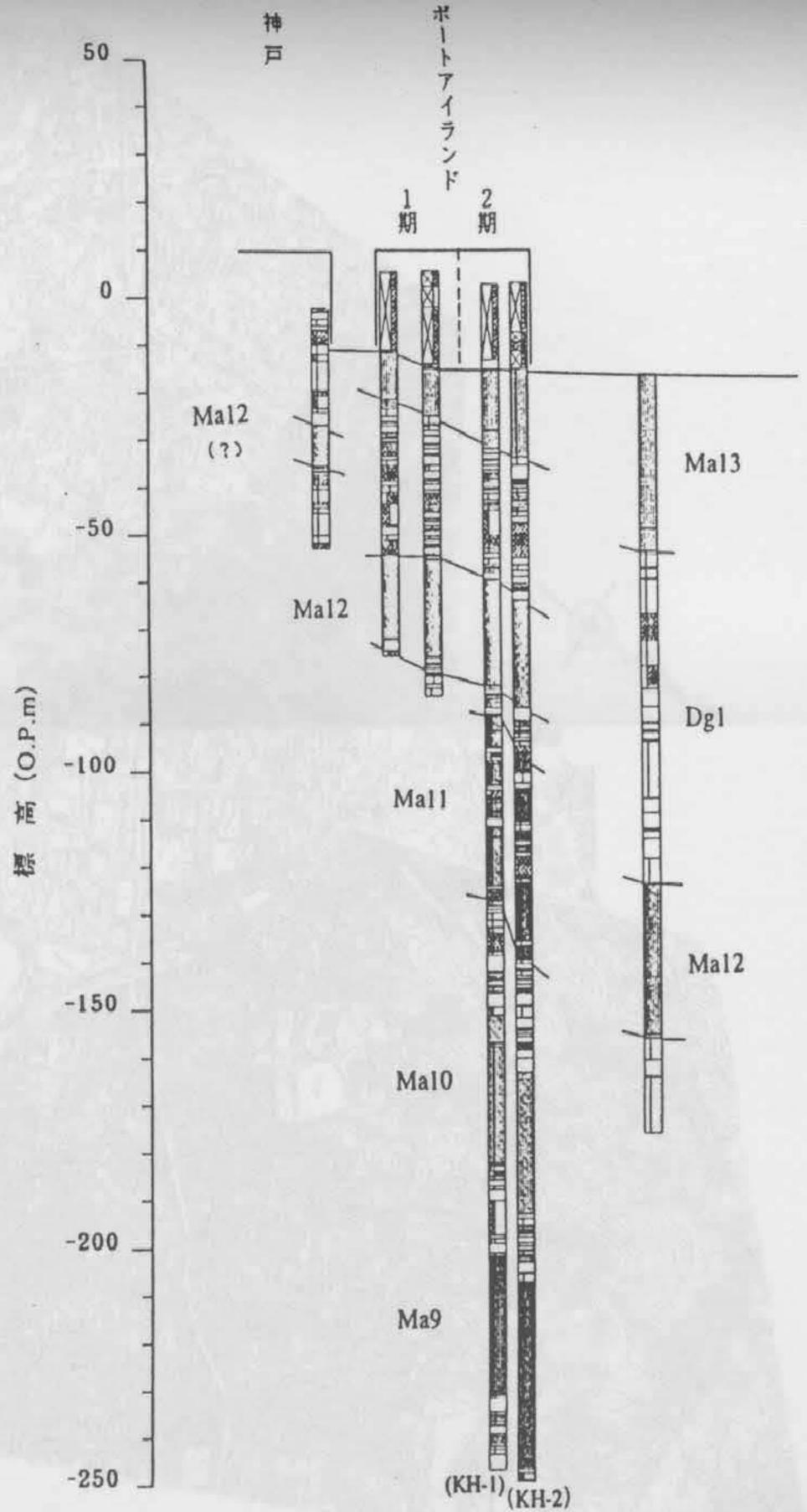


図-7.2.9 中央区南北断面<sup>5)</sup>



 建物被害集中域  
 写真位置

图-7.2.10 建物被害状況  
 縮尺1:20,000



写真-7.2.1 (①)  
 脇浜町の事務所ビル  
 4層建物の2層部分が崩壊



写真-7.2.2 (②)  
 中山手通のビル  
 11層建物の4層部分が崩壊



写真-7.2.3 (③)  
 磯上通の事務所ビル  
 12層建物の5層部分の崩壊



写真-7.2.4 (④)  
 生田町のビル  
 6層建物の4層部分の崩壊



写真-7.2.5 (⑤)  
 江戸町の事務所ビル  
 6層建物の2~3層部分の崩壊



写真-7.2.6 (⑥)  
 ハーバーランド中の店舗ビル  
 壁面に亀裂が見られる



写真-7.2.7 (㉗)  
下手法通のビルの崩壊



写真-7.2.8 (㉘)  
下手法一丁目の被害状況



写真-7.2.9 (㉙)  
筒井町一丁目  
住友ゴム工業ビル倒壊状況



写真-7.2.10 (㉚)  
阪急三宮駅全景



写真-7.2.11 (㉛)  
神戸駅  
大きな被害は認められない



写真-7.2.12 (㉜)  
異人館風見鳥の家  
壁面にクラック



写真-7.2.13 (13)  
中山手通り  
5階建ホテルの1階部分が座屈・転倒

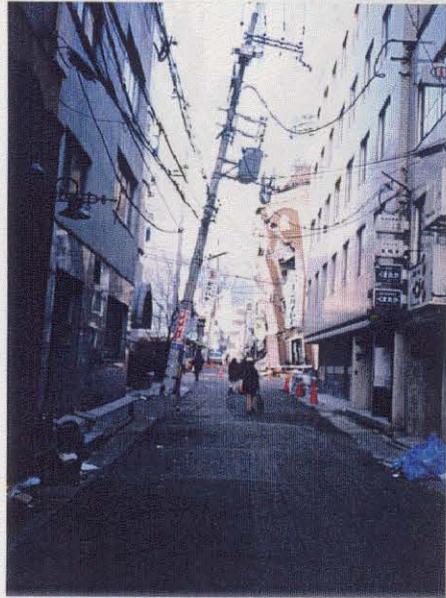


写真-7.2.14 (14)  
北長狭通り  
ビルの倒壊（傾斜）



写真-7.2.15 (15)  
三宮駅前通りの被害状況



写真-7.2.16 (16)  
下山手通り  
1階部の座屈したビル



写真-7.2.17 (17)  
三宮駅に密集するビルの被害状況



写真-7.2.18 (18)  
三宮駅前  
5～6階建ビルが軒並み倒れている状況  
1階部分が座屈しているビルもみられる



写真-7.2.19 (19)  
中山通り  
全壊したビル

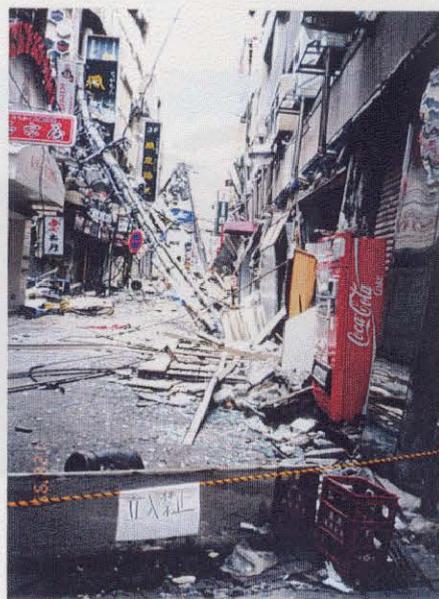


写真-7.2.20 (20)  
三宮駅前繁華街の被害状況  
電柱が向こう側のビルに倒れかかっている



写真-7.2.21 (21)  
北本町通り  
市営生田川住宅の被害状況



写真-7.2.22 (22)  
中山手通り  
宇治川の東側における木造家屋の傾斜



写真-7.2.23 (23)  
下手法通り  
木造家屋の全壊状況



写真-7.2.24 (24)  
三宮駅ビル  
鉄骨建造物の倒壊状況



写真-7.2.25 (25)  
中山手通り  
木造家屋の倒壊



写真-7.2.26 (26)  
下山手通り  
木造家屋の全壊状況



写真-7.2.27 (27)  
東川崎町  
神戸駅の南方に位置する住宅地の被害状況



写真-7.2.28 (28)  
東雲通り一丁目住宅  
住宅の倒壊状況



