

389
ISSN 0386—5878
土研資料 第1734号

土木研究所資料

土木構造物に対する強震観測

昭和 57 年 6 月

建設省土木研究所
地震防災部・振動研究室

ま え が き

建設省では、公共土木施設の強震観測は土木研究所が、建築関係の強震観測は建築研究所が、それぞれ分掌して推進している。土木研究所地震防災部振動研究室では、昭和32年以後、関連機関と協力して公共土木施設に対する強震観測を実施しており、昭和57年3月末現在では、公共土木施設に設置されているSMAC型強震計は約150箇所300台、電磁式強震計は約60箇所500成分となっている。

本文は、建設省における公共土木施設に対する強震観測の目的、経緯、現状および、今後の課題についてとりまとめたものである。今後の強震観測の推進の一助となれば幸である。

昭和57年6月

地震防災部振動研究室 室 長 荒 川 直 士

主任研究員 川 島 一 彦

相 沢 興

高 橋 和 之

目 次

ま え が き

1. 強震観測の目的と必要性	1
2. 強震観測の経緯	2
2-1 省外の経緯	2
2-2 省内の経緯	4
3. 強震観測の現状	6
3-1 我国における強震観測の現状	6
3-2 建設省における土木施設に対する強震観測	8
4. 観測結果の活用と今後の課題	14
5. 強震観測網の保守・管理とその問題点	16
6. 強震観測における土木研究所の役割	20
7. 強震観測に関する最近の動き	24
7-1 普及型強震計および最大加速度表示計の開発	24
7-2 高密度強震観測	28
参 考 文 献	31

1. 強震観測の目的と必要性

我が国は環太平洋地震帯に属する日本海溝沿いの島弧から成る島国であり、急峻な山岳、数多い河川、長大な海岸を有している。山地、火山地、丘陵地、台地が国土面積の85%を占め、沖積河川の堆積作用によって形成された扇状地、三角洲等から成る国土面積の15%に相当する低地に、わが国の人口の大部分が居住している。一方、高度成長期には、人口および産業が激しく大都市に集中し、近年になりようやくこのような動きは鎮静化する傾向を見せるに至ったものの、人間活動の場の急激な変化に伴ない、わが国の国土は地震災害に対して脆弱な体質であるとともに、社会資本の整備状況は欧米諸国と比較して不十分な状態にある。したがって、地震防災技術の高度化は、わが国において良質な社会資本の着実な整備を図るうえできわめて重要な課題とされている。

我が国の地震防災技術は、1891年の濃尾地震を契機として耐震工学の分野を中心として研究開発が進められ、現在では世界的にみても高い水準に達している。しかしながら、耐震性能をより合理的、経済的に確保し、さらに近年の長大橋、長大トンネル、地下埋施設等、巨大化・複雑化する構造物の建設等の新しい要請に応じるためには一層の耐震技術の高度化を図る必要がある。また、構造解析を主体とした上部構造物に比較して、地盤、斜面・傾斜地、基礎、土構造物では地震時挙動の解明が相対的に立ち遅れている。さらに、規模の大きい災害に発展する可能性のある都市の安全性確保の面からは、広域な範囲の地震動の予測、地震災害危険度の把握が要請されており、また、近年の大規模地震対策特別措置法に見られるように、特定の地域に地震の発生が予知された場合の適切な対応策も必要とされている。

以上のように現在建設省が抱える地震防災に係わる行政課題の解決に際して、その基礎に共通して存在するのは、強震動の把握および各種構造物の地震応答特性の解明であり、これらを避けて上記課題を達成することはできない。強震動の把握と構造物の地震応答特性は、従来より解析、実験等の面から研究されているが、解析手法の新規開発を図り、また、解析手法の妥当性と適用性を検討するためには、事象の定量的な把握とデータの蓄積が最も重要であり、強震観測の目的は、この点にある。すなわち、地盤、斜面、基礎、構造物等の強震時の振動応答を測定し、これを体系的に分類整理解析することによりこれらの特性を把握するとともに、解析手法の開発と高度化を促すことが必要である。

強震観測が昭和28年に我が国で最初に実施されてから28年、また、昭和39年の新潟地震以後本格的な観測が実施されるようになってから17年が経過し、現在までに少なからぬ記録の蓄積が図られている。これらの解析を通して、従来は地震の多い我が国には不可能とされていた長大橋、超高層ビル等の建設がある程度可能となっており、現在までの観測の意義はきわめて大きいとすることができる。しかし、前述したように今後我が国で必要とされるより巨大で、複雑な構造物の耐震技術の開発や地盤、斜面、土構造物の地震時挙動の解明を図り、対症療法的な対策でなく、抜本的な地震防災技術を開発するためには今後さらに密度の高い観測が必要とされる。

2. 強震観測の経緯

2-1 省外の経緯

強震観測の構想は、1931年に当時の東京帝国大学地震研究所末広恭二所長がアメリカ合衆国に招かれて行った講演に刺激されて、まず米国において実現した。米国ではこの講演後直ちに強震観測を開始し、1933年（昭和8年）のロングビーチ地震により人類史上初めての完全な強震記録の採取に成功した。その後、1940年にEl Centroの記録が、また、1952年にはTaftの記録が次々と得られ、今日の耐震工学の研究に大きく貢献している。

わが国では、昭和28年になって強震計委員会（英語名略称SMAC）の手により国産初のSMAC型強震計が開発されている。

強震計の開発完了後の昭和28年10月に総理府資源調査会は「今後3年間に必要とする強震観測網を整備しその運用に要する体制を築くために、必要とする財源を確保し、あわせて機構を整備しよう」内閣総理大臣に勧告をし、さらに昭和30年1月には具体的な強震計配置計画について勧告した。

その後、昭和39年の新潟地震による災害に鑑みて、同年11月日本学術会議は、「より高密度な強震観測を実施するよう」内閣総理大臣に勧告した。この勧告では国土の50キロメートルごとに観測点を配置することを求めており、観測の密度に一つの具体的な目安を与えた。また、昭和46年10月には、日本学術会議は、先に行なった勧告の早期実施を内閣総理大臣に要望した。昭和28年に開始され、昭和51年3月末で1060台の強震計による観測の実施機関相互の連絡及び広報は、開始当時は、総理府資源調査会の運営する強震測定委員会によっていたが、昭和31年12月以降、同委員会とは東京大学地震研究所に運営の主体が移され、また、昭和35年になって同委員会の手で主要な強震記録が公刊されるところとなった。

しかし、昭和39年6月に発生した新潟地震を契機として、各機関で強震観測を重要視する機運が一層高まり、各種建設事業の事業主体が積極的に強震計を設置し始めた。これに伴ってSMAC型強震計の設置台数はそれ以前に比べて急激に増加し、強震測定委員会では処理することが困難となったため、科学技術庁国立防災科学技術センターに関係各省庁及び関係機関の長と専門家からなる強震観測事業推進連絡協議会を設置し、全国的な強震観測事業推進の連絡調査に当ることになった。

