

土 木 研 究 所 資 料

地震対策の現状と課題

昭和53年 2 月

建設省土木研究所

耐 震 研 究 室

目 次

まえがき	1
1 地震対策	2
2 地震の予知	3
3 都市の耐災性	5
4 木造家屋の地震被害の分布	8
(1) 震害分布の推定	8
(2) 地震時の火害	9
5 地震時におけるライフラインの重要度および耐災性	10
(1) ライフライン	10
(2) ライフラインの重要度	10
おわりに	13

ま え が き

昭和49年に川崎を中心に多摩川下流域一帯の水準の急激な変化が現われ、にわかに地震に対する防災対策の緊急性が唱えられはじめた。この頃、日米ソ3国の学者による地震予知に関する議論が報道関係を賑わした。更に突如として中国大陆では遼東半島の地震が予知され、地震災害の軽減に著しく寄与したと伝えられた。しかしながら昨年の唐山地震は予知できず、1556年中国大陆山西省の地震の83万人の死者に次ぐ人類の歴史上第2位の大量死を出した模様である。

すこし遡るが、昭和51年春、当時、東京大学理学部におられた石橋先生が提起した俗に云う“東海大地震説”が、国会、行政府、学会、その他防災関係者の間で真剣に取り沙汰され、地震対策は、莫索しながらも予知事業と相たずさえて新らしい一歩を踏み出した。^{2), 3)}

今日の地震対策は、予知と防災対策に大別される。以下簡単にこれらについて現況と問題点を紹介する。

1. 地震対策

誰もが承知しているように、地震は我が国にとっては深刻な脅威であり、刻々と増大し迫り来る危険に手を拱いて傍観しているのは愚かしいことではないであろうか。あらゆる自然災害の中でも、地震は人命と財産に最大の損失を与えるものである。(表-1参照)人口が集中している我国の太平洋沿岸地域の中央部において1923年の関東地震級のマグニチュード8前後の巨大な地震が起これば、数十万の人命を失い、国の財政規模を上回る数十兆円の損害をもたらす可能性があると云われている。4), 5), 6)

地震対策のねらいは、日本列島が自然の営みとして抱えている高い発生頻度の地震によって生ずる人命と財産の損失の軽減、すなわち、人的被害と経済的損失を少くし、生産、流通、消費に關係する市民や企業の活動、行政府の活動ならびに教育、文化、レジャー等の社会文化的活動、これらの阻害を最小限にとどめるところにある。

多くの人々が信じるころによれば、地震による災害を皆無にすることは不可能であるが、中央および地方の行政府が災害に対して適切に取り組み、市民が個人または共同体の一員として適切に対処することにより災害を大幅に減じることが可能であると云われている。

行政府の適切な取り組み方の目標の1つは、安全性と経済性の均衡をはかるところにある。つまり、付託された公共的投資はもとより、民間の投資についても、すくなくともそれらがノアの箱舟と化してしまわないように、はなはだしくは、幾ら積み上げても崩れ落ちるシジフォスの山と化してしまわないように、目標を定めてたゆみない措置を講じていくことが必要とされる。

しかしながら、地震によって生じる現象は、物理的な面だけでも多岐にわたっている。これを学問的に事実をもって裏付け、技術的にも行政的にも対策に利用しうよう分解し再構成しなければならない。

一方において経済、社会、心理に關係する地震に伴う諸現象については、余りにも不鮮明な点が多く、群盲象を撫るの域を出ていない。それらに関する意見の多くは、教導的、教訓的ではあるが、客観性に乏しい。しからばこれらに關しては、学問的な解明を待って、それからようやく対策に供するのかと云う疑問がわいてくる。7)

ここに、地震対策推進上、極めて困難な問題が横たわっている。そこで仮説を設けて事実を洗い直してみる、不鮮明な像を幾重にも重ね合せて濃淡を調べてみる、そして濃い影像からより確かな仮説を導き出す、などの試行を繰り返すと共に、常に対策に反映していくよう心掛けなければならないのであろう。

従来、地震対策と云えば、構造物の耐震化が真っ先に挙げられていたわけであるが、今日では、地震の予知と地震に対する耐災性の強化と云う捉え方に変ってきている。地震に対する耐災性の中身は、耐震、耐火、水防などをはじめとし、施設の震後機能、地域利用の指標、ひいては国土の利用計画につながる事柄として理解されようとしている。

上述してきたように、地震対策は“耐震性向上”の他に“地震予知”と“地域の地震耐災性の向上”について具体性を帯びるに到ってきた。

2. 地震の予知

もとより筆者は地震予知に直接に係わっているわけではないが、予知以前の震災対策、予知後の対策、震後の対策に係わっているので、地震予知には深い関心をもたざるを得ない。そのような立場の者が、地震予知をどのようにみつめており、どのように理解しているかを示そうとするわけである。

関東震災の予測をめぐる、明治末期から大正初期にかけて、当時の代表的な地震学者であり相互に同僚でもあった大森房吉教授と今村明恒教授の間で、巨峰並び立たずの喩え通り意見が対立し論争が行なわれていた。今村は、相模沖に遠からず大地震が起ることを予想し、首都東京における地震対策の必要性を強調していた。一方、大森は、東京に大地震が今にも来るように考えるのは全く学術的根拠がないとして今村説を批判した。

大森・今村の論争は、地震に対する考え方の差もあったが、地震を予言することの社会的影響に対する見解の差によるものであった。大森は、今村の関東大地震の予言によって社会不安が増大していることを心配して今村説を憶説としてしりぞけた、と云われている。

大正12年(1923年)に関東大地震が起きて、今村の予言が現実のものとなり、大災害を招き、10数万人の死者と当時の価値で50億円に及ぶ損害が生じた。しかし、今村の予言が学問や技術で云う予測に当たるかどうかは別にして、今村は日本の地震予知研究の始祖となった。その後、今村は昭和19年(1944年)の南海道地震、21年(1946年)の南海道地震の数年前からその発生を予告していた。

地震災害を防ぐには地震予知をもってすべきであるとの信念から、ほとんど独力で予知研究に打ち込んだ今村に刺激されて、戦後、学者の個人的な地震の予言が相ついだが、その多くは失敗に終り、地震予知について不信感が生まれたと言われている。

昭和37年、坪井忠二、和達清夫、萩原尊礼の3先生が世話人である予知研究グループが地震予知計画のアウトラインを示した。これが俗に言うブループリントと呼ばれているもので、この計画は10年計画で100億円の予算を投入すれば、「地震予知は科学的に可能かどうか」が判明するだろうと言う大味なものであった。

その後、迂余曲折を経て昭和40年度、予知関係の予算として1億7500万円がつき、51年度には23億1300万円と急成長してきた。また、地震予知推進の体制は図-1に示すとおりで、一見して容易に理解できるものではない。³⁾ この組織体制は無駄がないとも、完備しているとも思えないが、東海地域判定会のように具体性を帯びてきているところは評価に値するのではないか。

今日の地震予知の方法は、土地の水平歪を観測するための地形測量、隆起沈降を観測するための水準測量をはじめとして、地震波速度の変化、岩石の電磁氣的性質の変化、地下水の変化など多岐にわたっている。したがって既存の組織の観測成果を総合的に判断して予知にこぎつけるわけで、事業と研究の体制が複雑に並び合うのは止むを得ないことであろう。