写真-7.2.29 (29)  
八雲通四丁目  
住宅の倒壊状況



写真-7.2.30 (30)  
筒井町三丁目  
住宅の倒壊状況



写真-7.2.31 (㉔)  
坂口通五丁目  
全焼ビル状況



写真-7.2.32 (㉕)  
中山手通り  
中国人居住区域の状況



写真-7.2.33 (㉖)  
大日通り六丁目  
全焼家屋状況



写真-7.2.34 (㉗)  
下山手カトリックの教会の全壊状況



写真-7.2.35 (㉘)  
若葉通り  
2階部分の家屋の傾斜



写真-7.2.36 (㉙)  
宇治川付近における住宅の被害状況

### 7. 3 道路, 鉄道, 港湾の被害状況

図-7.3.1に神戸市中央区付近における道路, 鉄道, 港湾の主要な被害分布を既存の地質図上に記入して示した。主要な被害分布は道路においては, 高架橋の倒壊, 落橋および橋脚の完全な破壊箇所, 鉄道においては盛土, 擁壁の完全な崩壊区間および高架部分の落橋が集中する区間, 港湾においては護岸, 岸壁が海側に大きく移動した部分を図示している。図-7.3.2には明治初期の旧地形図上に被害分布を記入して示した。

道路, 鉄道の被害状況と上記の各資料に示される地質・地形分布との相関を検討したが, 特にはっきりした相関関係は認められなかった。また港湾施設の被害は主として液状化に起因するものと考えられるが, これは明らかに明治時代以降の海面埋立地に顕著であることは言うまでもない。道路, 鉄道の被害分布に関しては, 今後ボーリングデータを中心に, 詳細な地盤構成と対比した検討が必要であろう。港湾の被害分布に関しては, 埋立に用いた土質材料を中心とした土質力学的な検討を加えて考察する必要があると考えられる。

さらに鉄道, 道路の被害分布は図-7.3.1で示されるように東灘区岡本, 同御影, 灘区大和町, JR六甲道駅周辺, 阪神大石駅周辺, 岩屋東部から摩耶大橋, ポートターミナルを結ぶ東北東～西南西の帯状の分布が不明瞭であるが認められる。既存の地質資料からは, 神戸の海岸平野下の活構造を含めた基盤構造は不明であり, 上記の帯状構造が地質状況に起因するものか否かは全く不明である。建物や土木構造の被害および地盤の被害状況などをあわせて, 今後さらに検討する必要があると考えられる。

以下に道路, 鉄道, 港湾の各施設別に, 被害状況をやや詳細に示す。

#### 7. 3. 1 道路の被害状況

神戸市中央区の主要な道路としては次のようなものが挙げられる。

- ・ 阪神高速道路3号神戸線
- ・ 国道2号線, および浜手バイパス
- ・ 市道ハーバーハイウェイ, 埋立地への連絡道等々

最も顕著な被害は道路の高架部の被害である。特に阪神高速神戸線の中央区中突堤北の落橋・傾斜(L=600m)などの被害は顕著である。高架橋の被害はRC単柱橋脚の構造の部分に集中する傾向にあり, 上記区間以外においても阪神高速神戸線の深江(東灘区), 東明(東灘区), 新在家(灘区)付近などでも橋脚の破壊が目立っている。その他各所で橋脚の亀裂, 橋桁の桁ずれ, 支承部破損なども数多く発生している。