同協議会は、強震計の配置の現状を分析し、観測網の充実について検討を行うとともに、採取された主要な記録の広報を行なっている。昭和47年2月には、観測網の充実についての見解をまとめて公表している。これによると全国で2,141台の強震計を配置することが必要であると提案されており、したがって、現在までに設置されている強震計がすべて有効に作動すると考えても、今後約1,000台の強震計を設置していくことが必要になる。

以上に述べた経緯を表2-1に示す。

表 2 - 1 強震観測の経緯

建設省（土木関連）の経緯	省 外 の 経 緯	備 考
昭33. 近畿地建猿谷ダムにSMAC型強震計設置	昭28. 10 } 総理府資源調査会が内閣総理大臣 昭30. 1 } あて強震観測に関する勧告	
昭35. 12 土木研究所が「構造物と地盤に対する強震計設置計画」策定		
昭39. 8 強震計設置に伴う省内打合せ開催 同上打合会の成果として強震計設置計画を策定		
昭39. 9 道路局長名の県知事あて文書「強震計の設置について」発	昭39. 11 日本学会議が内閣総理大臣あて 強震計増設等の勧告	昭39. 6 新潟地震発生（河岸町県 営アパート内に設置して あったSMAC型強震計 が記録）
	昭40. 6 日本学会議が再勧告（具体的内容）	
	昭42. 強震観測事業推進連絡会議発足 （事務局：科学技術庁国立防災科学技術センター）	昭43. 2 えびの地震発生 昭43. 5 十勝沖地震発生
昭44. 土木研究所が既設強震計の点検を開始（年1回実施）		昭45. 2 地震予知連絡会議（事務局：国土地理院）が特定 観測地域（8カ所）、観 測強化地域（関東南部） を指定
昭46. 4 建設省道路局長、河川局長連名文書「強震計の維持管理について」発	昭46. 5 中央防災会議が「大都市震災対策 推進要綱」策定	昭46. 2 ロスアンゼルス地震発生
昭46. 9 建設省地震対策本部（本部長：技監）発足		
昭46. 10 技術調査室「強震計の整備方針」策定	昭46. 10 日本学会議が内閣総理大臣あて 「建造物の震害防止に関する研究 促進について（要望）」勧告	
昭46. 11 建設省の「地震対策」策定	昭47. 2 強震観測事業推進連絡協議会が 「強震計の全国的配置計画につい て」策定	
昭48. 1 土木研究所「強震観測とその記録の利用」発表		昭48. 6 根室半島沖地震発生
昭49. 8 土木研究所「強震観測5カ年計画について」を提案		昭49. 2 地震予知連絡会議が東海 地方を観測強化地域に指 定
昭50. 4 土木研究所「地震対策緊急3カ年計画に関連して強震計設置計画」を提案		昭49. 5 伊豆半島沖地震発生 昭50. 4 大分県中部地震発生
	昭53. 3 総理府資源調査会「地震防災に必要な強震観測」の勧告	昭53. 1 伊豆大島近海地震発生 昭53. 6 宮城県沖地震発生 昭53. 12 大規模地震対策特別措置 法施行
	昭54. 3 日本学会議が内閣総理大臣あて 「高密度強震観測」の勧告	昭54. 8 東海地震に対する地震防 災対策強化地域指定 昭55. 10 アルジェリア地震発生 昭55. 11 イタリア地震発生
昭56. 7 普及型強震計、最大加速度表示計の開発終了		
昭57. 2 相良地区の高密度強震観測開始		昭57. 3 浦河沖地震発生

2-2 省内の経緯

建設省土木関係における強震観測の整備、拡充については、昭和35年以来、土木研究所が配置計画を立案し、本省等に上申していたが、昭和39年半ばまでに設置された地点数は、ダムについては、SMAC型強震計および石本式地震計が5地点、電磁式地震計が9地点であり、橋梁については、SMAC型強震計が3地点、電磁式地震計が4地点に過ぎなかった。

その後、昭和39年6月に新潟地震が発生し、これにより各種構造物に甚大な被害を生じたが、この際に新潟市内の県営アパートに設置されていたSMAC型強震計により地震の加速度記録が採取され、これが震害の究明に多大の役割を果たした。

これを機に強震観測網を整備、拡充することの必要性が広く一般に理解される所となり、本省道路局の要望により土木研究所においては、SMAC型強震計による強震観測網の充実をさらに強力に推進すべく、強震計配置計画を再検討し、その結果を本省に報告した。昭和39年8月27日強震計設置に関する省内の打合会が、土木研究所、本省河川局および道路局の担当者間で開かれ、構造物を対象として設置候補地点が挙げられ、これを河川・道路両局の各担当課間で調整された結果、SMAC型強震計配置計画がまとめられた。また、各課において強震計を設置できる構造物が無い地域については、土木研究所が設置を担当することとなり、全国的に粗密の少ない観測網を作り上げることとなった。

この配置計画は、技術参事官室、原局各課の積極的な努力、都道府県知事に対する道路局長の要請(表2-2)、土木研究所の設置に対する技術指導などにより実施に移され、地方建設局、北海道開発局、地方自治体、および各公団

表2-2 道路局長通達

道発第376号
昭和39年9月21日

県知事殿

道路局長

強震計の設置について

橋梁等構造物の耐震設計については、従来より特段の御配慮を煩わしてきたところであるが先般の新潟地震のもたらした結果にかんがみ従来用いていた震度法にては、未だ十分とは言い難いので、このたび設計震度をより合理的に決定し、あわせて当該橋梁の構造の保全を図るため別紙設置計画要領により強震計を設置することとしたのでよろしくおとり計らい願いたい。

別紙

設置計画要領

1. 昭和39年度より3カ年計画で全国的に100キロメートル～150キロメートル間隔で33地点に設置することを目標とする。そのうち2級国道および地方道関係の設置橋梁は別添のとおりである。
2. 強震計の設置は、一橋につき二機とし、一機は下部工関連の地盤に内蔵し、他の一機は下部工に添架するものとするが、設置箇所および方法については建設省土木研究所構造橋梁部構造研究室と十分連絡の上実施すること。
3. 強震計の機種については、土木研究所構造橋梁部構造研究室と打ち合わせの上選定すること。
4. 強震計設置の経費は当該橋梁の本工事費に計上することとし、これに必要な設計変更は差支えないものとする。
5. 設置後の観測および管理等については、後日その方針を決定し、別途連絡する予定である。

別表

県名	2級国道関係	地方道関係	県名	2級国道関係	地方道関係
秋田	—	雄平橋	愛知	横須賀橋	—
宮城	—	開北橋	高知	—	五台山橋
福島	小谷橋	伊達橋	愛媛	—	板島橋・石鏡橋
山形	—	清川橋・押切橋	徳島	—	瀬詰大橋
新潟	魚沼橋	—	和歌山	—	赤木橋・岸上橋
長野	横倉沢橋	—	三重	—	豊浜橋
福井	—	新保橋	福岡	—	新田大橋
兵庫	—	港大橋	熊本	—	乙女橋
島根	高津橋	妙見橋	宮崎	石瀬戸橋	—
			計	6	17

