

大震時における都市防災に関する研究(追報)の概要

高橋 博
国立防災科学技術センター

An Interim Report on the Results of "Studies on Disaster Prevention in Cities at the Time of Great Earthquake" (Further Reports)

By

Hiroshi Takahashi

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

大震時における都市防災に関する総合研究は昭和45年度より3ヶ年計画で行なわれ、その研究成果は、防災科学技術総合研究報告第31号「大震時における都市火災に関する研究」として、1973年に公けにした。しかし、執筆年度が最終研究年度であったことや、研究の進行状況などの事情から、研究成果を完全にあらわすものではなかった。当時、それらの残された研究成果は各箇で発表される予定であったが、同一の形体で発表することになったので、ここに前号の追報としてまとめて公刊する。

前述したように、この総合研究は今日、非常に重大な問題となっている大都市地震対策に必要な多数の研究のうち、特に総合的に行なう必要のある次のような課題につき行なわれた。それは大震火災の延焼性状の研究、航空消防の研究、大地震に対する防災計画の研究、の3課題からなり、それぞれは次に示す小テーマに分かれ、各小テーマはさらに幾つかの研究項目からなりたっている。

- (1) 大震火災の延焼性状に関する研究
 - ア. 環境条件による延焼性状の研究(消防研究所)
 - イ. 市街地模型による延焼性状の実験的研究(建築研究所)
 - ウ. 大震火災延焼に関連する気象環境の研究(気象研究所)
- (2) 航空消防活動による火災被害阻止の研究(消防研究所)
- (8) モデル地区における大地震に対する火災計画に関する研究
 - ア. 地盤・建築物および土木構造物の振動性状に関する研究(国立防災科学技術センター)
 - イ. 大震時の被害および避難に関するシミ

ュレーション研究(国立防災科学技術センター)

ウ. 大地震に対する都市防災計画の方法に関する解析調査研究(資源調査所)

エ. 地盤調査資料等の収集整理(科学技術庁研究調整局:資源総合開発研究所委託)

これらの小テーマひとつひとつにしても複雑な内容を持ち、むずかしい課題であり、関係者が深い関心をもっている非常に重要な問題である。

この研究報告には、ほぼ上記の順に報告をとりまとめた。以下にその概要を記す。

大震火災の延焼性状に関する研究は、関東大震災にみられたように、重大な大震火災が何れも延焼によって大火となったことから、広範囲に延焼する時の火災の性質を、過去の大火の実体の調査・解析とモデルによる火災実験の両方から解明することを試みたものである。「環境条件による延焼性状の研究」の中の「大震火災延焼に関連する気象環境の解析的研究」が前者に属するもので、「環境条件による延焼性状の研究」の中の「市街地模型による延焼性状の実験的研究」が後者に属する。「大震火災延焼に関連する気象環境の解析的研究」は気象条件が大火の延焼に与えた影響を調査・解析し、今後の大震時の火災の延焼情報を推察するのに役立つとしたものである。とりあげた実例は、(1)新宮(南海道地震:1946)と福井(福井地震:1948年)の地震火災と、岩内(洞爺丸台風:1954年)と大館(1955, 1956年)の大火、および(2)東京の空襲火災の2種である。地震火災の2例は何れも無風ないし弱風下であるが、都市の消防機能の破壊された中での延焼火災であり、岩内と大館の3火災は何れも強風時の大火である。これらの調査結果による

と、弱いながらその時々風の方向にゆっくりと燃えひろがって行ったようである。強風下の火災の延焼方向は当然その時の風向に支配され、100～170mもの飛び火により延焼しているが、山にかこまれた盆地の火災は風向の変化が複雑で、風が強いとその変動も大きいようである。これらから、著者は延焼火災に対しては、その時の気象状況にもとづく風向とその変化を考慮して消防活動を行なう必要があるとしている。東京の主な空襲火災の5例について、その時の火災現場の風系を小学校での風向・風速の観測結果から検討し、その時の気圧配置によってもたらされる自然風の風系によってほぼ説明されることを示した。そして、東京管区気象台で観測された風向・風速で、都内各地域を表現しえないので、東京が大地震にみまわれた時の火災の延焼状況を推定するには、現在の東京について目の細かい風向・風速の観測値が必要であることを述べている。