阪神高速神戸線以外の主要道路の被害を挙げると, 国道2号線浜手バイパスでは橋脚・橋桁・支承に数カ所の被害が発生している。その他, 市道ハーバーウェイの摩耶埠頭内(灘区)単柱橋脚の一部がせん断破壊している。

湾岸地域における各埋立地間の連絡橋梁では, 第一摩耶大橋の斜張橋主塔の傾斜その他の橋台・橋脚の破損などの大被害が見られる。国道2号線や県・市道では, 各所に亀裂や段差, 歩道の損傷などが見られるものの, 通行が不能となるほどの構造的被害は発生していない。阪神高速神戸線沿いで得られているボーリング調査を主体とした深度40mまでの地質断面図によって, 大被害の発生区間とそれ以外の区間を比較・検討してみたが特に地層分布と被害区間の相関は見られなかった。

### (1) 阪神高速道路3号神戸線

桁幅は19m前後の4車線、神戸線の特徴の一つは、単柱形式が多いことである。これは国道43号線の交通路を確保し、高架橋の圧迫感を極力減らすためにとられた構造的な措置と言われている。

地震により被害が生じたのは、武庫川以西の神戸寄りの区間であり、昭和40年前半に建設されたものである。主な被害はそのほとんどが橋脚の破壊、崩壊に起因したものである。ピルツ橋脚が倒壊した神戸市深江（東灘区）付近に大きな被害が集中している。RC橋脚は、橋脚基部における座屈およびひび割れの発生、橋脚基部において曲げ破壊が生じている部分の内部コンクリートが、約20cm角のサイコロ状に分裂しているものが認められる。メリケンパークから少し神戸寄りの場所において、橋脚2本がペアーとなったロッカーRC橋脚の一部も大きく損傷を受けており、24スパン分が桁とともにすべて撤去されている。

被害の地点は以下のとおりである。

- ①中央区脇浜町において隣接ビルの倒壊によるRC橋脚の座屈。
- ②中央区磯上通の生田川入出路では桁端部の面ずれ
- ③中央区海岸通のメリケンパーク北側のRC単柱橋脚上部の圧壊による桁の倒壊。
- ④中央区弁天町（神戸駅南側）において単柱RC橋脚破壊、支承部破損による桁倒壊。

### (2) 国道2号線神戸浜手バイパスの主な被害

- ①中央区浜辺通においてRC単柱橋脚の桁端部における損傷。
- ②中央区浜辺通では2連組橋脚における桁ずれ。
- ③中央区小野浜通の橋脚基部における数カ所の座屈。
- ④中央区新港町付近における橋脚の座屈や桁の水平ずれ（数カ所）。
- ⑤中央区波止場新港町での単柱橋脚基部座屈および支承部の破損（数カ所）。

### (3) 阪神高速（神戸線接続部）

- ①新港第四突堤北（ポートアイランド入口）において2層RC円柱ラーメン西側基部より2m付近で座屈している。隣接する同構造橋脚でも、基部に円周状の座屈が生じている。
- ②新港第五突堤北において2層鋼製ラーメン北内側1階下3分の1で座屈している。南側（海側）橋脚の沈下により座屈したのではないかと考えられる。
- ③新港第六突堤北では、1柱式2階だて鋼製橋脚（2m角）において基部から4分の1で座屈している。

## 7. 3. 2 鉄道の被害状況

神戸市中央区にある主要な鉄道の路線とその構造の概略はつぎのとおりである。

- ・阪急電鉄神戸線 中央区の王子公園駅～三宮駅の区間は高架構造である。
- ・JR東海道線 住吉駅～灘駅・三宮～元町駅の区間は高架構造主体で他の区間は平面・盛土構造が主体である。
- ・阪神電鉄本線 岩屋駅～三宮駅間は地下。その他の区間は平面・盛土構造が主体である。

鉄道の被害はその構造との関連でとらえれば、盛土部分の被害と、架道橋や高架橋の被害に大別される。路線ごとに被害の著しい区間を挙げれば次のようになる。

阪急電鉄神戸線では、王子公園駅周辺では高架橋の橋脚に被害が出ている。さらに三宮駅の駅舎が大きな被害を受けている。西岡本（東灘区）で擁壁が傾斜・滑動し、その上部の盛土が540m間にわたって崩壊している。JR東海道線の春日野道駅や六甲道駅（灘区）周辺(L=600m)では高架橋の橋脚が圧壊し、橋桁が落下するなどの大被害となっている。阪神電鉄本線では、中央区においては地下構造となっており、被害は軽微であった。なお、石屋川駅（灘区）周辺、石屋川車庫～新在家駅付近、大石駅周辺などで高架構造の被害が著しく、石屋川車庫の下部工の圧壊や、高架橋の落橋などの大被害をはじめ被害が集中している。その他の路線では、神戸高速鉄道東西線の三宮駅西方では高架部分で落橋し、また神戸市営地下鉄では三宮地下鉄のRC中間柱に被害が見られる。

鉄道の被害は路線構造との関連性が強いと考えられる。すなわち平面部分や掘割構造の部分では一部を除いて被害は軽微であり、盛土+擁壁構造の部分では各所で規模の大小はあるが被害が見られる。また、短スパンの桁道橋の被害は少ないが、ラーメン構造の高架橋や比較的スパンの長い桁道橋部分では被害が大きい。