等の工事担当機関によって、強震計の設置が強力に実現されてきた。

さらに、最近では、地震防災技術の研究開発の基本的方向（建設技術開発会議，昭和56年5月）において、今後、建設省が実施すべき研究開発項目の中に、「地震動の特性を明らかにするための強震観測網の拡充」が、また、防災に関する研究開発基本計画（内閣総理大臣，昭和56年7月22日）においては「各種地盤および各種構造物の強震時の挙動を解明するとともに、このために必要な強震計の改良および強震観測網の拡充を行う」ことが、それぞれ謳われている。

3. 強震観測の現状

3-1 我国における強震観測の現状

国立防災科学技術センターの資料により我国全体の強震計（SMAC型強震計）設置台数の年度別の推移を示すと図3-1のようになり、昭和39年新潟地震以後の増加が著しいことがわかる。昭和55年12月末現在の設置台数は1259台であり、これを地区別、構造種別に示すと表3-1のように、また、機関別、地区別に示すと表3-2のようになる。この結果から以下の事項が指摘される。

- ① 建築物に対する設置台数は全体の57%を占め、非常に多い。
- ② 橋梁、港湾施設、ダムに対する設置台数は全体のそれぞれ8.7%、0.6%、2.1%と少ない。
- ③ 各構造物に対する共通の入力を与える地盤上の設置台数が全体の28%と少ない。
- ④ 東京、大阪等の大都市への集中が著しく、これら2都府だけで全体の42%を占める。

次に、現在までに採取された記録本数を示すと図3-2（最大加速度10gal以上）および図3-3（最大加速度の大きい記録のみ）のようになる。これより、記録本数自体は昭和55年12月末までに約8000本に達しているが、本来耐震設計に最も重要な加速度の大きい記録に限ると、その総記録数は100程度に過ぎないことがわかる。

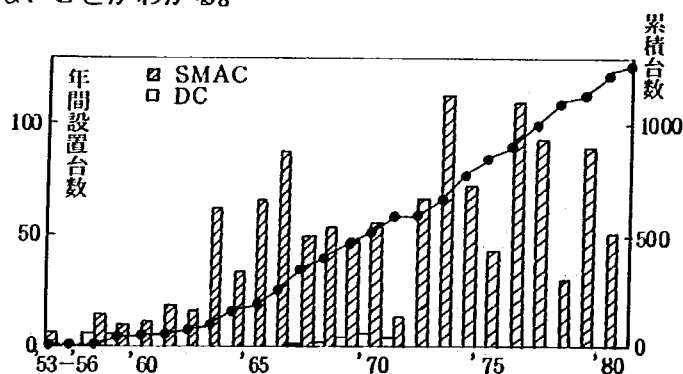


図3-1 強震計設置台数の増加推移

表3-1 強震計設置状況一覧（地区別）

地 区	設置台数	地 盤	建 築 物	橋 梁	港湾施設	ダ ム	そ の 他
HK北海道	66	29	16	21			
TH東 北	90	36	36	13	1	4	
TK東 京	439	68	316	23			32
KT関 東	129	47	71	7	1	2	1
AC愛 知	55	14	37	3	1		
CB中 部	175	60	76	20		16	3
OS大 阪	94	15	71	4	1		3
KK近 畿	67	29	25	6	3	2	2
CG中 国	55	27	23	4			1
SK四 国	35	12	17	6			
KS九 州	54	19	26	3	1	3	2
合 計	1,259	356	714	110	8	27	44

表 3-2 強震計設置状況一覧（機関別・地区別）

機 関 別 \ 地 区 別	北海道	東 北	東 京	関 東	愛 知	中 部	大 阪	近 畿	中 国	四 国	九 州	合 計
北 海 道 開 発 局	44											44(39)
国立防災科学技術センター			1	3	1							5
農 業 土 木 試 験 場		2						2				4
東京大学地震研究所	1		7	6	8		14					36
港 湾 技 術 研 究 所		8		6	3	7		7	2	3	6	42
土 木 研 究 所	1	2	6			15						24(24)
建 築 研 究 所	3	9	6	3		10	1	1	4	2	1	40
地 方 建 設 局		9		8	2	22	7	6	2		6	62(62)
日本国有鉄道 (鉄道技術研究所)	2	10	20	7	9	20	4	12	17		4	105
日 本 電 信 電 話 公 社	4		28	5	2	14	16	13	9	4	10	105
原 子 力		7		13		22		1	1		2	46
公 道 府 団			19	6	4	11	4	6	2	6	2	60(60)
都 道 府 県	3	21	113	15	7	27	4	12	6	10	10	228(104)
電 力	2	3	3		8	8		2		3	2	31
大 学		3	12	13	1						2	31
民 間	3	4	209	34	10	16	12	5	8	5	6	312
(調 査 中)	3	12	15	10		3	32		4	2	3	84 (3)
合 計	66	90	439	129	55	175	94	67	55	35	54	1,259(292)

() 内は土木研究所が記録の管理保存公刊を行うSMAC型強震計の台数

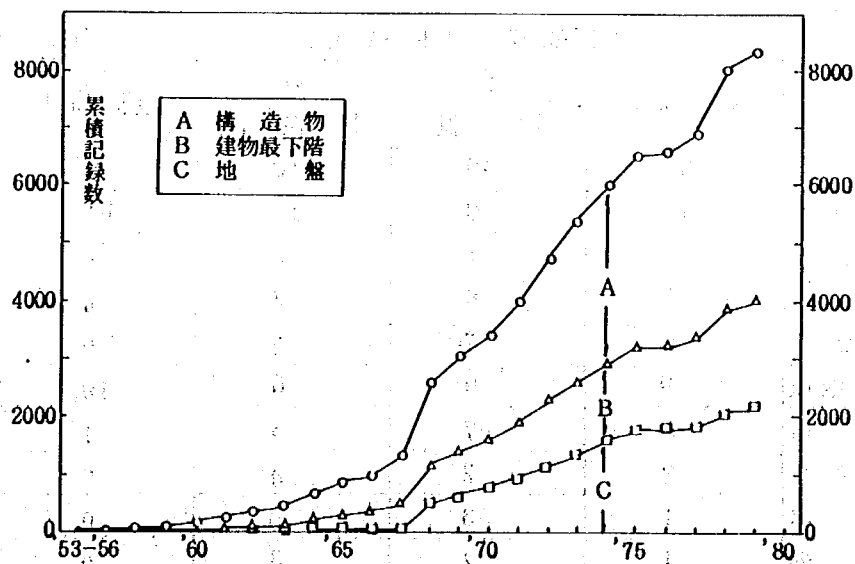


図 3-2 強震記録の累積数（最大加速度10gal以上）

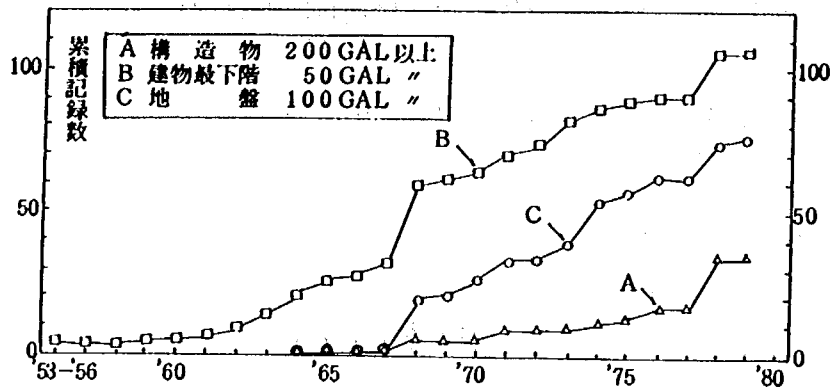


図3-3 最大加速度の大きい強震記録の累積数

3-2 建設省における土木施設に対する強震観測

建設省の土木関連施設に対する強震観測は、昭和32年に近畿地方建設局管内の猿谷ダムに設置されたのが最初であり、昭和57年3月現在で土木研究所が記録の収集、解析に当る観測点は、橋、ダム、河川堤防、堰等で合計206箇所となっている。これらの強震観測網から得られた記録は、土木研究所に収集され、分類・整理された後、各種の調査研究、設計に反映されている。