「市街地模型による延焼性状の実験的研究」は、市街地火災の燃え進み状態を、木材クリブを用いて野外で大規模な実験を行ない、把握しようとするものである。昭和45年度は小規模のクリブで、昭和46年度はやや大きい規模のもので延焼実験を行ない、その結果は前報で報告してあるが、弱い風のもとでは風下方向に比較的早く延焼し、延焼対策としては「木造家屋」の高さの20倍以上の幅の道路があるとの知見をえている。昭和47年度は、比較的広い面積に空地率を変えた模型を作って、延焼に対する空地の効果を実験した。空地の長さをクリブの高さの5倍にとり、風速6m前後の弱い風の下で行なった。その結果、焼け止り線を形成した空地率は、風上部30～40%、風側部30～50%、風下部60%であった。また、この実験とは別に熊本県山鹿市の市街地火災（防火木造家屋、建蔽率62%、容積率103%、焼失戸数35戸、焼失面積5,600、風速10～20m/s）調査結果によると、消防力による相当の給水があっても、類焼を防止するためには焼失家屋から風上方向で3～10m以上、風側方向でも10～18m以上の空間を必要とすることがわかった。風下側は土蔵群のため知見をえられなかったが、8.2m以下では類焼することなどの知見がえられていることを紹介している。これらの結果は、大火災を防止するためには、空地率60～70%程度のところ、あるいは帯を大都市の処々に作る必要を示唆しているものと思う。これまでの一連の実験結果から、

今後も種々の条件下で火災のモデル実験を行なう必要があると考える。

「大火災に伴う竜巻」は関東大地震の際、被服廠跡で大火の粉と火焰を包みこんだ竜巻が発生し、約4万人の人命を奪った原因を解明しようとしたものである。竜巻の発生原因について、震災直後から不連続線の通過にともなって発生したと信じられていたし、最近は大風に関連して発生したという解釈もあらわれている。これらの説について検討してみると、台風にもなり竜巻はその外圍降雨帯内によく発生するが、当時そのような降雨域はなく、また天気を再検討してみると雲量が少なく、不連続線説も疑問であることが明らかとなった。さらに被服廠跡を襲った竜巻の移動経路も自然に発生するものと明らかに異っている。火災に伴う竜巻のいくつかの実例の調査の結果、とくに好天・弱風（2.5m/s）下の和歌山市の空襲火災の際の竜巻が、気象および発生状況からみて、被服廠跡のものに類似しており、火災原因説に対する決定的裏付け資料がえられた。そこで、広い火源に風を当てる実験をしたところ、弱風下の場合のみ竜巻の生ずることが明らかとなった。次に当時の被服廠跡を単純化し、逆L字形の火源に当時と同じ風向で弱風を当てたところ、被服廠跡に相当するところに、火焰を含んだ激しい、しかもかなり高い竜巻が生じ、空地に相当するところを動きまわった。この実験から、広域火災の際、空地と周辺火災域に対し、風向・風速が適当であると火焰を含んだ竜巻の発生することが明らかになった。これから地震火災のような広域多発火災の際、空地に多数の人が避難することが大量死をもたらすもととなりうるということが明らかになった。これは防災対策上非常に重要な知見で、防災拠点方式を含め、根本的に震災対策を検討する必要があるものと考えられる。

「航空消防活動による火災被害阻止の研究」は、これまでに開発研究を重ねてきた航空消防の経験を基礎に、地上交通が困難で、水道も止ってしまいう大震時に東京のような大都市の木造密集家屋の火災を航空機から消火液剤の散布により、その延焼を阻止したり、或は住民の避難路の確保を効果的に行なえないかということを中心として実験的に研究したものである。その内容としては①模擬木造家屋群に対する液剤空中散布の延焼阻止効果の実験、②危険物火災に使用する消化泡剤の空中散