地形・地質と鉄道の被害の関連性は特に明瞭でないと考えられる。

#### (1) JR線

JR山陽新幹線の被害は運輸省鉄道局の発表によると新神戸のホームの桁ずれ1箇所が発生しているとのことである。また、トンネル部においては六甲、神戸トンネル内で一部損傷程度ということである。JR東海道線の三宮～神戸間において高架橋の一部が倒壊している。

#### (2) 阪急線

三宮駅西側の鋼桁橋において鋼支柱の傾斜による桁の沈下が見られる。阪急三宮駅の駅舎はRC支柱崩壊により建物が損壊している。

#### (3) 神戸高速鉄道

神戸高速鉄道東西線の三宮～花隈間において高架橋の落下・桁ずれが発生している。神戸高速鉄道の三宮駅PC桁高架橋では、アンカーボルトをひきちぎって桁が移動し、一連が転倒している。また、三宮駅付近の鋼プレートガーダー架動橋を支えている2本のラーメン橋脚の鋳鋼柱にはぜい性破壊が生じている。

#### (4) 神戸市営地下鉄

神戸市営地下鉄山手線においては三宮～新神戸間のトンネル部に損傷が見られるとの事である。また、三宮駅ではトンネル中間柱の破壊や損傷が多く発生している。神戸市営地下鉄三宮駅は3層ラーメン構造であり、B1、B2のRC造の中柱のかぶりコンクリートが剥離し、一部の柱では鉄筋の座屈も生じている。B2、B3のコンコース内の中柱は鋳鋼製の丸柱は損傷はないとの事である。

#### (5) 神戸新交通ポートアイランド線

神戸新交通ポートアイランド線では、全ての駅の駅舎と高架橋が損傷を受けている。

- ① 中央区御幸通6丁目付近ではRC橋脚の破壊・座屈による桁のずれ落ちが発生。
- ② 中央区八幡通3丁目から7丁目にかけてRC橋脚が4基破壊・座屈が発生。
- ③ 貿易センター駅南側において連続桁の端部が高い橋脚の頂点からはずれて宙づり状態となっている。大変形により桁がはずれたと考えられるが、RC橋脚には大きな損傷はない。

④ 第4突堤（ポートターミナル駅北側）において地盤の液状化が発生している。

円形RC橋脚は、フーチング基礎橋脚5基の西側への傾斜が発生している。

### 7. 3. 3. 港湾の被害状況

神戸市中央区の埋立地を含む港湾構造物は、東から順に次の各区域に分けられる。

・神戸新港第1～第8突堤

・中突堤

・神戸港高浜岸壁

港湾の被害状況で最も一般的に見られるのは、護岸や岸壁の海側への滑動・移動とそれに伴う背後地盤の沈下である。また、埠頭内部や埋立地では地盤の不等沈下も発生している。港湾の荷揚げ施設や倉庫・タンクなどの構造物はこれらの地盤の変状に起因した被害を受けている。これらの地盤変状は液状化現象により発生しており、それに伴う噴砂現象も多く見られた。以下区域別に被害を記載する。

神戸新港では第2突堤西側・第3突堤東側・第4突堤東西・第6突堤西突堤などで被害が大きく、コンテナの散乱や一部水没なども見られる。その他東神戸フェリー埠頭・中突堤メリケンパークなどでも被害が大きく、岸壁の移動に伴う地盤沈下で水没している箇所もある。各埋立地に用いられた材料は、摩耶埠頭・東部第1・第2工区が鶴甲山、東部第3工区が渦森山、東部第4工区は高倉山の風化花崗岩（マサ土）となっており、液状化被害とこれら埋立材料の関連性を検討する必要があると考えられる。

#### （1）高浜岸壁，中突堤

埋立地内の高浜フェリー岸壁を利用したハーバーランドや中突堤の旅客ターミナルであるメリケンパークが開発されている。これらの地区では、高浜フェリー岸壁，中突堤西側岸壁北端部，メリケンパーク波止場南端部が比較的被害が軽微である。その他は岸壁の崩壊もしくは沈下によってかなりの被害が発生している。また、ハーバーランドおよびメリケンパーク内は液状化により陥没箇所が多く発生している。

#### （2）新港第1～第4突堤

第1突堤は東側，西側岸壁とも被害が軽微でエプロン部が液状化による沈下が発生している。エプロン部の応急手当で緊急物資搬入船の岸壁として使用している。第2突堤は西側岸壁の被害が大きくエプロン状のトラック貨物等が沈下部にのめり込んでいる。東側岸壁は比較的被害が少なく，液状化で沈下したエプロンに緊急に土砂を投入する応急手当によって岸壁を使用している。

第3突堤は東西岸壁とも比較的被害は少なくエプロンの沈下が発生している。しかし，東側岸壁ではひび割れたエプロンにコンテナ，トラック等が陥没している状態である。第4突堤は浜手バイパスおよびポートライナーが神戸大橋を通じてポートアイランドへ通じる橋脚が建設されている突堤であるが東西両岸壁の被害が大きくコンテナが数十個海中に散乱している様子であり，エプロンの液状化による沈下・陥没も激しく，トラック，コンテナが散乱している状況である。

#### （3）新港第5～第8突堤

第5突堤は西側の基部が少し張り出しているものの東西両岸壁の被害は軽微である。南

端部では岸壁の沈下が見られる。突堤上の倉庫群には液状化によって少し沈下している。第6突堤は西突堤と東突堤に分かれており阪神高速道路が東西両突堤の間に現在建設中であり、東突堤東岸壁と西突堤西岸壁が使用されている状況である。東突堤東岸壁の被害は軽微であるが西突堤西岸壁ははらみ出している。東西突堤において突堤上の上屋は若干沈下している。