長い目で見れば、中国にならって地震庁を設け、予知事業の一元化を図り、研究段階のものは切り離して、防災事業の効率的推進を図ることも防災政策の面からは考えられてよいのではないか。

今日では、今村が信じていたように予知抜きでは地震対策は考えられない。現在の予知事業も幾多の経験を積み上げていって合目的的な体制を確立し、効果的な運用方式を生み出すに違いない。

3. 都市の耐災性

先にも述べたように、従来の地震対策は構造物の耐震化に専ら比重をかけて進められてきた。しかしながら、1923年の関東地震における家屋の被害は、次のとおりであった。

焼	失	447,128 戸
全	壊	128,266 戸
半	壊	126,231 戸
流	失	868 戸

これに見るとおり、火害は震害を上まわっている。火害は震害のように瞬時に起こるものではないが、関東地震の場合には、火災が同時に多発し延焼拡大していった。その結果、物的被害の他に多大の人命を失うことになった。

これにひきかえ、1943年の鳥取地震、1948年の福井地震では震害が火害をはるかに上まわった。

		(鳥取地震)	(福井地震)
焼	失	254 戸	3,960 戸
全	壊	7,485 戸	35,420 戸
半	壊	6,158 戸	11,449 戸
流	出	—	—

これらの歴史的な事実は、大都市では火害が、地方都市では震害が卓越することを物語っている。さらに我国の場合、沿岸地域では津波、沿岸低地では浸水などの水災が生じている。⁸⁾ これらの物理的被害を一層拡大し、人命の損失を大きくする要因としてパニックが挙げられる。

これらは、いわば地震による直接的な被害であるが、震災の後に生じる経済の混乱、地域社会又は共同体の崩壊、国際関係の変動などの間接的な被害が考えられる。

加藤俊彦教授(東京大学社会科学研究所)は、関東震災は第一次大戦の好景気が沈静化して不況に向いつつある時に生じ、その不況が加速され、我国の経済が行き詰って、その結果、満州に進出し、中国に侵攻し、ひいては第二次大戦に及んだ」と財政金融の面から分析している。⁹⁾

首都圏のように、ありとあらゆる機能が高密度にパックされて、しかも国の首都である地域に全域的な震災が生じたら、その及ぼす影響は測り知れないものがある。したがって、震害、火害、水災、さらにパニックなどの引き金になる素因を究明し、災害を初期の段階で食い止めるように災害拡大の要因を取り除かなければならない。

災害に対する都市の強さ、あるいは都市災害の発生のしにくさを「都市の耐災性」と呼んでいる。つまり、地震、台風、強風などの自然の営力によって生ずる震災、洪水、大火などを想定した概念であって、疫病、戦乱などによる災害までを想定しているものではない。^{10), 11)}

さて、地震に対する都市の耐災性を仮りに地震耐災性と呼ぶことにして、話を進めることにしよう。

地震耐災性を計る尺度として、耐震性に対する設計震度のような明快な尺度は未だ無い。しかし

ながら以下に示すような諸要素が尺度になりうると考えられる。

地理的自然的要素：

人工密度，人口の分布	（過疎過密）
産業の種別，産業の分布	（産業の分布密度）
空地，水域	（オープンスペース）
地形，標高	（山崩れ，浸水）
気象，水象	（風，洪水）

物理的人工的要素：

地震の頻度，地震動の強さ	（地震の強さ）
地質，土質	（地盤の良否）
耐震性，耐火性	（構造物の性能）
水の供給，エネルギーの供給	（水，ガス，電力，液体燃料）

動態的計画的要素：

昼間人口，夜間人口	（人口の短期移動）
危険施設，防災施設	（施設の発災性）
物資流動，交通諸量	（地域の経済的活動度）
地域計画，都市計画	（都市再開発）

社会的文化的要素：

情報の発生，情報の伝達	（情報）
中枢機能，局所機能	（統治）
職住分離，職住混合	（集団の連体感）
文化遺産，便利施設	（歴史的変遷）

上記の要素区分とその内容がすべて当を得ているとは限らず，また欠落している事項もあるであろう。これから解ることは，地震耐災性を計量化しようとするとき，単純明快にはいかないと言うことであって，はなはだ心もとない。

地震耐災性に対して，それを裏返した“地震災害危険度”と言う考え方がある。東京都が試行して昭和49年度に得た成果では，次に示す事項別に地区相互の相対的な危険度を求めている。¹²⁾

- i 木造建物総合危険度（地盤と建物の耐震性）
- ii 地域特性危険度（人口，オープンスペース，交通量）
- iii 総合出火危険度（出火）
- iv 建築物の焼失危険度（延焼）
（消防力を除く場合と含む場合の2ケース）
- v 避難距離から見た危険度（避難距離）

これらの事項別相対危険度を重畳して総合危険度を求める。危険度の高い上位5区の順位は次のとおりである。

(消防力を含む場合) (消防力を含まない場合)

1 位	墨	田	墨	田
2 位	荒	川	荒	川
3 位	台	東	台	東
4 位	豊	島	豊	島
5 位	江	東	品	川

また危険度の低い方の 5 区は、低い順に次のとおりである。

(消防力を含む場合) (消防力を含まない場合)

1 位	港	港
2 位	文 京	練 馬
3 位	練 馬	世 田 谷
4 位	中 央	千 代 田
5 位	世 田 谷	中 央

前述の東京都の“地震災害危険度”には、道路と公園・緑地を除く他の土木施設は評価の対象に含まれていない。しかしながら、都市の土木施設は、地震工学などで言うライフラインすなわち“生命線”であり、地震災害危険度を評価する上で欠くことのできないものである。また、震中震後の水災害も含まれていない。

このように危険度評価の中で欠落している事項を指摘することは容易であるが、支配的な要素をすべて満たす総合的評価を得ることはかなり困難な事業であることに違いない。

昭和 50 年 8 月に建設省が示した「大都市震災対策施設計画策定要領(案)」は大都市圏の既成市街地とその周辺の危険区域に対する安全施設の規模と設置密度を示している。¹⁰⁾ 言わば、危険度と言う危険性の潜在を示す定性的な指標から一歩進めて、都市の耐災性の向上を図り人命の安全を守るための暫定的な指針を示したものである。

同要領(案)は次のように構成されている。

- i) 対象区域
- ii) 広域避難地
- iii) 広域避難地および避難路の配置
- iv) 避難路
- v) 緩衝地帯
- vi) 浸水対策施設
- vii) 整備方策
- viii) その他

この構成は、現状としては、都市の耐災性は人命の安全を第一義とし、災害の拡大を防止することによって著しく改善されることを示唆している。

4. 木造家屋の地震被害の分布

(1) 震害分布の推定¹³⁾

木造家屋の震害分布はどのようになっているのであろうか。昭和23年(1948年)の福井地震による震害分布は図-2に示すようになっている。図中の白丸は相対的に地盤の良い箇所で、黒丸は地盤の良くない箇所で、1%以上の震害率を示した地点を表わしている。

1948年福井地震 (M = 7.3, H = 20 Km)

1974年伊豆半島地震 (M = 6.8, H = 20 Km)

1968年えびの地震 (M = 6.1, H = 0 Km)