布性能の実験、③空中消化用航空機の飛行安全の研究よりなる。まず、最初の模擬木造家屋群に対する消化液剤空中散布による延焼阻止効果の実験は北海道の標茶首林署管内の50m×30mの野地でクリブブロック群を配置して中型ヘリコプターにより微風下で行なった。可燃物量は実家屋群に比べ約1/4であった。風上側から一線着火して行なったが液剤散布の主帯部では火勢を完全に阻止し、鎮火に成功した。その結果、実家屋火災に対する実験の基礎が出来(この後、松尾鉾山の社宅群で実家屋実験が行なわれた)、実火災への応用の可能性が開け、この研究は家屋火災に対する航空消防の方法開発上貴重な実験となった。この際、あわせて「火災気流最高温度の測定」を10mのポールを開いて行なった。これは次の副実験と共に航空機の飛行安全の資料を得る為のものである。測定により火点中心では2m上空で465℃もあったが、10m上空は約100℃であり、更に目視によると上空25mで気流が集束し、直上40mでは周辺に急拡散する傾向が観測された。この結果から、ヘリコプターによる実用最適飛行高度である30~50mの気流温度は実測はされてないが、常温に近いものと予想された。しかし、この程度の実験では火点直上飛行の気流温度による危険は予測出来がたく、上昇気流温度の実測の必要が認められた。また、もうひとつの副実験として「受熱放射熱量の測定」を地上側面と空中の両点で行なった。ヘリコプターによる測定では火点直上の接近高度における安全の為のデータを得たかったが、その下降風による火勢じよう乱をさけるため、火点中心から側方65m、高度60mの位置で測定することとなった。測定結果は実験火災の規模や火勢の衰えをよく反映したようである。そして拡散高度では新鮮な空気との混合により上昇速度・気流温度ともに急減が予想され、その高度なら火点上飛行の安全に障害はないものと想定された。

次の「危険火災に使用する消化泡剤の空中散布性能の実験」は、現在は木造家屋密集地帯にも石油類集積所が多数混在しているので、泡消火剤の空中散布による消火の可能性を実験的に検討しようとしたものである。実験は散布用の圧力タンクを試作して岐阜県各務原市の飛行場で大型ヘリコプターにより高度40mから模型油火災に対し3~7 m/s の側風下で行った。その結果、ヘリの下降風と側風により泡消火剤の目標適中が極めてむづかしく、

泡消火剤は風により壊損し、吹き流され、火災面をおろうようには推積出来ず、特にヘリの離脱時の強い下降風で飛散してしまう状態であった。また、目標集中率を高めようと考えると、高度を下げると下降風により火勢が一層強大となり、35m以下に下ってはいけない事などもわかった。すなわち、油火災の航空消防は泡消火剤を空中散布する方法では目的を達成出来ない事が明らかとなった。

最後の「空中消火用航空機の飛行安全の研究」は(i)「消火液剤散布機の吹き流れ傾斜角」と(ii)「大震災火災時航空消防活動の限界条件の調査」について行なった。前者は散布機が飛行中の風速により航空機と接触したり、ヘリコプター機体に異常振動を与えたりする危険を避けるための研究で、特に液剤散布後の軽くなった場合に、その危険が大きい。実測と風洞実験を併用して計算により飛行速度と安全の関係を導き出した。後者は、まず火災による熱気流や煙による視界障害の問題がある。大震災時小規模火災が拡大し、相互に合流し、旋風を生じ積乱雲の形成に至る過程につき資料により検討した。火災状態と上空気流との関係は明確ではないので、大地震で火災旋風の発生するまでの時間を、その目安として調べた所、関東大地震と福井地震によると地震後3~4時間であった。火災合流による火災上空気流の変化については資料が僅少で結論を得られなかった。風が強いと熱気流や煙の傾斜が大きくなり直上飛行の可能性は大きくなるが航空機に対する熱放射が大きくなる。石油タンク火災についての資料が1件見出されただけで定量的な検討は出来なかった。次に航空機自体の耐熱・耐煙性能であるが、小型航空機については機体内に煙や熱気流はそのまま入りこむので、まったく耐性を有していない。温度については+50℃までと国際航空機製造基準で決められている。煙による視界障害に対策はない。これらのことから、大震災に対しては初期の同時多発時点での航空消防活動は期待できるが、中期段階以後は飛行不能となると考えられ、その時期は火災旋風の生ずる地震発生後3~4時間までで、恐らく飛行困難となる。火災合流時点については時間的資料は得られなかった。また、強い横風時の火災上空の強い熱放射による接近高度は今後計算する必要がある。大震災火災の航空消防について以上のようなことが充分とは言えないなが