第7突堤も東西の突堤に分かれているが、岸壁の被害は軽微であるものの、突堤上の上屋は1階部分の柱が破壊しほとんど壊滅状況である。第8突堤も東西の突堤に分かれているが、東突堤西岸壁でエプロンの沈下が見られる程度で、いずれも岸壁の被害は軽微である。しかし突堤上の上屋は1階部分が破壊される様な甚大な被害となっている。



図-7-3-1 主な構造物の分布と地震被害状況

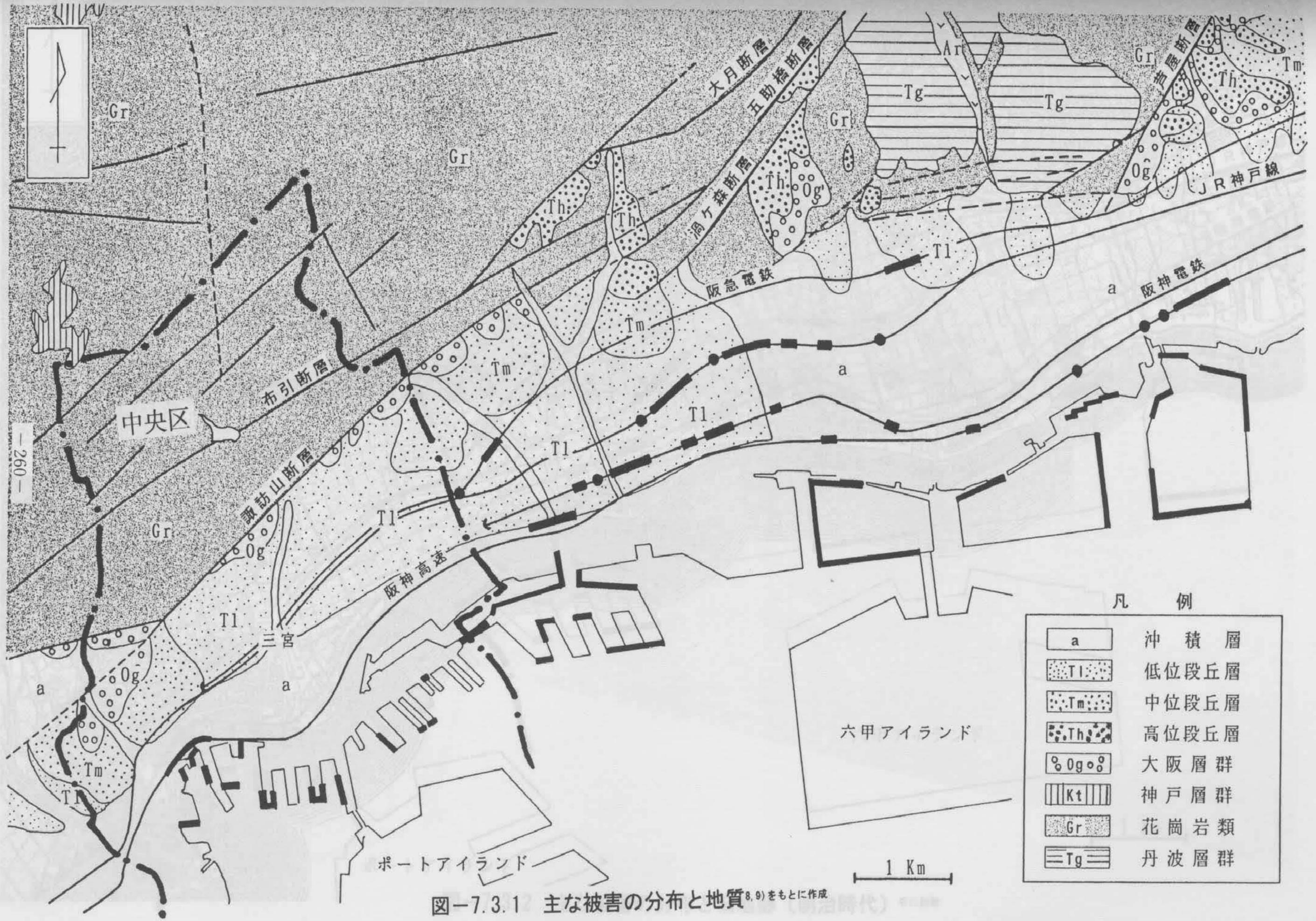


図-7.3.1 主な被害の分布と地質<sup>8,9)</sup>をもとに作成

凡 例	
a	沖積層
Tl	低位段丘層
Tm	中位段丘層
Th	高位段丘層
Og	大阪層群
Kt	神戸層群
Gr	花崗岩類
Tg	丹波層群



図-7.3.2 主な被害の分布と旧地形（明治時代）<sup>4)</sup>に加筆

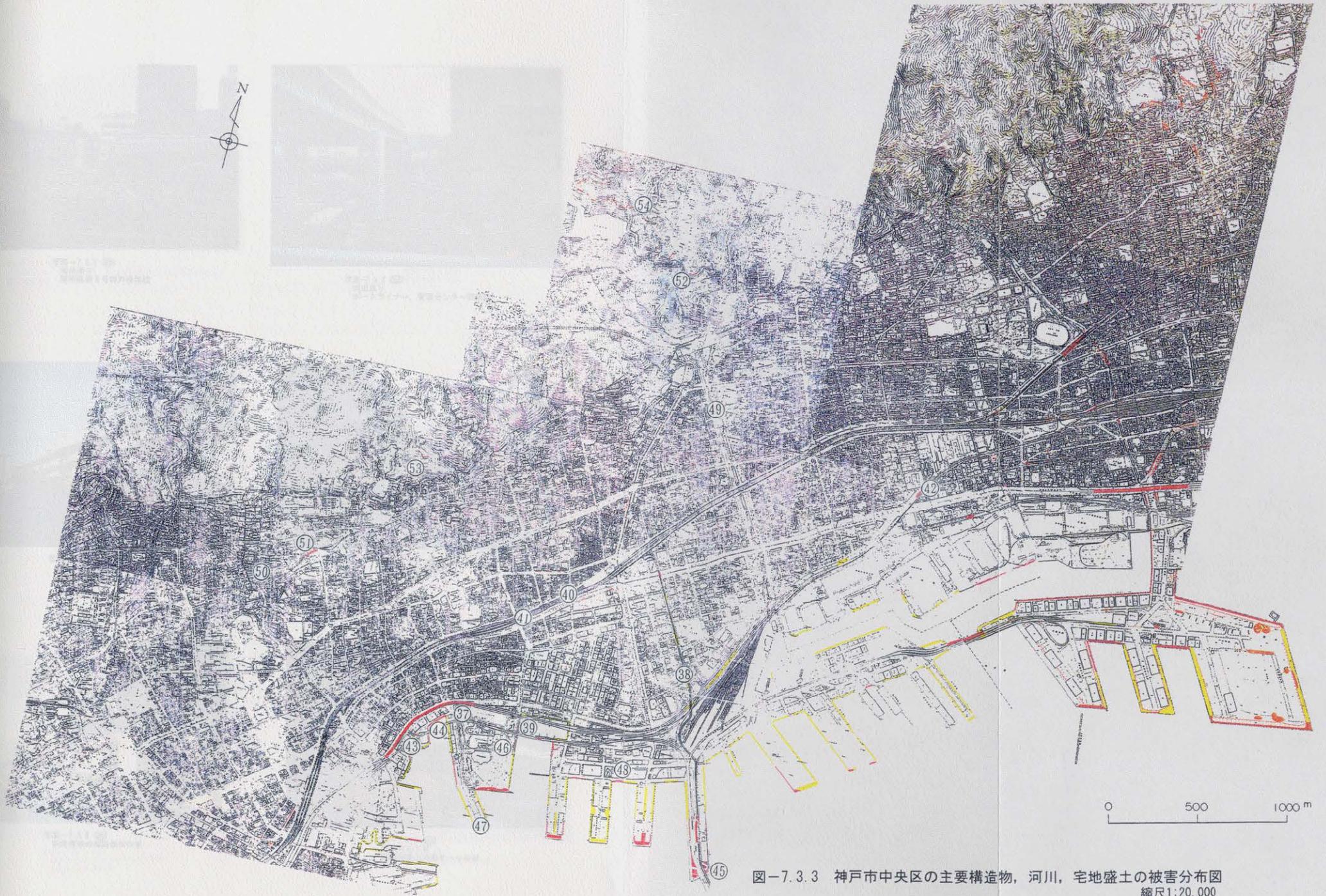


図-7.3.3 神戸市中央区の主要構造物，河川，宅地盛土の被害分布図  
縮尺1:20,000



写真-7.3.1 (37)  
海岸通り  
阪神高速3号神戸線落橋



写真-7.3.2 (38)  
浜辺通り  
ポートライナー、貿易センター駅南側



写真-7.3.3 (39)  
浜手バイパス道路分断



写真-7.3.4 (40)  
阪急電鉄線路の寸断



写真-7.3.5 (41)  
阪急電鉄の線路復旧作業



写真-7.3.6 (42)  
脇浜町三丁目  
臨港線盛土法面すべり状況



写真-7.3.7 (43)  
メリケンパークとハーバーランドに挟まれた区域の岸壁状況  