上記の中規模(マグニチュードMが6.1~7.3)で震源の深さHが20 Km以下の地震の家屋震害率分布を統計解析的に求めてみた。

$$D_{1I} = \frac{1}{164} \times 10 (0.625M + 0.025M \cdot \Delta - 0.272\Delta), \dots\dots\dots (1)$$

$$D_{1II} = \frac{1}{73} \times 10 (0.576M + 0.026M \cdot \Delta - 0.248\Delta), \dots\dots\dots (2)$$

ここで

D_{1I} : 相対的に良好な地盤(I地域)における家屋震害率(%)

D_{1II} : " 不良 " (II ") " (")

$$\text{家屋震害率} = \frac{\text{全壊戸数} + 0.5 \times \text{半壊戸数}}{\text{総戸数}} \times 100 (\%)$$

M : 地震のマグニチュード

Δ : 震央距離 (Km)

家屋震害率分布については表(おもて)、水上・内堀らの研究があるが、いずれも震央距離に対して指数関数としている。上記の式(1)および(2)では、さらにマグニチュードと地盤種別を考慮した。

地盤I地域: 洪積層, 第三紀層

地盤II地域: 沖積層

式から明らかなようにI地域ではII地域より震害率は小さい。マグニチュードが大きくなれば、震害率は大きくなり、震央距離が大きくなれば、震害率は小さくなる。この関係を図示すれば図-3のようになる。

では、実際の地震に適用して、果たして妥当な推定が可能であるか。試みに1855年の安政江戸地震をモデルとして、震央の位置を現在の東京の北部(N 35.8°, E 139.8°)とした。

なお、(1), (2), 式では、家屋構造の特性つまり一階建てか、二階建てか、また沖積層の厚さの影響などが考慮されていないが、これらを諸研究の成果を引用して補正して適用してみた。¹⁴⁾¹⁵⁾ 区ごとにマグニチュード6.0, 6.5, 7.0に対応する震害率を求めた結果を図-4に示す。

これからは、震央に近い足立、葛飾、北、荒川の4区はもとより、墨田、台東、江東のデルタ地帯も大きな震害率を示していることがわかる。

マグニチュード 6.9 の安政江戸地震の震害率の分布を図-5に現在の区制区域と重ねて示してある。家屋構造の特性は、当時と今日とは異なるであろうが、当時のデータが無いので、仮りに現在の特性を用い、沖積層の厚さは今日とは大差がないものと見なして、現在の都市部の区制区域別に震害率を求め、実際に生じた震害率と対比させてみると表-2のとおりであった。

推定値の上位3区は、東京都が主として火災を中心にして求めた地震災害危険度の高い上位5区に含まれている。(第3章参照) また、推定値の下位2区は定性的にも定量的にも実際に生じた現象と合っていない。¹²⁾ 何んらかの異常が内在しているものと思われるが、今の段階では明らかになっていない。

(2) 地震時の火害

東京都が調査した地震火災に重点を置いた地震災害危険度の上位の区が、震害率からみた率の高い上位の区とほぼ一致していることは、震害率と地震火災の間に何んらかの相関があり得そうな感を与える。しかしながら1948年の福井地震の際に生じた火災による焼失と、震害の関係は類似性を欠いている。(図-6参照)

地震時の火害は出火の可能性と火災の延焼性、さらに気象条件、消防力などによって支配される。しかしながら巨視的にみれば河角教授が得た次の推定式がある。¹⁷⁾

$$B = 10^{-5} \times N^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、

B : 焼失戸数, (戸)

N : 全壊戸数, (戸)

ただし、 $N = 0.2 \times 10^2 (M - 5)$

M : 地震のマグニチュード

(3)式からは、マグニチュード 6.5 で約1戸の焼失と言うことになる。しかしながらマグニチュード 8.0 では約100万戸と言うことになる。関東地震においてマグニチュード 7.9 で45万戸が焼失した事実は、河角教授の推計を裏づけるものである。

現状としては、地震時の火害分布を推定することは、数多い条件に支配されるために決して容易なことではない。むしろ火源を減じ、たとえ出火したとしても難燃性をもつ家屋構造とするような開発努力が必要ではないかと考えられる。

5. 地震時におけるライフラインの重要度および耐災性

(1) ライフライン

1971年、ロスアンジェルス近郊に起きたサンフェルナンド地震による道路をはじめとする各種の公共公益施設の甚大な被害から生まれた言葉がライフラインであると言われている。

我国における各種施設と主務省庁の関係を表-3に示してある。この中からライフラインを選び出し、若干補足すると次のとおりである。

交通施設	：	道路、街路、鉄道、空港、港湾
通信施設	：	電信、電話、郵便、放送、新聞
衛生施設	：	上水道、下水道、固形廃棄物処理
エネルギー施設	：	電力、ガス、液体燃料
空地領域施設	：	河川、湖沼、公園、緑地、空地

これらのどれをみても、大都市に震災が生じた時には必要不可欠な施設である。ガス、液体燃料などは動力源、熱源として必要であるが、一転して延焼火災の規模を増大させる可能性をもっている。また河川、湖沼、公園などをはじめとする空地領域施設は、世界の強震地域において相対的に過密な都市を抱える日本の特殊性から考慮しなければならないライフラインである。

アメリカ合衆国では、Life Line earthquake engineeringと言う言葉が土木技術者の間で流布されているが、日本で言う土木施設に関する地震工学と可成りの部分が重り合っている。

(2) ライフラインの重要度

中世の騎士が全身を鎧に固め、従者をひきいて戦場に赴いた姿は、ライフラインの地震対策のあり方を想わせるものがある。矢弾も通らぬ鎧をまとった騎士が点在する戦場で、盾一枚をわが身の防具として槍ぶすまを築いて進む従者の群れを想像させるわけである。

地震のような自然の猛威に対する防御もやはり戦場の論理に似たところがあると思われる。ライフラインと総称される個々の施設はそれぞれ特徴をもっており、その特徴、いわば重要性、緊急性に応じたランクづけがあってもよいという考え方がある。この考え方は、重要な拠点や前線には鎧に身を固めた頑丈な容量の大きな施設を配置しておこうとする考え方である。

つまり、戦における兵員の交替、兵站の確保、通信連絡、救護、最悪の場合の撤収などと同じように、万一に備えて、ライフラインを強化整備しようという考え方である。土木施設の大部分は、これらの強化すべき重要な施設に含まれることになるが、事実、現在でも他と比較してそのような強化がより進んでいると言える。

しかしながら戦場には、弾薬をもちこまなければならないと同様に都市にはエネルギーの補給源がなければならない。そのエネルギーが、都市ガス、液体燃料のような可燃物である場合、一度発災すれば、それが他に及ぼす影響は非常に大きなものとなり、これらの危険物は前述の重要施設の機能を失なわせることになりかねない。

主に技術の専門家を対象としたアンケート調査によれば重要な施設は強化整備の重要度を高めるべきであるとする意見が大多数を占めたが、危険物等の施設が重要な施設に及ぼす影響につい

ては意見が分かれ、危険物等の施設が他に及ぼす莫大な影響を阻止すべきであるとするものと重要な施設をより一層防護すべきだとするものとの二通りの考え方が出た。¹⁸⁾

土木施設では、戦後しばらくを経た経済の回復期に質に重点を置いた耐震化と不燃化が進められてきているが、産業施設と住宅では質より量に比重をかけた投資が進んでしまい、それらが大都市に密集混在している場合には懸念されるところとなっている。