らわかった事は、その効果的活動分野の研究を進めると同時に限界を見定める上で貴重な成果であると思う。

「モデル地区における大地震に対する防災計画に関する研究」は、次のような考えから行なわれたものである。すなわち、大都市の防災化は、超高層ビルの耐震性や地震予知の実用化などの箇々の理工学的研究を積みかさねれば達成できるという、単純な図式的関係にあるものではなく、構築物のようなハードなものから、人間の社会活動まで、種々なものの有機的結合体としての都市をとらえ、それらの地震時における挙動を推しはかり、総体として、地震に強いものにして行かねばならない。それには、最新の科学研究に期待し、座してそれを待つのではなく、これまで知られた知識を十分活用しすべての行政面の活動にとりこんで、すべてのもの(物、人、組織、機能)が地震災害に抵抗力をもつようにしなければならない。ところが、わが国は地震学や地震工学の研究および耐震技術では国際的にすぐれているにもかかわらず、社会・行政活動には建造物の骨格的部分以外、地震に対する配慮はほとんど取り入れられていない。そこでこの研究ではそういうソフト・サイエンス的な立場から地方自治体の地震の指針となるようなものを、川崎市や川口市のような実例をもとにして得ようと試みたものである。ただし、都市防災に重大に関係すると思われる技術的課題の中、必要最小限のものについては基礎的知見を得るために実験的研究を行なった。そういうものとして前報に述べた「八戸市での速度検層」は、1968年十勝沖地震で周期の長い発達した波動が強震計で記録され、そのような波動が大震時に卓越すると超高層建物など、固有周期の長い建造物等に重大な関係があるので、その発生原因を調べるためのものであった。その結果、そのようなものの発生する可能性が考えられるに至った。このことに関係し、近年防災対策をたてるうえに東京など重要な地点で地盤の弾性波構造を基盤深度まで明らかにし、長周期成分をふくめた地盤の振動性状を解析して必要が耐震工学者により強く主張されている。

また、サンフェルナンド地震の経験から地震発生後、緊急対策の拠点となる建物の耐震性を強化する必要が明らかとなった。そのようなものの中で下部構造に比べ大きな別の上部構造をもつもののひとつとして、消防署の望楼の耐震性を調べたのが「振動実験による消防署建物の振動性状に関する調査」で

ある。その結果、塔部と下部建物との接合部に応力が集中し、被害を受ける可能性が明らかとなった。本年度は、そのような実験を要するものとして次の2課題をとりあげた。

まず、「模型貯油槽の振動実験」は新湯地震でタンク内の石油の揺動(スロッシング)によりタンクの天井部が破壊し石油類が各所で流出したり、あるいは火災をおこすことがわが国で実際に経験された。新湯地震直後、特調費により浮屋根タンクの出火原因について、「新潟地震にともなう油タンク火災の出火原因等の調査研究」(堀内ほか、防災科学技術総合研究報告第12号(1966)81-89)として研究が行なわれた。その後も石油タンクの地震時のスロッシングの実体を明らかにする必要があるが高まっているので、今回は円筒形タンクのスロッシングについて模型実験により研究することとなった。従来、構造物は主として加速度波について研究されているが、スロッシングは変位波によって液体の自由表面が共振して生じる。最近はプラントの大型化にともないタンクも大型化しているので、地震の際スロッシングにより大きな動圧がタンクに加わり破壊等の被害を生じる可能性が高まっている。ところがタンク内の液体まで含めた耐震設計法はまだ確立されていない。そこでスロッシングを考慮に入れた円筒形タンクの応答解析法の開発とそのための長周期成分を含めた変位波の強震記録をうる必要があるとなった。その基礎資料をうる目的で模型による振動実験と実地の応答観測を行なった。実験体は関東東部から福島県沖地震による実地応答観測にも適するように、直径が4.0m、側壁の高さ1.8m、水位1.5mのものを作った。測定は入力波について加速度と変位波、実験体では液面変位(中心および側面)、側面圧力および側面曲げひずみ(上および下側)をそれぞれ測定した。その結果タンクが大型化することにより、容器は容量に比べて薄肉化し、そのため容器の固有振動数は液体の付加質量によって下がるので、その評価のプログラムを開発する必要が明らかになった。また、応答観測により、加速度と変位の2つの応答のあることがわかり、ともに同一瞬間に発生するとは思われないので設計に際して独立な事象として考え、設計法を確立する必要が認められた。