岸壁は不陸している



写真-7.3.8 (44)  
国産3号上屋前  
岸壁部沈下状況



写真-7.3.9 (45)  
第4突堤背面地盤の陥没状況



写真-7.3.10 (46)  
メリケン波止場  
岸壁部沈下状況



写真-7.3.11 (47)  
神戸オリエンタルホテル岸壁部  
背面地盤沈下状況



写真-7.3.12 (48)  
第2, 3突堤岸壁部沈下状況

## 7. 4 河川，自然斜面，宅地盛土の被害状況

### 7. 4. 1 河川の被害状況

神戸市中央区を南流する河川は以下の2河川である。

- ・生田川
- ・宇治川

調査の結果，橋梁に関しては損傷は比較的軽微な状況にあり，大部分は健全，もしくは軽微な補修で修復可能であると評価されるが，灘区に位置する西郷川，観音川の河口付近の3橋に関しては損傷が著かった。

護岸の被害形態は，護岸としての石積みの倒壊，はらみ出しが大半で，RCより成る護岸の損傷は少なく，河口付近では液状化に伴った変状も認められた。また，天井河川である石屋川では護岸背面の幅広い堤防部に地割れ，陥没等が発生しており，河川側と反対方向へのすべり等も確認された。

河川護岸背面の斜面崩壊発生は，生田川の上流部において確認された。この他住吉川（東灘区），石屋川，都賀川（灘区）においても発生している。ただし，これらの崩壊形態は急崖部の表層崩壊と落石程度であり，河川機能に悪影響を与えるような土砂流出は確認されなかった。

#### ① 生田川

生田川上流部の布引溪谷においては，落石，斜面崩壊が発生している他，雄滝においては多数の落石が下池付近に散在しているのが認められた。その他の被害はほとんど認められない。