さて、重要度の高いライフラインは、具体的にどのように取り扱うかについては残念ながら明らかな規範はない。しいて言えば、次の4つが挙げられる。

- i) 機能上の容量に余裕をもたせる。
- ii) 他に代替機能をもたせる。
- iii) 被災後の機能の回復を容易にしておく。
- iv) 容量および構造の適正化を図っておく。

これらの措置によってライフラインの地震時の耐災性が向上することは明らかなことであろう。

(3) ライフラインの余命期間と耐災性 ¹⁹⁾

前項で述べたような単純明快な措置が地震時の耐災性向上のためにとられるのが理想ではあるが、現実には常時の需要に応えつつ、将来の利用負荷の拡大、投資効果などを考慮して措置されるのが常である。

国力をはるかに上回る安全措置を一挙に実現するよう求めてみても無意味である。ライフラインの耐震性の強化整備は、理想ばかりを追っても実現が危ぶまれるし、現実にはばかり妥協しては進まない。では、どのような考え方によって、それらのギャップを埋めるか、これが問題になる。

ここでは、ライフライン施設の余命期間を考慮した耐災性の強化について考えることにする。余命期間とは施設の寿命から供用期間を差し引いた年限である。今、関東地方にある橋の耐震強度を例に引いて考え方を示すと次のとおりとなる。

まず仮定は次のとおりである。

- i) 震害の確率 (U^*) は関東地震以降の橋の震害 (落橋) の確率 2.1×10^{-3} とする。(人の震害 (死亡) の確率は $10^{-3} \sim 10^{-4}$)
- ii) 耐震強度 (R) は指数関数的に劣化する場合とする。
- iii) 橋の耐用年限は 50 年とする。

計算の結果の一例を図-7 および 8 に示す。図中の記号の意味はつぎのとおりである。¹⁶⁾

- R_0 : 基準強度
 ΔR : 補強を要する強度の比
曲線 A : 補強しない場合の強度の変化
曲線 B : 常に耐用年限に相当する強度を保持させようとする場合
曲線 C : 余命期間に相当する強度を保持させるが、震害の確率は余命期間と耐用年限の比で低めた場合

図-7 は当初から強度が基準強度の 96 % であった場合の補強強度比 ($\Delta R = B - A$, $\Delta R' = C - A$) を示している。図-8 は当初は強度が基準強度に等しいが、震害の確率を半分、つまり 1.05×10^{-3} とした場合の補強強度比 (ΔR , $\Delta R'$) を示している。

技術者の中には、統計や確率を排して、直観や経験だけにたよる人もいるが、妥協の論理を見出すためには、統計や確率が、論理構成の下地として役立つことを認めていただけないかと思う。

さて、都市そして都市と密接するライフライン施設を素朴な論理で地震に対して強化整備する方針を見出すことは容易でない。しかし、施設そのもの、また施設のもつ機能には限りがあると云うこと、また寿命の途中であっても、ある確率で被災は免がれ得ないこと、その確率は歴史が物語ってくれること、これらの事実を発掘し、応用していくことが求められているわけである。

お わ り に

都市を地震に対して安全にすることは、決して容易なことではない。地震の際には、自然の急激な営力の他に都市を形成する社会や組織の中に歪や混乱が生じる。

すでに形成された都市は、そのような歪や混乱までも想定して築かれたものではない。統計によれば、東海道ベルト地帯には人口の40%が居住し、国富の80%を生み出している。つまり、この臨海部に人類の歴史上、未曾有の大集落が形成されている。はじめの町づくりで描かれた理想像と現実の立地との落差を、今後どのように縮めていくかが我々の課題と云えるのではないであろうか。

参 考 文 献

- 1) Ohamoto, Shunzo: "Introduction to Earthquake Engineering" University of Tokyo Press, 1973
- 2) 石橋 克彦 "東海地方に予想される大地震の再検討" S.51年度地震学会秋季大会講演予稿集 1976.Ⅷ2, S.51年10月
- 3) 佐藤 裕 "地震予知研究の課題" 建設月報(建設省の応報誌) 30巻2号, S.52年2月
- 4) "米国地質調査所の地震災害軽減計画" 地震予知資料2, 科学技術庁研究調整局生活科学技術課, S.51年3月
- 5) 栗林 栄一 "耐震工学入門" (1)~(5) 橋梁と基礎 第4巻2号(S.44年2月)~第5巻5号(S.45年5月)
- 6) 米田 匠滋 "大地震で発生するカストロフ的状况" エコノミスト臨時増刊号 1975年7月7日, 毎日新聞社
- 7) "地震" 東京大学公開講座24, 東京大学出版会, 1976年11月15日刊
- 8) "理科年表" 昭和35年版, 東京天文台纂
- 9) 加藤 俊彦 "Ⅷ地震と経済" 文献7)の書中
- 10) "都市震災対策の推進について" 建設省都市局, 建設月報, 28巻11号, S.50年11月
- 11) "大都市防災対策施設整備計画要領(案)" 建設省, S.50年8月
- 12) "地震に関する地域危険度測定調査(概要)" 東京都総務局
- 13) 栗林 栄一他 "地震被害の分布性状" 土木技術資料18-9, 1976年9月
- 14) 梅村 魁他 "建築物の地震被害推定に関する調査" 東京都防災会議(報告書) 1970年
- 15) 河角 広 "東京の震害分布と地震に就いて" 建築雑誌, 773, 1951年
- 16) "安政江戸地震災害誌" 東京都 1973年
- 17) 河角 広博士論文選集, 故河角 広博士論文選集刊行会, 1974年
- 18) 栗林 栄一他 "耐震設計上の重要度に関する集団の意識の推計" 土木研究所資料第1168号, 昭和51年9月
- 19) 栗林 栄一他 "構造物の耐震性向上の設計手法" 土木技術資料18-9, 1976年9月

表－１ 世界災害史上の死者のレコード

事 項	西 歴	国 別	死 者
地 震	1556 年	中 国	830,000 人
洪水と高潮	1642 年	中 国 (海岸堤 防決壊)	300,000 人
暴 風 雨	1876 年	イ ン ド	200,000 人
火山の爆発	1693 年	イタリア	60,000 人
火 災	1871 年	米 国 (山火事)	1,152 人

表－２ 家屋震害率の推定値 (安政江戸地震 1855 年)

地 区 \ 家屋震害率	推 定 値 [※]	生 じ た 値
① 墨 田 区	100 % 以上	80 %
② 江 東 区	84 %	76 %
③ 台 東 区	54 %	51 %
④ 文 京 区	46 %	68 %
⑤ 千 代 田 区	35 %	46 %
⑥ 港 区	34 %	80 %
⑦ 中 央 区	26 %	8 %

注) ※ 家屋構造の特性および地盤の沖積層の厚さは現在のものを用いた。

Table 3 Facilities corresponding to Ministries or Agencies in Charge

Ministries or Agencies in charge		prime Minister's Office	M. of Justice	M. of Finance	M. of Education	M. of Health and Welfare	M. of Agriculture and Forestry	M. of International trade and industry	M. of Transport	M. of Posts and Telecommunications	M. of Construction
Cultural and educational	School				0						
	Physical training				0						
	Social and educational				0						
	Cultural assets				0						
Health and Welfare	Water supply					0					
	Medical service					0					
	Social welfare					0					
	Environmental and sanitary					0					
Agriculture and Forestry	Farmland						0				
	Agricultural						0				
	Woodland path						0				
	Fishery						0				
	Cultivation						0				
Commercial and Industrial	Service and distribution							0			
	Light industries							0			
	Heavy industries							0			
	Mining and raw material manufactures							0			
	Energy							0			
Transport	Railroad								0		
	Land transport								0		
	Marine transport								0		
	Airport								0		
Communication	Telegraph and telephone									0	
	Mail									0	
	Broadcasting									0	
Urban	Sewerage										0
	Street and park										0
Public engineering works	Road										0
	Road-re-lated										0
	River										0
	River-re-lated										0
	Coastal										0
House	Sabo										0
	Individuals' housing										0
	Public housing										0
	Others	Self-Defence Forces of Japan	Criminal affairs	Government employees' housing etc.							