強震観測に使用されている地震計は機械式と電磁式の2つに分類できる。建設省においては、現在機械式が多く使用されているが、地中地震観測（東京湾、大阪湾、伊勢湾）、ダム、河川堤防等の観測には電磁式強震計も有効に使用されている。機械式強震計（SMAC強震計）、電磁式強震計ごとに設置位置を示すと、表3-3、3-4および図3-4、3-5となる。

強震計を設置構造物別（土木研究所が記録の収集・解析に当るもの）に分類すると表3-5のようになる。これによると全体の55%が道路施設、22%がダム施設、8%が河川施設、その他15%となっている。

表3-5 構造物ごとの強震観測地点数

区 分	SMAC 型（機械式）			電 磁 式	
	設置箇所	台 数		設置箇所	成分数
		地 盤	構 造 物		
橋	99	99	112	11	111
ダ ム	コンクリート	12	9	13	21
	フ ィ ル	5	1	9	7
河 川	堤 防	7	8	8	4
	堰	6	7	7	0
構造物予定地点	9	9	0	10	121
下 水 道	5	7	3	1	3
沈埋トンネル	2	2	4	0	0
地下街路	1	3	0	0	0
そ の 他	4	2	3	2	6
合 計	150	147	169	56	511
		306			

設置年度別にSMAC型強震計の台数を整理すると表3-6のようになる。これによれば、昭和39年の新潟地震を契機として、昭和39～46年間に全体の53%に相当する155台の強震計が設置され、これが現在の土木施設に対する強震観測の主力となっていることがわかる。これらの強震計は設置後すでに10～17年経過しており、機械の耐用年数（10～15年程度）を考慮すると今後、順次更新していくことが必要である。

表 3 - 6 SMAC型強震計の年度別設置台数

担 当 部 課 局	38年度 以 前	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	合 計
国 道 一 課	5	0	0	5	4	2	1	1	2	2	0	2	0	3	0	0	0	0	27(12)
国 道 二 課	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	19(9)
地 方 道 課	0	0	11	13	7	1	1	2	2	0	2	0	9	0	0	4	4	0	56(27)
有 料 道 路 課	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(1)
道 路 企 画 課	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4(3)
開 発 課	4	1	0	1	0	4	1	0	0	0	1	1	2	0	2	0	8	0	25(13)
治 水 課	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	2	7	3	22(9)
海 岸 課	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(1)
土 木 研 究 所	3	1	4	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	7	7	0	27(12)
日 本 道 路 公 団	0	0	0	0	8	3	3	0	3	0	0	0	2	3	0	3	1	0	26(12)
首都高速道路公団	0	0	0	0	2	3	0	0	0	9	0	2	0	3	2	0	0	0	21(9)
阪神高速道路公団	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4(2)
北 海 道 開 発 局	0	0	0	3	5	4	3	6	2	5	0	0	6	0	0	4	1	0	39(19)
水 資 源 開 発 公 団	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4(2)
本州四国連絡橋公団	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6(6)
東 京 都	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	10(5)
合 計	15	3	31	24	29	19	11	11	12	16	11	5	25	15	12	20	28	5	292(142)

注 () は箇所数

表 3-3 SMAC型強震計設置箇所

№	建設所名	型式	建設場所	地名	維持管理	年月	№	建設所名	型式	建設場所	地名	維持管理	年月
1	国道一環						8	海岸防護					
101	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	801	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
102	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	802	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
103	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	803	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
104	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	804	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
105	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	805	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
106	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	806	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
107	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	807	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
108	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	808	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
109	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	809	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
110	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	810	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
111	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	811	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
112	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	812	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
113	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	813	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
114	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	814	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
115	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-3	815	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-8
2	国道二環						9	土木研究所					
201	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	901	土木研究所					
202	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	902	土木研究所					
203	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	903	土木研究所					
204	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	904	土木研究所					
205	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	905	土木研究所					
206	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	906	土木研究所					
207	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	907	土木研究所					
208	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	908	土木研究所					
209	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	909	土木研究所					
210	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	40-3	910	土木研究所					
3	地方道環						10	日本道路公団					
301	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1001	日本道路公団					
302	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1002	日本道路公団					
303	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1003	日本道路公団					
304	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1004	日本道路公団					
305	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1005	日本道路公団					
306	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1006	日本道路公団					
307	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1007	日本道路公団					
308	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1008	日本道路公団					
309	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1009	日本道路公団					
310	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1010	日本道路公団					
311	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1011	日本道路公団					
312	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1012	日本道路公団					
313	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1013	日本道路公団					
314	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1014	日本道路公団					
315	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1015	日本道路公団					
316	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1016	日本道路公団					
317	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1017	日本道路公団					
318	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1018	日本道路公団					
319	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1019	日本道路公団					
320	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1020	日本道路公団					
321	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1021	日本道路公団					
322	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1022	日本道路公団					
323	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1023	日本道路公団					
324	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1024	日本道路公団					
325	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1025	日本道路公団					
326	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1026	日本道路公団					
327	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1027	日本道路公団					
328	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1028	日本道路公団					
329	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1029	日本道路公団					
330	新大井大橋	B2	2	地盤・橋脚	千葉市	41-12	1030	日本道路公団					
4	有計道路環						11	首都圏道路公団					
401	新大井大橋	B2	1	橋	千葉市	39-9	1101	首都圏道路公団					
402	新大井大橋	B2	1	橋	千葉市	39-9	1102	首都圏道路公団					
403	新大井大橋	B2	1	橋	千葉市	39-9	1103	首都圏道路公団					
5	道路企画環						12	阪神高速道路公団					
501	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-10	1201	阪神高速道路公団					
502	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-10	1202	阪神高速道路公団					
503	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-10	1203	阪神高速道路公団					
504	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-10	1204	阪神高速道路公団					
505	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	40-10	1205	阪神高速道路公団					
6	開発環						13	北海道開発局					
601	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1301	北海道開発局					
602	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1302	北海道開発局					
603	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1303	北海道開発局					
604	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1304	北海道開発局					
605	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1305	北海道開発局					
606	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1306	北海道開発局					
607	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1307	北海道開発局					
608	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1308	北海道開発局					
609	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1309	北海道開発局					
610	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1310	北海道開発局					
611	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1311	北海道開発局					
612	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1312	北海道開発局					
613	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1313	北海道開発局					
614	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1314	北海道開発局					
615	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1315	北海道開発局					
616	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1316	北海道開発局					
617	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1317	北海道開発局					
618	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1318	北海道開発局					
619	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1319	北海道開発局					
620	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	36-8	1320	北海道開発局					
7	治水環						14	水資源開発公団					
701	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1401	水資源開発公団					
702	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1402	水資源開発公団					
703	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1403	水資源開発公団					
704	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1404	水資源開発公団					
705	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1405	水資源開発公団					
706	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1406	水資源開発公団					
707	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1407	水資源開発公団					
708	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1408	水資源開発公団					
709	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1409	水資源開発公団					
710	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1410	水資源開発公団					
711	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1411	水資源開発公団					
712	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1412	水資源開発公団					
713	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1413	水資源開発公団					
714	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1414	水資源開発公団					
715	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	41-3	1415	水資源開発公団					
8	治水環						15	本州四国連絡橋公団					
801	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1501	本州四国連絡橋公団					
802	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1502	本州四国連絡橋公団					
803	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1503	本州四国連絡橋公団					
804	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1504	本州四国連絡橋公団					
805	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1505	本州四国連絡橋公団					
806	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1506	本州四国連絡橋公団					
807	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1507	本州四国連絡橋公団					
808	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1508	本州四国連絡橋公団					
809	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1509	本州四国連絡橋公団					
810	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1510	本州四国連絡橋公団					
811	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1511	本州四国連絡橋公団					
812	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1512	本州四国連絡橋公団					
813	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1513	本州四国連絡橋公団					
814	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1514	本州四国連絡橋公団					
815	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	37-10	1515	本州四国連絡橋公団					
9	治水環						16	下水処理場					
901	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	51-2	1601	下水処理場					
902	新大井大橋	B2	1	地盤・橋脚	千葉市	51-2	1602	下水処理場					
903													