#### ② 宇治川

中山手通り7丁目の宇治川公園脇（神戸海洋気象台の西側部）付近の左岸石積護岸が約200mにわたって倒壊している。

### (2) 河川の被害状況と地盤との関係

護岸の被害状況に注目した場合，被害発生範囲が東西方向でかなり違いが現れている。すなわち，被害分布範囲は西側の中央区では被害範囲は狭くなり，JR線北側の200mの区間に限られる。一方東灘区においてはJR線南側の南北方向100～400m区間の比較的狭い範囲に限られているが，西側に移るほどその範囲は広がり，灘区に至ってはおおむね阪急電車から河口におよぶ広い範囲に拡大している。これらの被害分布範囲の違いは，地盤特性，地形形状，護岸構造，および地震時の震動状況が複雑にからみあって生じたものと判断されるが，地質の分布状況と対比すると，各区毎に以下に示すような傾向が認められた。中央区における被害は，丘陵地山手側の沖積層地盤に限られ発生している。

中央区の市街地を流れる河川は，生田川と宇治川であり，被害の調査項目として，河川護岸の損傷程度および橋梁の変状等について調査を行った。生田川は河川改修されたコンクリート3面張り構造であり，損傷はほとんど見られなかった。宇治川においては，中山手通り7丁目の宇治川公園脇（神戸海洋気象台の西側部）付近左岸護岸の石積みが約200m間で倒壊している。この区間以外では，特に変状は認められない。布引溪谷においては，落石，斜面崩壊が発生している。雄滝においては最大1m角程度の大きさの落石その他多数の落石が下池付近に散在しているのが見られた。

#### 7. 4. 2 自然斜面の被害状況

神戸市中央区においては、地震動による自然斜面の崩壊が発生した。図-7.4.2に自然斜面の崩壊地の分布を示す。自然斜面崩壊地の分布を平均的に見ると、東灘区の東部と灘区西部～中央区にかけてはその東側区域に比べて少ない。

##### (1) 崩壊の区分

自然斜面の崩壊を形式およびその地質によって区分すると、以下の3つに分類することができる。

硬質岩（CM～CL級地盤）で構成される斜面の崩壊

段丘層，風化花崗岩で構成される斜面の崩壊

地すべり性の崩壊

以下にそれぞれのタイプについて特徴を述べる。

##### ① 硬質岩で構成される斜面の崩壊

硬質岩（CM～CL級地盤）の崩壊は、節理・小断層に囲まれたブロックの崩壊で、全体的に見れば数m規模の小規模なものが多い。（布引貯水池周辺の道路の切土のり面で見られる崩壊がこれに属する。また、最も大きいものは六甲ケーブル上の斜面で見られ、幅20～30m，長さ200m程度にわたって崩壊している。

##### ② 段丘層，風化花崗岩で構成される斜面の崩壊

このタイプの崩壊は、河川沿いや山腹の急斜面において、マサ土・段丘礫層の表層崩壊段丘層中の礫の抜け落ち等が相当する。幅，高さとも数m～10mの規模のものが多い。

平均的な分布を見ると住吉川上流域，石屋川上流域に多い。

##### ③ 地すべり性の崩壊

このタイプの崩壊は、緩速の崩壊を指し、崩壊土塊の多くが残っているものを指す。

##### (2) 自然斜面崩壊と地盤の関係

図-7.4.2に示した崩壊地の分布図には、周辺の活断層の分布を示している。これらの断層は地質を分ける重要な地質構造であるとともに、地形的にも大きな境界となっている。

上記した崩壊のタイプと地形地質との関連を考察する。

タイプ①の崩壊の大規模なものは、布引断層，諏訪山断層などの北側で見られる。この地域は地形的にかなり急峻となっており、地質的には諸断層の破碎域からはずれ、岩盤は硬質となっているが、亀裂は多く発達しているという特徴を持っている。したがって、このタイプの崩壊は亀裂が流れ盤あるいはくさび破壊の形態となっている急斜面あるいは硬質の岩盤が浮石となっている急斜面で、大きな水平震動によって崩壊が発生したものと考えられる。

タイプ②の崩壊は、大月断層，渦ヶ森断層，芦屋断層に挟まれたブロックで多発している。この地域の花崗岩は全体に破碎が進んでおり、軟質化していることが知られている。また、花崗岩の上位には硬質の巨礫を含む段丘層が分布し、河川沿いでは急崖をなして分布している。崩壊はこれらの地形・地質的素因を持つ斜面が大きな水平震動で発生したものと考えられる。

タイプ③の崩壊は、断層の近傍にあり、地盤の破碎が進んでおり、潜在的なすべり面があったことが予想される。このタイプの崩壊は、このような地質的素因を持つ斜面が大きな水平震動で発生したものと考えられる。

以上述べたように、神戸市中央区で発生した斜面崩壊は、密接に断層の分布と係わりがあることがわかる。断層破碎帯沿いで地盤の劣化が進み、亀裂が多く発達していることが崩壊の素因となっていることは明らかであるようだが、既存の断層沿いに基盤岩の変位が見られたという証拠はほとんどない。また、断層沿いで震動が大きかったことも考えられるが、今のところ不明であり、今後の課題である。

一般的な崩壊の重要な誘因としては、地下水位の上昇が挙げられる。地震で地下水位がどう変動したか、あるいは斜面崩壊にどう関わったかは不明であり、これらを明らかにする必要があると考えられる。

丘陵地から山地部での被害状況は以下の通りである。河川沿いの急崖斜面では、表層の崩壊や落石が見られた。布引川上流部においては、段丘礫層中の礫の抜け落ちや浮石状の花崗岩の崩壊が、河川沿いの急壁斜面で見られた。地震前より崩壊危険箇所として落石防止工（ネット）等を施工した部分に土石が多量に溜まっている箇所も見られる。

#### 7. 4. 3 宅地盛土の被害状況

神戸市中央区の丘陵地～山岳地にかけても開発が進み、宅地となっている所が多くある。これらの宅地においては主に盛土の箇所で地震動により変状が多く発生した。図-7.4.3には宅地盛土の変状箇所を示している。平面的に見ると、中央区は少なく、東側の東灘区と灘区に多い傾向である。これは、中央区では平野に急峻な山地が隣接しているという地理的な要因が大きい。