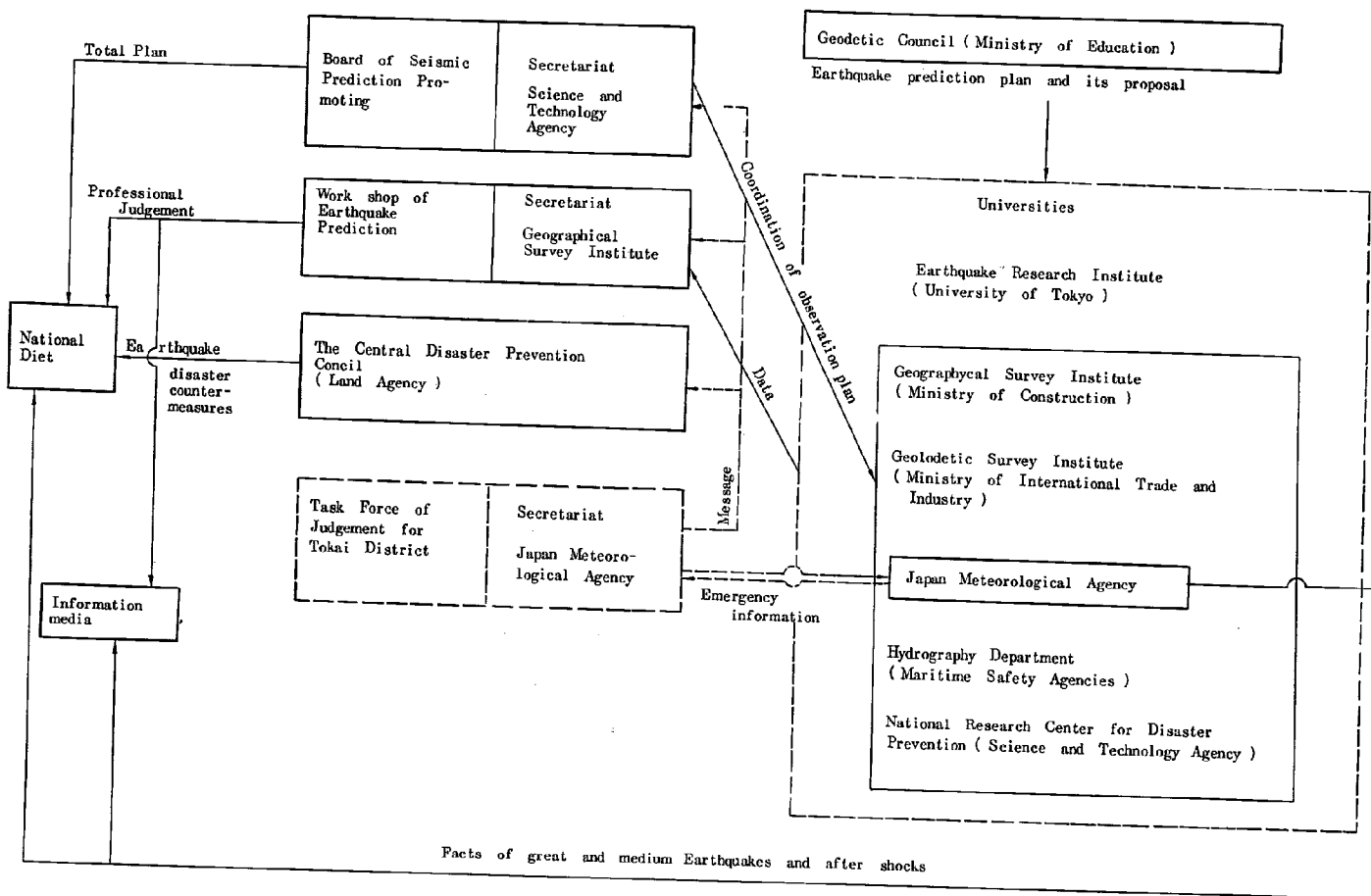
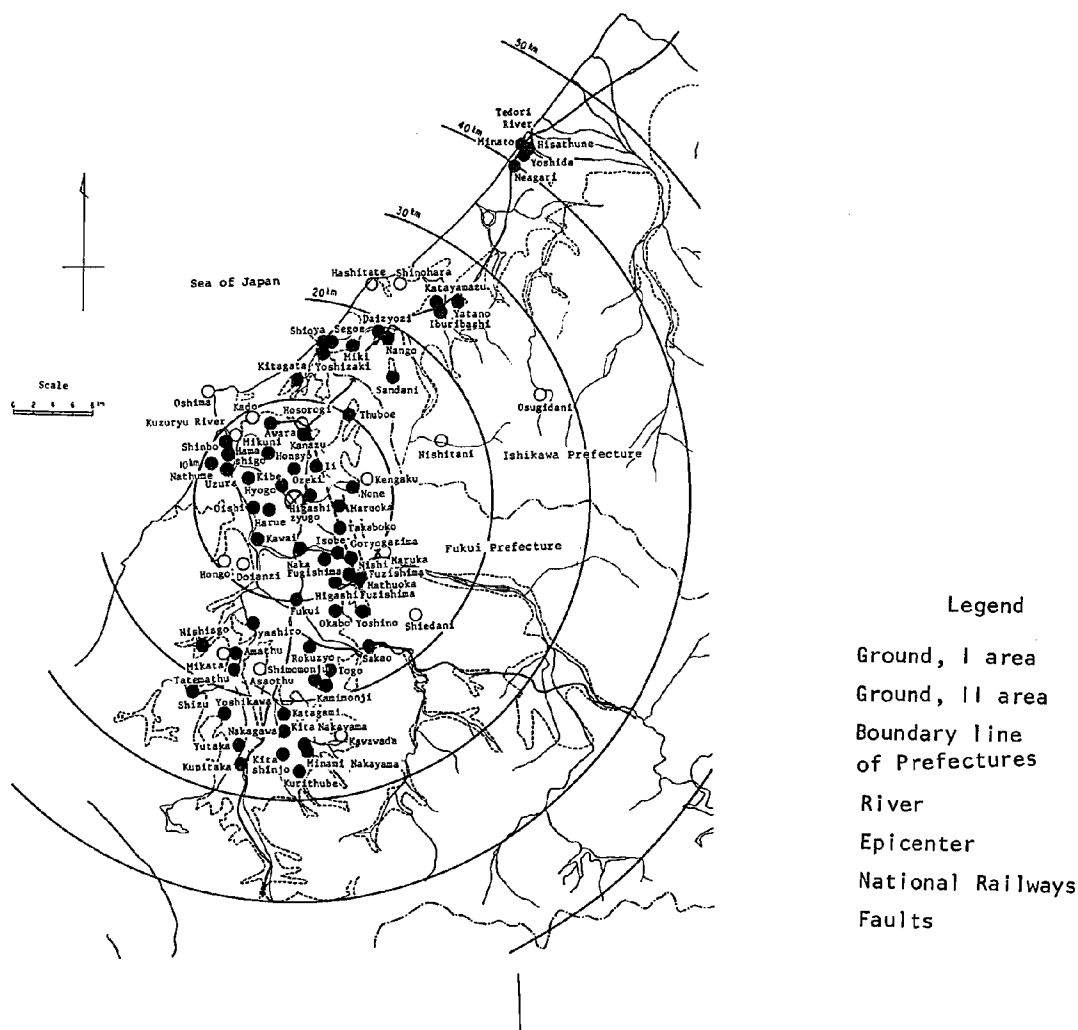