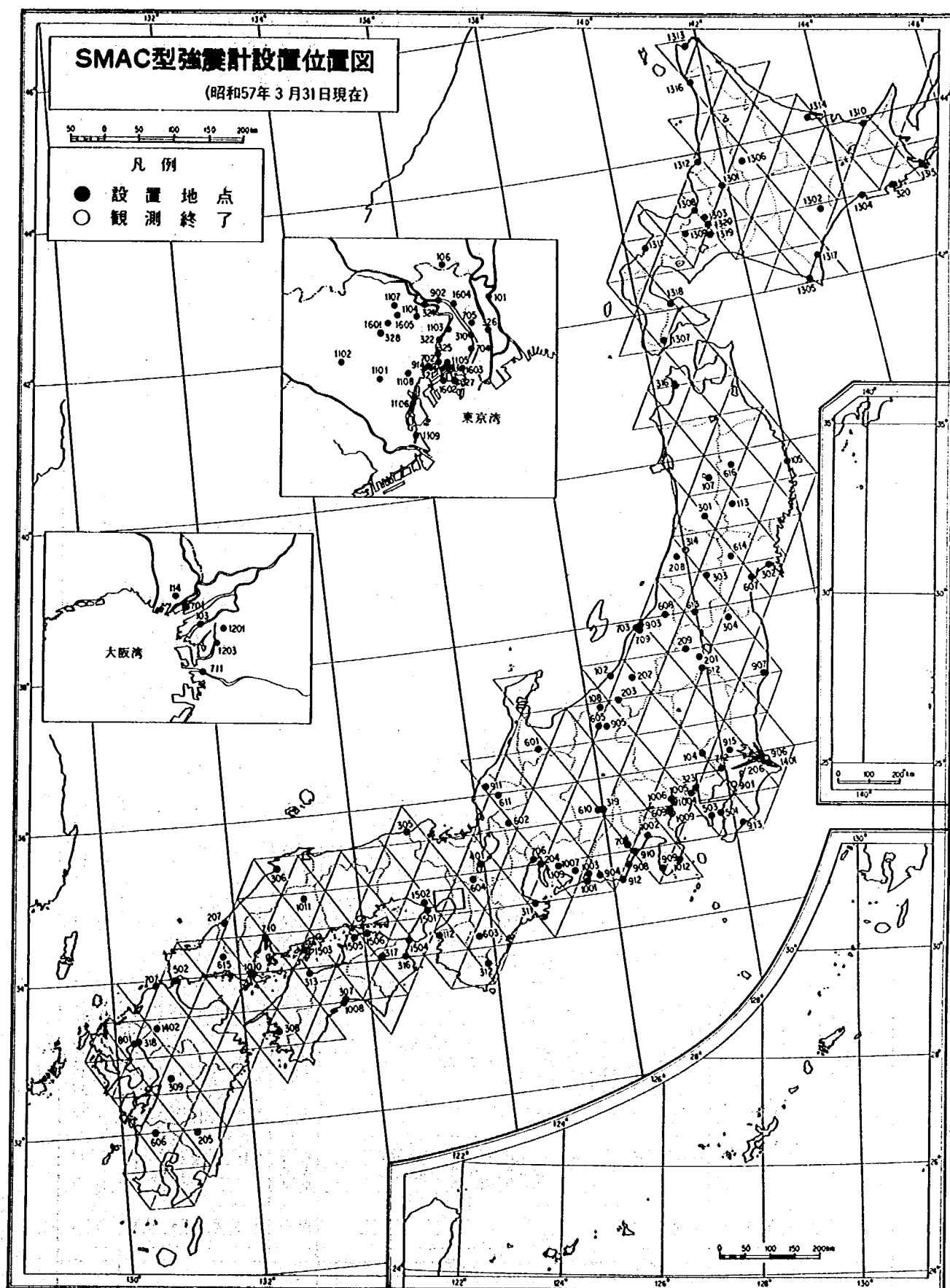


図3-4 SMAC型強震計設置位置

表 3 - 4 電磁式強震計設置箇所

No	観測所名	型式	感度	設置箇所	地名	維持管理	設置年月
1. 国道一環							
5101	新敷野川橋	電磁式	12	橋脚(12)	宮城	仙台工事事務所	48-12
2. 国道二環							
3. 地方道環							
5301	厚岸大橋	電磁式	10		北海道	北海道庁	46-12
4. 有料道路環							
5101	琵琶湖大橋	電磁式	6	橋脚(1), 地盤(2)	滋賀	大津土木事務所	38-12
5. 道路金網環							
5501	富津公	地中式	9	0 m(3), -70 m(3), -110 m(3)	千葉	東京湾岸道路調査事務所	45-12
5502	浮島公	地中式	12	0 m(3), -27 m(3), -67 m(3), -127 m(3)	神奈川	"	45-12
5503	緑台公	地中式	9	0 m(3), -80 m(3), -120 m(3)	"	"	46-12
5504	南港公	地中式	12	0 m(3), -22 m(3), -43 m(3), -83 m(3)	大阪	阪神国道工事事務所	49-3
5505	扇島公	地中式	12	0 m(3), -15 m(3), -38 m(3), -150 m(3)	神奈川	東京湾岸道路調査事務所	49-3
5506	金線京	地中式	9	0 m(3), -45 m(3), -114 m(3)	愛知	名古屋国道工事事務所	49-3
5507	深江	地中式	15	0 m(3), -28 m(3), -61 m(3), -71 m(3), -120 m(3)	大阪	阪神国道工事事務所	
6. 開発環							
5601	湯田ダム	電磁式	6	天端(3), 岩盤(3)	岩手	管理事務所(建)	40-12
5602	岩瀬ダム	"	6	堤体(3), 監査(3)	秋田	管理事務所(建)	38-12
5603	明子ダム	"	8	天端(2), 岩盤(3), 監査(3)	宮城	管理事務所(建)	48-12
5604	川俣ダム	"	13	支持床内(3), ゲート(7), 監査(3)	栃木	"	49-12
5605	空牧ダム	"	9	岩盤(3), 堤体(6)	富山	管理事務所(建)	36-12
5606	横山ダム	"	12	岩盤(5), 天端(5), BIF(2)	岐阜	管理事務所(建)	37-12
5607	天ヶ瀬ダム	"	12	岩盤(3), 堤体(9)	京都	管理事務所(建)	39-12
5608	猿谷ダム	"	5	堤体(5)	奈良	管理事務所(建)	32-12
5609	四十四田ダム	"	12	監査(3), 堤体(3), マンホール(6)	岩手	"	32-12
5610	屋川ダム	"	10	監査(5), 堤体(5)	石川	管理事務所(建)	43-12
5611	矢作ダム	"	14	天端(3), 堤体(8), 天端(3)	愛知	管理事務所(建)	45-12
5612	釜房ダム	"	6	岩盤(3), 天端(3)	宮城	"	45-12
5613	郡下ダム	地中式	6	-5 m(3), 天端(3)	千葉	開発庁	48-12
5614	松原下釜ダム	電磁式	8	地盤(4), 天端(4)	大分	管理事務所(建)	46-12
5615	藤原ダム	"	3	監査(4)	群馬	"	48-12
5616	白川立野ダム	"	3	地盤(3)	熊本	熊本工事事務所	50-12