次に地盤についてのボーリング資料を整理・解析し、入力地震波を想定出来れば、単純な地層構

造については、地表の地震動を推定出来ることを幾志が前報で述べた、したがって表層地盤の建物への影響を明らかにし得れば、地震による建造物の被害のシミュレーションが出来るようになる。地盤の建物への影響として、基礎部の水平動と回転運動がまず考えられる。従来の理論解析は主として円形基礎についてであり、実在建造物の基礎に近い形状の場合の理論解析や実験はほとんど行なわれていない。また地盤(表層)と建物の連成振動系としての解析は種々行なわれているが、なお多くの問題を含んでいる。そこで「模型建物基礎の振動実験と解析」という課題で、建物とその基礎模型を作り、その振動実験を行なった。実験は独立基礎とそれらをつなぎ梁で連結した場合について行ない、建物模型および建物-基礎連成系についても実験した。この実験により基礎的な資料を種々行うことができた。地盤-建物連成系の地盤部分の算定に際しては、地盤のパネ定数に関して土の非線型性を、回転パネ定数については接地圧による影響を十分考慮する必要のあることがわかった。またつなぎ梁でつないだ基礎の場合は独立基礎の値を用いておおむね評価できることがわかった。地盤の減衰性については理論値が実験値に比し大きくなる傾向があり、それは理論値の水平地盤係数が、実験で求めた値より大きくなることによるため、解析にあたってそれらを十分検討しなければならないことなどがわかった。

地盤資料の収集整理は昭和45年度に終り、それを磁気テープに収録し、目的に応じたデータの検索・解析を電子計算機を用いて行ない、その結果を表示する方法が前報に報告されている。

大地震の際、どのような(構造をもった)被害が生じ、それにより発生した火災や交通混乱と気象条件等により、どのような避難が可能か、あるいはどの程度避難させうるかをその過程も含めて数理実験的に試行してみることは、都市計画や防災対策をたてる上で重要な(机上)実験である。電算機によりこのような複雑なシミュレーションも行ない得るようになったが、極めて多くの想定と多数の因子を含み、時間的経過の相連により結果が広い範囲で変動するので、簡単なものではない。このような研究(「大震時の被害と避難に関するシミュレーション」)の第1歩として、ひとつの火災の延焼・消火(鎮火)のシミュレートを試み、一応の成果(前報)を得た。そこで今回は

地震火災の際の避難の様相のシミュレートを試みた。これは人間そのものの行動が重要な要因となるので、試行してみても検証が困難でその意味ではシミュレーション不能のものかもしれない。かといって手をこまねいていてもはじまらないので、人間の行動に、i)火災が近ずかなければ逃げ出さない、ii)メッシュに入れる人数に限度がある、iii)火から遠ざかるようにする、iv)正確な風向はわからない、v)出火しているメッシュに逃げることもある、というような原則を与え、1点出火、多点出火の場合の死亡発生状況のシミュレーションを行なったところ、常識とあまりかけ離れない結果(出力)を得た。しかし実際はどうかは、対象地域についてのパラメータが不明であるが、シミュレーションを行なうまでもなく、非常に大きな被害の出ることのわかっているところがある。しかも、その地域構造が少しも改善されなければかりか、一層悪化している。こういう社会的条件下で、地震被害予測のシミュレーションを行なうこと自体に対する疑問を著者は最後に述べている。筆者も同感で、最近はやっている被害のシミュレーションは何のために行なうのかを行なう人が明らかにする必要がある。地震の場合シミュレーションといっても被害の予見ではない。自動車などの運転のシミュレーターは起こり得る事件が単純で、前もってわかっているので訓練に使える。これに対し地震被害予測のシミュレーションは、実際の場合に再現(実現)の可能性はほとんどないといってもよい。したがって、シミュレーションを行なってみるのは課題に対して自分の見方を見える形にして出してみることで、こういう高度な事象に対するシミュレーションというのはそういうものである。まして、恐るべき状態をただ示すだけではいけない。人々を絶望させ、現在の悪い状態を一層悪化させるのに役立つだけである。