Fig-2 Distribution Maps of towns and villages damaged by the Fukui Earthquake (with the ratio of damaged houses of 1 % and over), classified by the nature of the ground.



(note) As to the faults, their curves are drawn according to the report of Mr. Yoshikatsu Ogasawara (1949): "On the Damage by the Fukui Earthquake and the changes in the ground, especially on the earthquake and the fault movement", Geodetic Survey Institute Review, Special Issue 2.

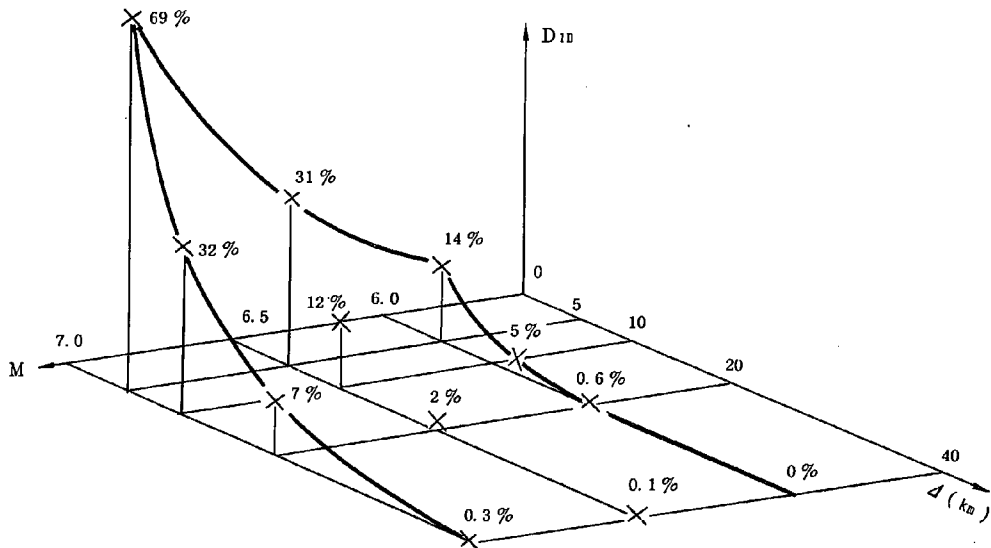
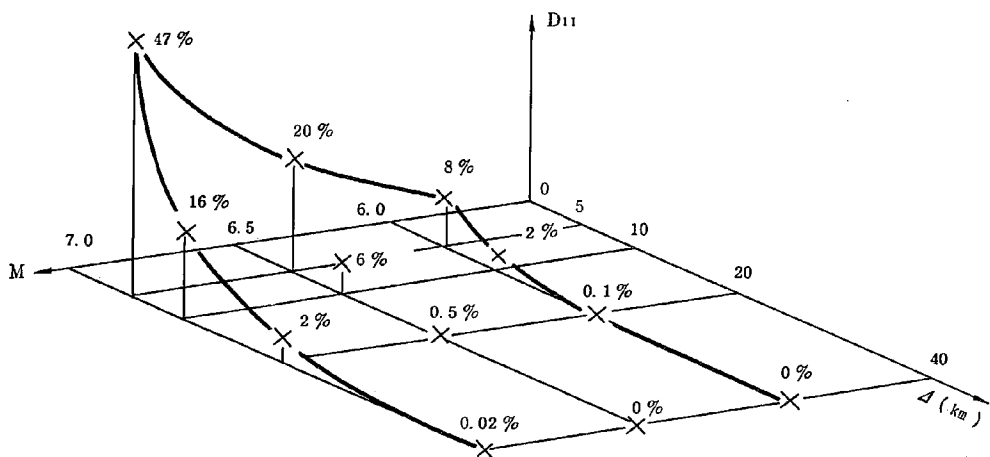
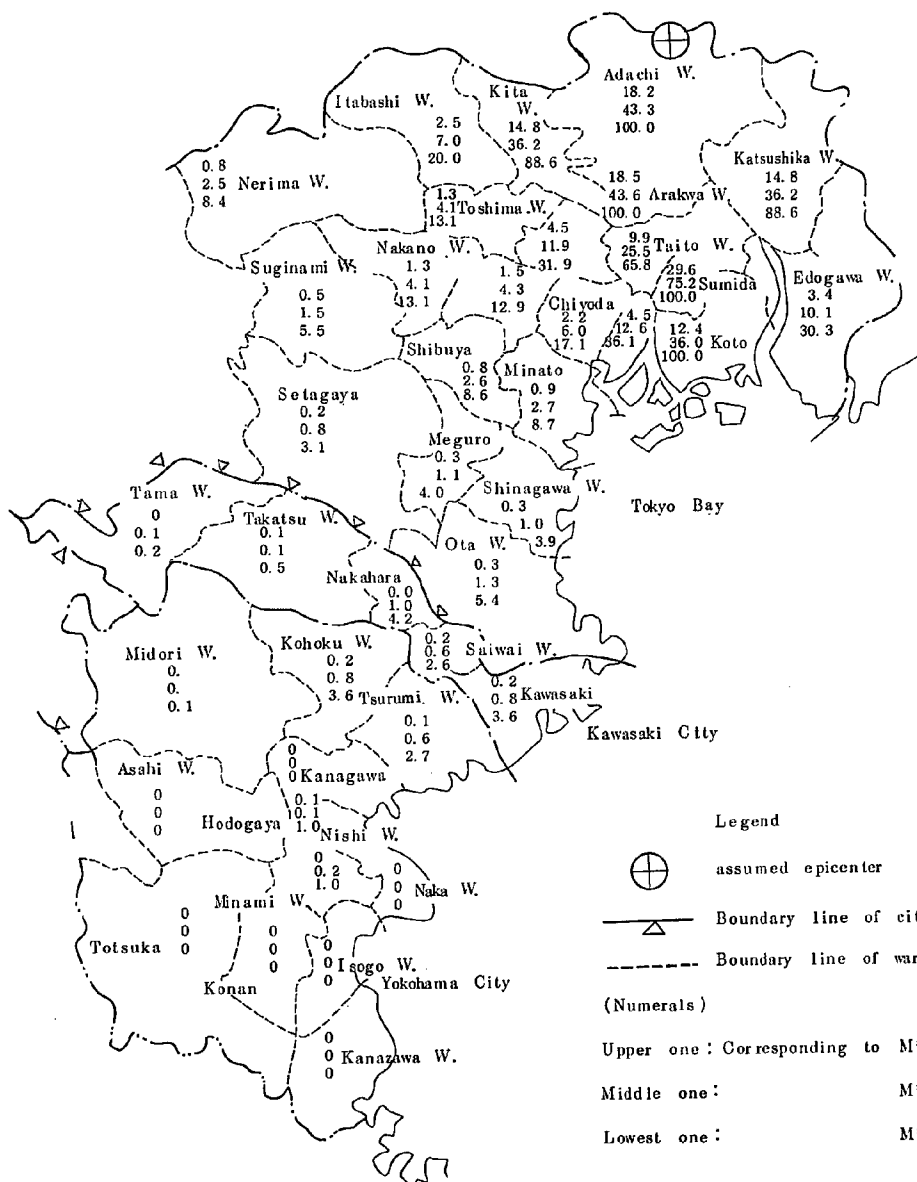