5617	白川ダム	"	12	監査(3), 天端(3), 法面(3), 橋脚(3)	山形	管理事務所(建)	54-12
5618	御所ダム	"	27	監査(9), 天端(6), 法面(3), コア内(3), 地盤(6)	岩手	"	55-10
5619	石瀬ダム	"	6	岩盤(3), 天端(3)	"	"	55-2
5620	田瀬ダム	"	6	監査(3), 天端(3)	"	"	55-3
5621	野村ダム	"	6	岩盤(3), 天端(3)	愛媛	ダム工事事務所(建)	55-3
5622	美和ダム	"	3	堤体内(3)	長野	管理事務所(建)	53-8
5623	小沢ダム	"	6	堤体内(3), 岩盤(3)	"	"	53-8
5624	石手川ダム	"	3	監査(3)	愛媛	管理支所(建)	56-3
5625	五十里ダム	"	3	監査(3)	熊本	"	55-3
7. 治水環							
5701	豊川放水路堤防	電磁式	4	土手上(2), 土手下(2)	愛知	豊橋工事事務所	41-12
8. 海岸環							
5801	大矢野島	電磁式	3	地盤(3)	熊本	熊本工事事務所	48-12
9. 土木研究所							
5901	利根川堤防	電磁式	8	地盤(2), 堤体(4)	千葉	土木研究所	43-12
5902	荒川堤防	"	9	堤防上部(3), 中部(3), 下部(3)	東京	"	48-12
5903	淀川堤防	"	9	"	大阪	"	49-12
10. 日本道路公団							
6001	尾道大橋	電磁式	11	地盤(3), 主塔(2), 主桁(6)	広島	日本道路公団	43-4
6002	境水道大橋	"	11	地盤(3), 地中(3), 橋脚(5)	鳥取	"	47-7
6003	関門大橋	"	31	地中, 主塔	福岡	"	49-3
6004	広島大橋	"	10	地盤(2), 橋脚(2), ケーソン(6)	広島	"	49-5
11. 北海道開発局							
6301	別海橋	地中式	4	-2 m(2), -40 m(2)	北海道	北海道開発局	46-12
6302	静内橋	"	4	-2 m(2), -40 m(2)	"	"	46-12
6303	釧路(新網走橋)	電磁式	9	地盤(3), -53 m(3), 橋脚(3)	"	"	48-11
6304	豊平峡ダム	"	15	ギラリー内(3)③, ダム法面(2)③	"	"	47-9
6305	大岩ダム	"	12	ギラリー内(6), 天端(4), 堤体内(2)	"	"	49-11
6306	魚川ダム	電磁式	12	本体(底, 中, 頂), 法面土	北海道	北海道開発局	54-11
6307	島松沢橋	地中式	3	-40 m(3)	"	"	54-12
12. 水資源開発公団							
6401	阿木川ダム	電磁式	3		岐阜	水資源開発公団	47-12
13. 本州四国連絡橋公団							
6501	垂水(本州四国)	地中式	16	-5 m(6), -20 m(4), -60 m(3), -250 m(3)	兵庫	本州四国連絡橋公団	47-12
6502	坂出()	"	15	-5 m(6), -20 m(3), -35 m(3), -55 m	香川	"	48-12
6503	今治()	"	12	-5 m(6), -20 m(3), -40 m(3)	愛媛	"	48-3
14. 下水道部							
6601	花畑雨水幹線	地中式	3		東京	東京都下水道局	52-3