最後の「大地震に対する防災計画の手法に関する解析調査研究」は「モデル地区における大地震に対する防災計画に関する研究」の根幹をなすものである。その主旨は前に述べたように、今日、多くの地方自治体が有名な地震学者や地震工学者らに依頼して、地震対策をたてているが、このような著名な地震関係の学者は必ずしも多くはないし、それらの人の力を借りるとしても、精神的社会的風土を含めてその土地について最もよく知っている地方自治体自身の手で自分達の対策をたて、

都市の発展・時の進歩に応じてそれを修正してゆけるようにするのが正しいやり方であるから、その手法を川崎市をモデルにして開発しようとしたものである。そのための基本的な考え方をほぼ記述したところで、このテーマの担当者が急死した。著者は筆者に未完の部分を書きあげてを期待してこの世を去った。基本的な筋書きは聞いていたが、文の構成は打合わせておらず、文体、ニュアンスなども著者とは異なるので、遺稿の部分だけを未完のまま、「大地震に対する都市防災計画についての考え方」と筆者が題を付してここに記すことにした。述べられていることは、いわゆる理工学ないし技術論的なことではなく、今日の大都市の生態とそれ自体から必然的に発生する地震災害の形態やその見方である。必ずしも最新の知識や技術ではなく、従来から知られている具体的対策を実施し、それらを有機的につなげ、それらによって当然期待できる効果をあげようというものである。そのため災害は天から降ってくるものではなく、大都市を作っている人間自体の招いた結果であることの認識から出発しなければならないことを説いている。このことから、地震対策は「私達は地震については素人なので」ということではなく、自分達の住んでいる所について知っていること（例えば地震で水道が止まった時防火資材はどこにどの程度あるのか、あるいは飲料水を全市民に配給しようと思っても運搬資材がどの程度しかないとか、水源があっても予備電源の燃料備蓄は何時間分位しかないとか）を素直に認め、そこから出発して、巨大都市の場合、他の力を借りられないものとして、地震による直接災害を少なくし、その拡大波及をおさえようという方策をたてるべきことを明らかにしようと、著者はしているのである。このことから、地震対策は自らを知ることから出発し、自らの手で進めるべきことが明らかとなる。そのための具体的手法を順次たてて行く時、自治体職員は地震の専門家の力を借りるべきである。このことを著者は、川崎市や川口市、および松代地震や新潟地震などの実例と、当総合研究や資源調査会における調査研究成果について、遺稿の後半で述べている。

以上が「大震災時の都市防災の研究」として、この3ヶ年の間になされた各テーマの成果の概要である。新しい知見がそれぞれに得られたが、それにしても、その多くは問題の端緒をとらえたり、

あるいはその課題のもつ重大性が明らかになったところである。それらの中にはかなり辛包強い研究を必要としているものもあるので、関係研究者の長い努力を顧うとともに、研究行政者も長い眼で見、いわば長くつきあうように心掛けて欲しい。

いずれも単純でなく、本来長い時間を要する研究を限られた月日で、しかも研究の推進体制も途中で変転するなど、好ましい条件下でなかった中で、それぞれ成果をおさめ、今後のこの分野の研究に貴重な資料を残された研究者各位に敬意を表し、また、つねに心よく筆者らに協力していただいたことに深く謝意を表わします。

なお、早く原稿をいただきながら、筆者の病氣その他の事情から出版の大変おくれたことを深くおわびします。

注1.

この報告は、当センターの地震防災に関する研究報告類（耐震実験、強震観測を除く）としては32番目のものである。既刊の研究報告類の目録は次のとおりである。（50年8月現在）

ただし、逐次刊行物の誌名は、セ研報：国立防災科学技術センター研究報告；セ研速：国立防災科学技術センター研究速報；総研報：防災科学技術総合研究報告；総研速：防災科学技術総合研究速報；防研資：防災科学技術研究資料、等の略語を用いて記載する。