Fig-3 Distributions of the ratios of houses damaged by earthquakes



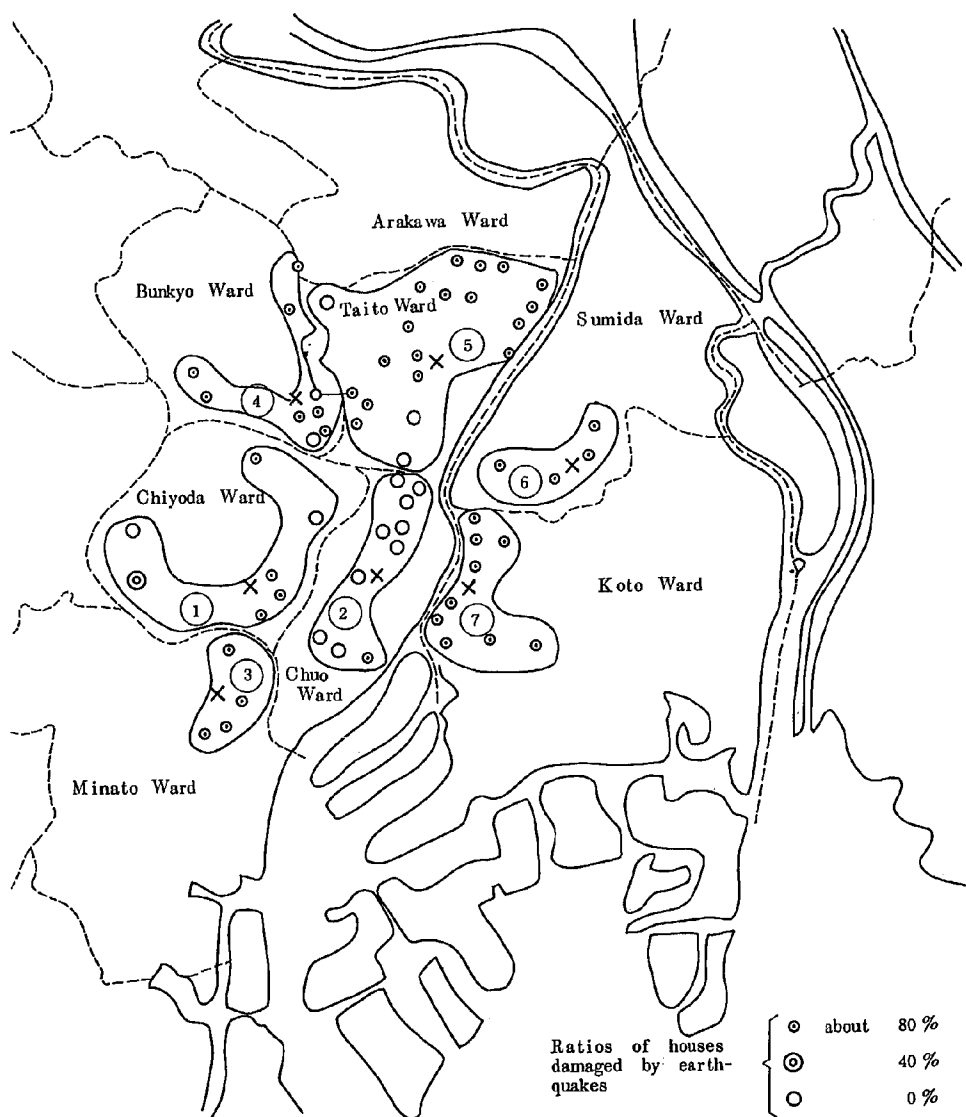


Fig-5 Distributions of the ratios observed of houses damaged by the Ansei-Edo Earthquake of 1855

△ The city, town and village where the ratios of burnt-down houses are more than 1 %
 () The ratios of the burnt-down houses