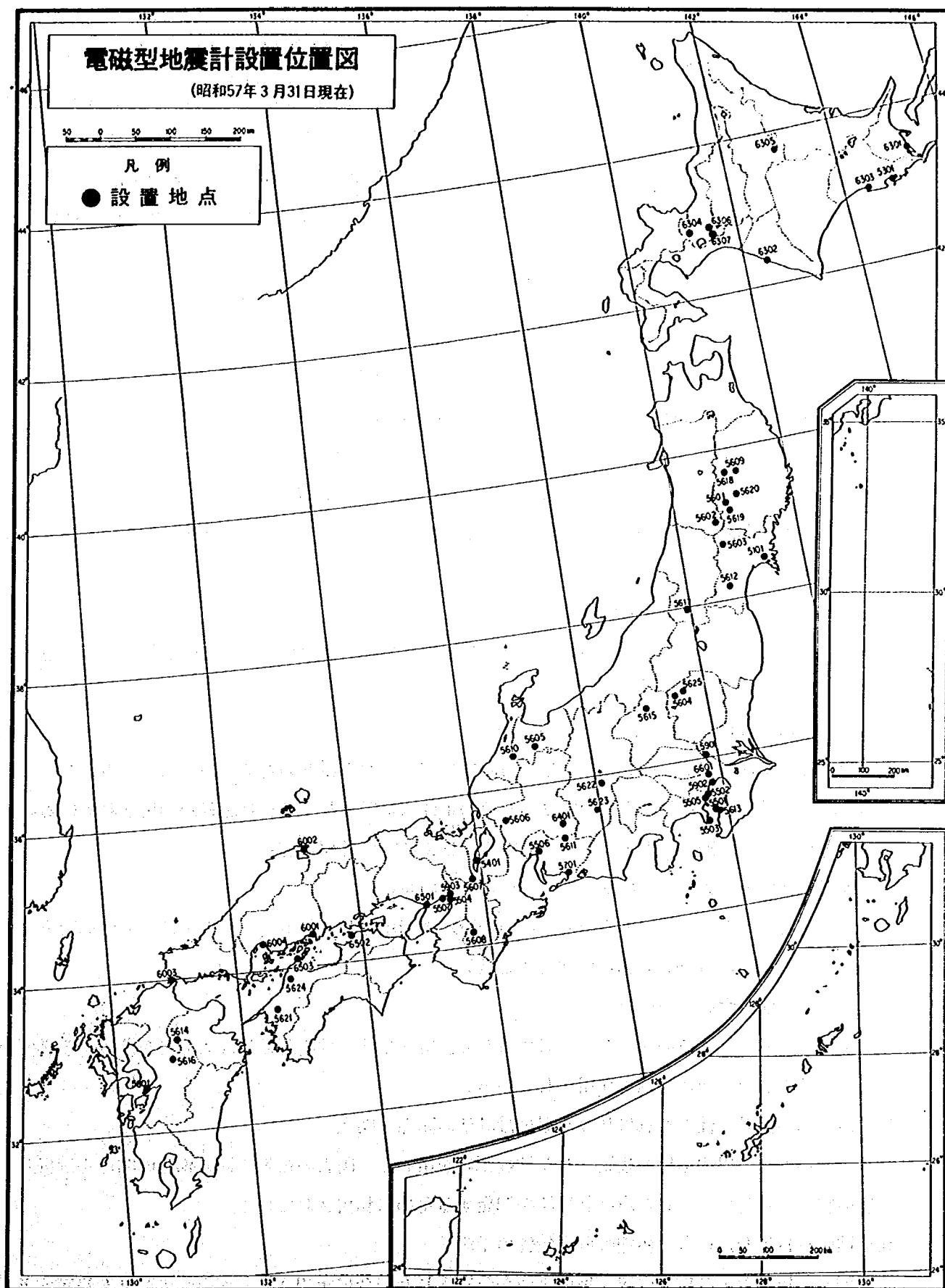


図3-6 電磁式強震計設置位置

4. 観測結果の活用と今後の課題

昭和57年3月末現在、土木研究所に収集された強震記録（数値化してある記録）の総数は約800成分であり、これらはすべて土木研究所の強震記録総合検索システムにより即座に利用できるよう電子計算機内に整備されている。さらに現在までの記録については収録順に以下のように土木研究所彙報「土木構造物における加速度強震記録」としてとりまとめられ、各方面で調査、設計、解析に活用されている。

- i) 土木研究所彙報 No. 1 : 1966. 1 ~ 1967. 9 の記録を収録
- ii) 土木研究所彙報 No. 2 : 1978. 1 ~ 1978. 12 の記録を収録
- iii) 土木研究所彙報 No. 3 : 1967. 9 ~ 1968. 10 の記録を収録
- iv) 土木研究所彙報 No. 4 : 1968. 10 ~ 1969. 12 の記録を収録
- v) 土木研究所彙報 No. 5 : 1970. 1 ~ 1971. 12 の記録を収録
- vi) 土木研究所彙報 No. 6 : 1972. 1 ~ 1973. 12 の記録を収録
- vii) 土木研究所彙報 No. 7 : 1974. 1 ~ 1975. 12 の記録を収録

以上のように体系的に収集・分類・整理された記録は、現在までに以下のような調査解析に利用されている。

(1) 地震応答解析における入力地震動

河川、道路施設の耐震設計（地震応答計算）や耐震性の評価のための入力地震動として利用されている。

(2) 地盤流動化の判定方法

耐震設計を行う上で、地盤の流動化の可能性の判定、およびその対策工法の選定は重要な事項である。この様な流動化判定方法の確立のための重要な資料として地震動記録が利用されている。

（たとえば、道路橋示方書・V 耐震設計編の流動化に関する規定等）

(3) 地震動特性の研究とこれに基づく設計地震入力の設定

地震応答スペクトル等による設計地震力の設定に利用されている。（たとえば、道路橋示方書・V 耐震設計編の設計地震入力に関する規定等）

(4) 斜面、法面の耐震性の検討

山間部における道路の耐震性を検討するため、地形条件が地震動に及ぼす影響を検討する必要がある、解析法の開発に記録が利用されている。

(5) 構造物の振動特性とこれに基づく耐震設計法の開発・向上

構造物とその周辺地盤で観測された地震記録を用いて、両者の振動特性の相互の関係を解析し、構造物の振動特性に応じた耐震計算法を開発するために利用されている。

(6) 地震を特定した場合の各地の振動特性の予測

地震の規模および震源位置、地盤構成が特定された場合に予想される地震動の強度を算定する手法を開発するために、過去における地震の諸元（規模、震央距離）、特定地域の地質地盤条件とあ

わせて強震記録が利用されている。

以上のように、強震観測の結果は耐震設計法の開発や各種地震防災上の措置を講じる際に必要となる調査研究に有効に利用されているが、過去20年間の強震観測を通して、現在なお以下の問題に直面している。

(i) 本来耐震設計で目標とするような大地震による記録が少ない。

強震観測を本格的に開始した昭和40年代前半以降（新潟地震以後）に発生したある程度規模の大きい地震は、昭和43年十勝沖地震（この時には、建設省関連では有効な記録がそれ程得られていない）、および昭和53年宮城県沖地震（この時には、開北橋、伊達橋で初めて有効な記録が得られた）の2例を数えるのみである。強震観測開始後、M8クラスの大規模な地震が我国周辺で発生していないため、このような巨大地震による記録が得られていない。

一方、比較的発生頻度の高いM6.5～7.5クラスの地震を断層直近で効率的に捕捉するには現在の観測ネットワークの網の目では荒すぎ、捕捉の確率が低い。たとえば、現在までに我国の内陸部で発生したえびの地震（S.43）、伊豆半島沖地震（S.49）、伊豆大島近海地震（S.53）、浦河沖地震（S.57）等では震源直近の記録が得られていない。したがって、今後できるだけ早い時期に有効な地震記録の蓄積を図り、耐震設計法の合理化に結びつけるためには、観測網の一層の整備・拡充が必要とされる。

(ii) 観測点の絶対数の不足

構造物の耐震性を評価するためには、強震記録より得られる構造物の地震応答を、構造種別、地盤条件、地域、地震条件等で分類し、相互に比較検討することが有効であるが、このような分類を加えると該当するサンプル数が少なく、解析に耐える資料が得られない場合が多い。従って観測点の絶対数を増加させ、記録の蓄積を図ることが必要である。

5. 強震観測網の保守・管理とその問題点

強震計の保守管理は、原則として強震計を設置した工事施工機関もしくはその継承機関である管理機関が担当することになっている。強震計の点検見廻りは2ヶ月に1回程度定期的に行ない、また、人体に感ずる地震（SMAC型強震計は気象庁震度3程度以上で起動する）が発生した場合にはその度に行なうことを原則としている。