##### (1) 被害状況の区分

宅地盛土の被害状況を規模別に区分すると、以下の2つに区分できる。

小規模な盛土の崩壊

大規模な盛土の崩壊

以下にそれぞれのタイプについて特徴を述べる。

##### ① 小規模な盛土の崩壊

一戸建ての住宅の石積み、ブロック積みの崩壊で、高さ数mのもので、山岳地の盛土に限らず、平野部の宅地でも多くの箇所が見られる。

##### ② 大規模な盛土の崩壊

このタイプの崩壊は、山岳地の比較的規模の大きい盛土の箇所で発生したものである。山砂が流出したものと、クラック等の変状が発生しているものとに区分できる。山地部の宅地等における切土あるいは盛土における被害状況は以下のとおりである。熊内町の熊内八幡宮の境内の盛土に崩壊の危険があり、石垣に変状が見られた。また、布引中学校の北側の高斜面では、斜面上部道路端にわずかではあるが亀裂が生じている。いずれの箇所も高盛土の擁壁壁に変状が発生している。

##### (2) 宅地盛土の崩壊と地盤の関係

図-7.4.3には主要な宅地盛土の崩壊位置を示すとともに、断層の分布を示している。自然斜面の崩壊と同様に、断層に近接した地区で宅地盛土の崩壊も起こっているようである。このことが断層による変位を意味しているのか、断層沿いで震動が大きかったことを意味しているかは明らかでない。いずれにせよ、このような変状は盛土および盛土のり尻の構造物が震動により水平方向に引っ張られて形成されたものである。

一般的に、宅地盛土の変状の素因としては、盛土の材料、盛土中の地下水位、施工法、規模、防災対策工の種類・規模、盛土の基礎地盤処理等がある。

#### 参考文献

- 1) 国土地理院発行：5万分の1地形図「大阪西北部」，「神戸」
- 2) 栗田泰夫・吉岡敏和ほか：1995年、兵庫県南部地震に伴う地震断層と地盤被害，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，pp. 55-58, 1995.
- 3) 関口辰夫・堀野正勝ほか：兵庫県南部地震の災害現況図と地形特性について，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，pp. 53-54, 1995.
- 4) 地図資料編纂会編：明治前期関西地誌図集成，柏書房，97p., 1989.
- 5) 土質工学会関西支部編：海底地盤，土質工学会関西支部，406p, 1995.
- 6) 田中真吾編著：六甲山の地理，神戸新聞総合出版センター，297p. 1988.
- 7) 神戸市企画局：神戸の地盤，神戸市企画局，254p. 1980.
- 8) 藤田和夫・笠間太郎：大阪西北部の地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，112p., 1982.
- 9) 藤田和夫・笠間太郎：大阪西北部の地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所，115p., 1983.



図-7.4.1 河川被害発生範囲図 S=1:50,000



- 凡 例
- : 崩壊地
  - : 主要断層

図-7.4.2 自然斜面崩壊の分布 S = 1 : 50,000

図-7.4.3 岩地盤土層地盤の分布 S = 1 : 50,000



図-7.4.3 宅地盛土崩壊地の分布 S=1:50,000

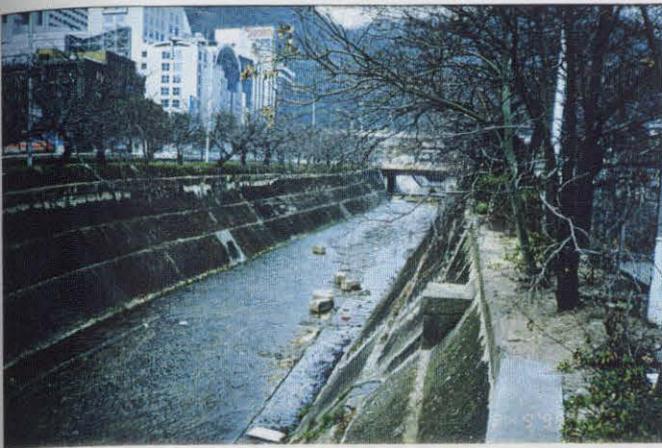


写真-7.4.1 (49)  
生田川  
コンクリート張水路には変状は見られない  
法面頂部のブロックが落下している



写真-7.4.2 (50)  
護岸の崩壊



写真-7.4.3 (51)  
宇治川左岸側  
護岸の石積みが約200m区間で倒壊している



写真-7.4.4 (52)  
布引公園の北側  
ブロック状の崩壊上部の弛み亀裂からの崩壊



写真-7.4.5 (53)  
諏訪山ループ展望台付近  
軽微な表層滑落

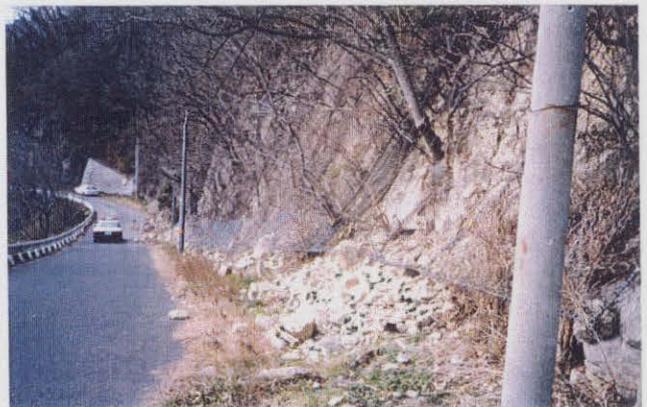


写真-7.4.6 (54)  
布引貯水池の東側  
道路法面のブロック状崩壊  
いたる所で崩壊しており、通行止になっている