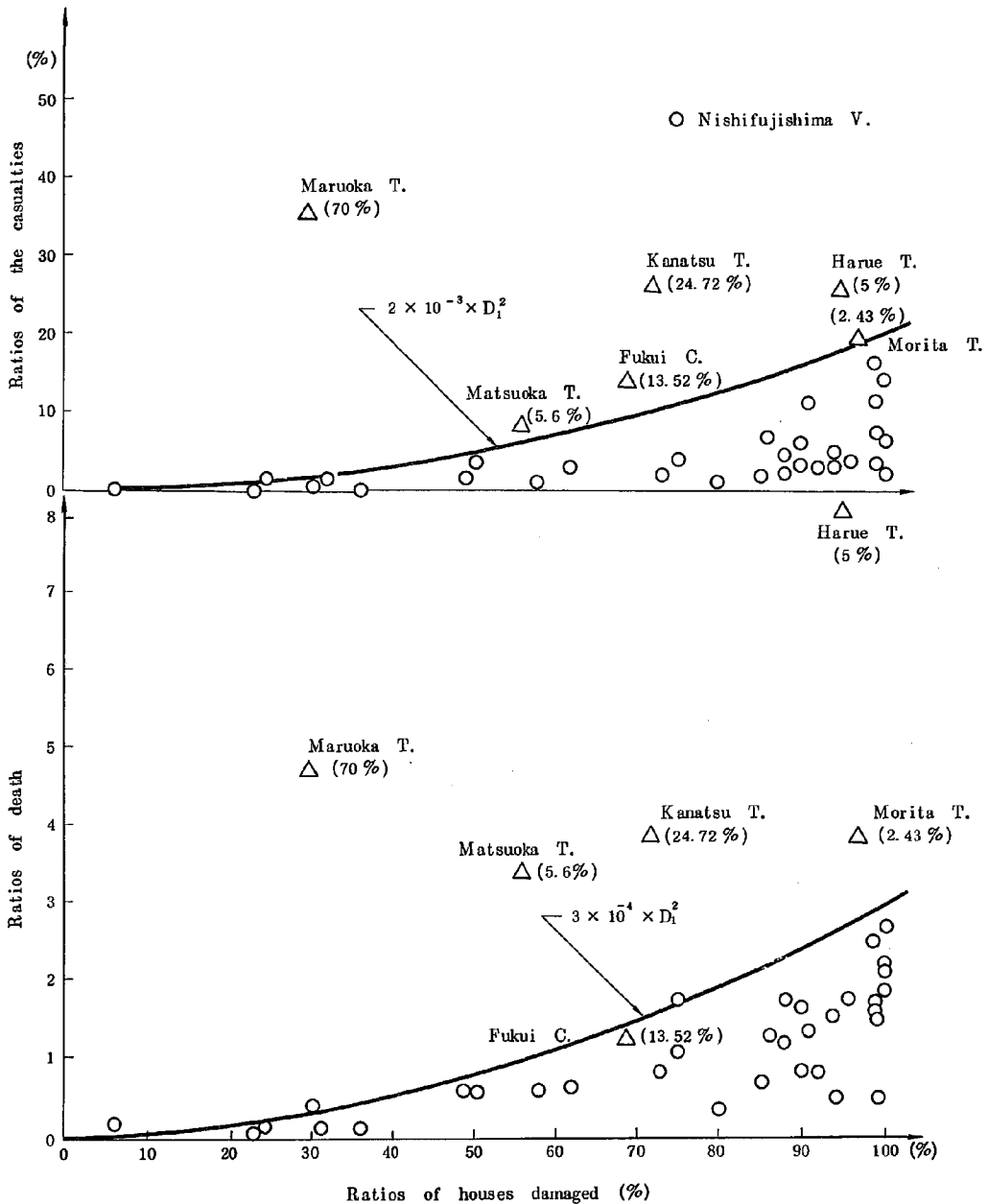


Fig-6 Relations among death, casualty, fire and shaking damage in the Fukui Earthquake of 1948

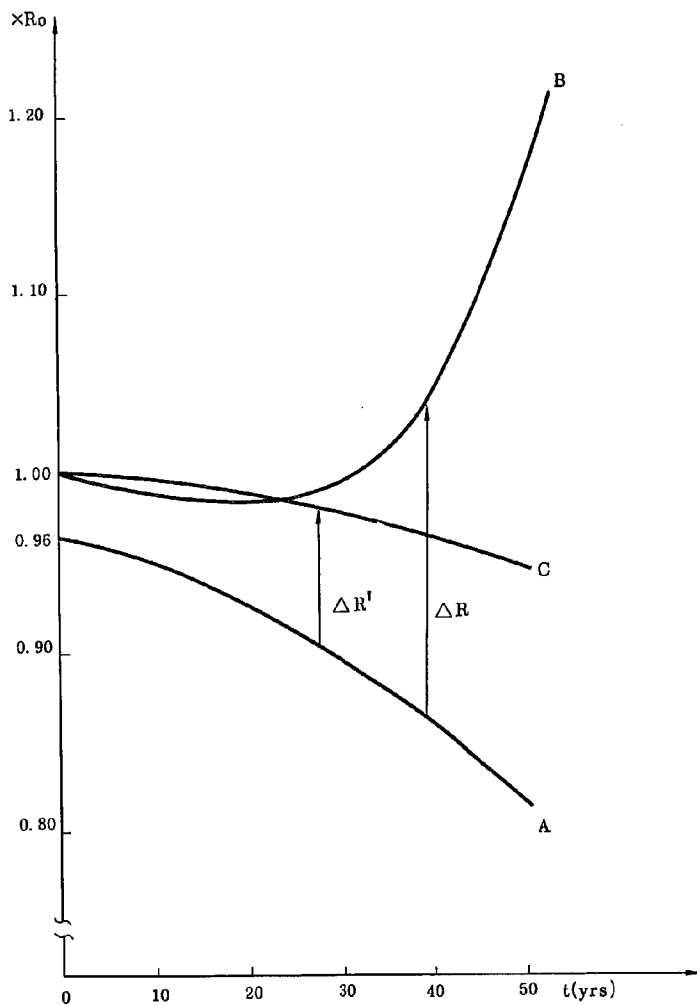


Fig-7 Retrofitting required, case 1

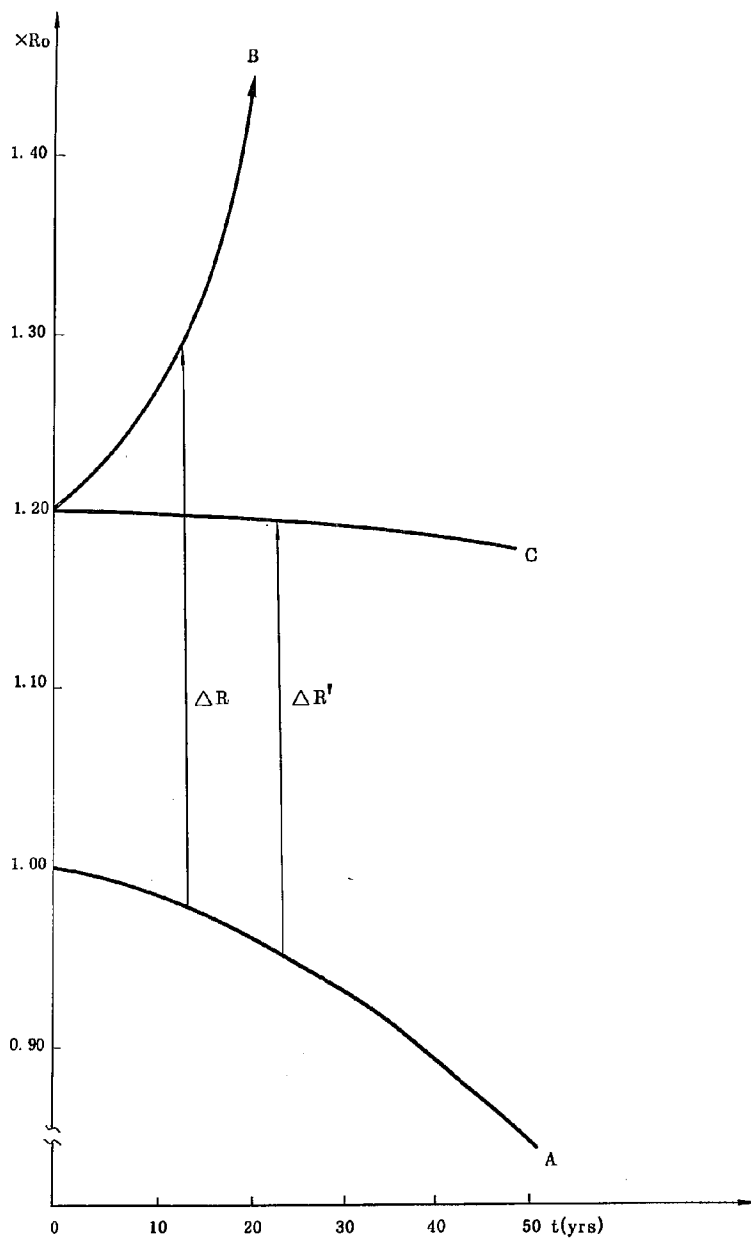


Fig-8 Retrofitting required, case 2

地震対策の現状と課題

土研資料第1342号
昭53年1月(1978)

建設省土木研究所耐震研究室

キーワード 地震予知・地震対策・耐災性・地震危険度・ライフライン

要旨 本報告書は地震対策における予知事業の位置づけを
考察し、地震災害危険度の予測例を吟味し、今後の課題を
示したものである。



郵便はがき

十円切手を
はって下さ

2 8 0 - □ □

建設省土木研究所
地震防災部耐震研究室

御中

千葉県千葉市穴川
四丁目十二番五二号

No. 155

No. 155

配布先氏名

配布先住所