- 1) 新潟地震被災建物の空中写真による傾斜測定の研究，セ研報，第3号，p. 15-40，昭和44年8月。
- 2) 浅井戸における地震波の深さによる変化，セ研報，第5号，p. 9-24，昭和46年3月。
- 3) 富士山坑道の微動調査，セ研速，10p.，昭和40年9月。
- 4) 渥美沖人工地震の作手における観測と周波数分析—人工地震波の周波数分析(I)，セ研速，第5号，26p.，昭和42年3月。
- 5) 松代群発地震観測資料（第1報）（英文），防研資，第1号，140p.，昭和42年3月。
- 6) 1968年十勝沖地震災害調査報告，防研資，第5号，52p.，昭和44年3月。
- 7) 空中写真による地震災害調査法の研究，防研資，第6号，30p. 附図3，昭和44年2月。
- 8) 松代群発地震観測資料（第2報）（英文），防研資，第7号，145p.，昭和44年3月。
- 9) 新潟地震防災総合研究報告，その1，総研報，

- 第11号, 72p., 昭和41年3月。
- 10) 新潟地震防災総合研究報告, その2, 総研報, 第12号, 89p., 昭和41年3月。
- 11) 松代群発地震に関する特別研究(第2報), 総研報, 第18号, 121p., 昭和44年3月。
- 12) 地震時における軟弱基礎地盤の振動性状に関する現場実験研究(第2報), 総研報, 第19号, 29p., 昭和44年3月。
- 13) えびの・吉松地区地震に関する特別研究, 総研報, 第26号, 201p., 附図1, 昭和46年3月。
- 14) 松代群発地震に関する特別研究, 総研速, 第5号, 89p., 昭和42年3月。
- 15) 地震時における軟弱基礎地盤の振動性状に関する現場実験研究, 総研速, 第6号, 22p., 昭和42年3月。
- 16) 国立防災科学技術センター地震年報(英文), 第1号, 25p., 昭和45年9月; 第2号, 9p., 昭和47年3月; 第3号, 12p., 昭和48年3月; 第4号, 45p., 昭和49年7月。
- 17) 空中写真による地震災害調査法の研究(英文), A4判, 36p., 昭和47年3月。
- 18) 第四紀地殻変動図, 図版6枚, 昭和44年8月。
- 19) { 第四紀地殻変動図説明書(英文)(1973)
 第四紀地殻変動文献抄録集(英文)(1973)
 四紀地殻変動図説明書(概要) 14p. 昭和48年3月。
- 20) 大震時における都市防災に関する研究, 総研報, 第31号, 91p., 昭和48年3月。
- 21) 微小地震の自動検出方法について, セ研報, 第9号, p.1-9, 昭和49年3月。
- 22) 同(第2級), セ研報, 第12号, p.27-51, 昭和50年8月。
- 23) P波走時の異常と日本の上部マントル構造, セ研報, 第12号, p.53-70, 昭和50年8月。
- 24) オフラインデータ交換装置(TOSBAC-40)のシステム開発, セ研速, 第15号, 17p., 昭和50年8月。
- 25) 地震波処理の一方式について, セ研速, 第18号, 6p., 昭和50年8月。
- 26) 松代群発地震資料のコンピュータによる蓄積と検索, セ研速, 第19号, 25p., 昭和50年8月。
- 27) 多摩川下流域の地盤隆起と微小地震観測, セ

- 研速, 第20号, 32p., 昭和50年10月。
- 28) 松代群発地震資料の蓄積・検索用シリーズ, 防研資, 第14号, 116p., 昭和50年8月。
- 29) 松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動, 防研資, 第15号, 34p., 昭和50年8月。
- 30) 中国の最近における地震予知に関する研究, 防研資, 第18号, 24p., 昭和50年8月。
- 31) アメリカの地震予知研究, 防研資, 第20号, 19p., 昭和50年8月。

注2. 前報(総合研究報告第31号)の目次は次の通りである。

大震時における都市火災に関する研究の概要
高橋 博
 市街地模型による延焼性状に関する実験的研究
高原栄重・関根 孝
 八戸市における速度検層結果
嶋 悦三・柳沢馬住・長能正武
 角田智彦・瀬尾和夫・此上典文
 ・高橋 博
 振動実験による消防署建物の振動性状に関する調査
 那須信治・竹内盛雄・古藤田喜久雄
 ・風間 了・沢田健吉
 電子計算機による都市地盤資料の検索法
幾志新吉
 火災延焼消火シミュレーション
渡辺一郎・福井隆文
 あとがき.....