強震計の設置台数が増加するに従い、保守管理の面で、問題も起ってきた。保守管理上現在問題となっている事項は、以下の通りである。

- i) 強震計の設置費が工事費に計上された場合が多いが、強震計が当該構造物とは別に管理台帳に強震計として記載されていないため、財産管理上はつきりしない場合がある。
- ii) 強震記録の採取は一般に当該構造物の保守管理には直接的に生かされない。これらは各種解析を経て、これが技術基準に反映されて初めて次の構造物の設計に役立つものである性格上、現場では観測が業務とはみなされにくい。
- iii) 消耗品購入および修理のための予算措置が困難である。
- iv) 点検担当者の長期確保が難しいこと。
- v) 担当者が強震計の取扱いに不慣れであること。
- vi) 各種の事情から故障の通報あるいはその修理が迅速に行なわれない場合がある。

これらは、いずれも強震計が特殊な計器と見なされているため、予算、組織上の措置を講ずる上で運用の妙が発揮できないことに起因している。このような点に対する抜本的な対策として、昭和46年4月に道路局長、河川局長の連名で強震計の維持管理についての通達が出されている（表5-1参照）。

また、強震記録を確実に得るためには、担当者の訓練と強震計の調整を集中的に行う必要があるという観点から、土木研究所では昭和44年度以後、既設強震計の定期点検補正作業を実施している。定期点検補正は以下のように、治水課、開発課、道路企画課、国道第1課、2課、地方道課および土木研究所が担当している地震計は土木研究所が、これ以外の本州四国連絡橋公団、日本道路公団（試験所）、首都高速道路公団、東京都（土木技術研究所）、北海道開発局（土木試験所）の各機関が担当している地震計は、それぞれの機関が独立に専門の業者に発注することにより実施している。

定期点検作業の内容は以下の通りである。

- (1) 強震計の設置状況（設置位置、方向、方位および写真）の調査
- (2) 強震計が正常に記録をするか否かの確認と簡単な故障の補修
- (3) 現地の強震計担当者に対する強震計取扱いに関する訓練

定期点検の結果によれば、強震計の故障および動作不良の原因としては、表5-2の項目が挙げられる。また、強震計が致命的に被害を受ける原因の大部分は観測小屋が木造、プレハブ等で十分堅固でなかったため、雨水が浸入し、機器の腐蝕をまねいたり、あるいは橋脚上に防護カバーを設けず直接設置されていたため、風雨にさらされ腐蝕する場合が多い。したがって、このような点を考慮して設置場所

表 5 - 1 強震計の維持管理に関する道路局長、河川局長通達

建設省道企発第 26 号

” 河総発第 183 号

昭和 46 年 4 月 26 日

各地建局長
各都道府県知事 } 殿
各公団理事 }

建設省道路局長

建設省河川局長

強震計の維持管理について

橋梁ダム等土木構造物に設置した強震計（SMAC型および電磁型強震計）の維持および管理については、従来より、特別のご配慮をわずらわしてきたところであるが、未だ不十分な点も見受けられるので、今後は、別紙強震計管理要領により実施するようお願いしたい。

（別紙）

強震計管理要領

1. 強震計（SMAC型強震計および電磁型強震計について）の管理については、強震計の維持担当者を定めて定期点検および地震時の点検に当らせること。
2. 担当者の氏名は文書により、建設省土木研究所構造橋梁部振動研究室（以下研究室という。）に連絡すること。
なお、担当者または設置状況を変更した場合にも同様とする。
3. 担当者による強震計の点検は定期的（2週間に1回）に行ない、地震時の点検は、人体に感ずる地震が発生した場合（震度Ⅱ以上）に行なうものとし、点検結果（点検年月日、時分、記録の有無、地震の概要、強震計の状況等）を記録し、保存するものとする。

また、その都度地震記録が得られた場合には研究室に送付するものとする。

なお、その他強震観測に関する事項については、研究室と十分連絡をとられたい。

おって、強震計の維持担当者についての講習会を適宜行なう予定である。

の選定、観測小屋の構造の選定をする必要がある。ちなみに、昭和55年度のSMAC型強震計の点検結果によれば57ヶ所中のうち、14ヶ所（全体の25％）に何らかの故障が発見されたが、この内訳をみると、観測小屋、保護カバー等の破損により、雨水が浸入して生じた故障が10ヶ所（全故障の70％）、また、機器の老朽化に伴う故障が4ヶ所（全故障の30％）となっている。また、電磁式強震計の場合には21ヶ所のうち14ヶ所（全体の67％）に何らかの故障が発見されたが、これらはほとんど計器の劣化によるものである。

表5－2 強震計の故障および不良原因

故障および不良箇所	原因、結果および修理
①ペン圧不良	記録紙の出し入れのときペン軸を曲げる。 記録が不鮮明か全然記録されない。 ペン圧調整ネジにより修正する。
②シリカゲル不良	吸湿効果を確認しないため。 記録紙が縮んだり、強震計内部がさびたりする。 交換すること。
③記録紙不足	車輛などによりむだに動作し、記録紙がなくなる。 地震記録がとれない。 点検回数を多くして残量に注意するか、スターター感度を下げる。
④ペン先不良	記録紙の出し入れのとき、ペン先を破損する。 ペンの摩擦が大きくなる。記録線が太くなる。 ペン先を交換する。
⑤プレスローラー圧着不良	プレスローラーを引き上げすぎため。 紙送りが行なわれなくなる。 スプリングを交換する。
⑥タイマー動作不良	時計が止まるとき、歯車のかみ合わせが悪くなる。 時計が動かなくなり、タイム信号が記録されない。 時計のかみ合わせをはずすツマミを回すこと。
⑦電池電圧不足	電池電圧を確認しないか、動作回数が多いとき。 4.5V以下ではスターターが動作しない。 交換する。
⑧振子の動作不良	振子の支持台その他が温度などにより振れてダンパーの外枠に接触するため。 記録が不正確となる。 ダンパー外枠の位置を動かして接触しないようにする。
⑨自動停止装置不良	機構上の欠陥で停止装置が働かなくなる。 マイクロスイッチのON-OFFのタイミングが悪い。 スタート後3分たっても停止しない。 欠陥を直すか、マイクロスイッチのタイミングを直す。
⑩スターター回路不良	スタート回路のリレーが故障している。 スターター接点が閉じていても、スタートしない。 リレーのパネの強さを調整するか、交換する。
⑪電池内の液が漏れる	点検を行わないための電池の使い過ぎ。 電池の液によりまわりの金属を腐蝕させる。 液を除去して電池を交換する。
⑫ゼンマイ切断	材質が悪いためである。 紙送りが行なわれない。 交換する以外にない。

表 5-3 定期点検補正の様式 (SMAC型強震計)

表 5-4 定期点検補正結果の通知 (SMAC型強震計)

-19-

6. 強震観測における土木研究所の役割

土木研究所では、土木施設に対する強震計の新設、取り扱い、維持点検等について技術指導を行なうとともに、強震記録の総合検索システムの確立を推し進め、記録の普及と解析を行っている。

強震観測により得られた記録は図6-1に示すように土木研究所に収集される。収集された全記録は強震計の諸元（設置地点、設置構造物、強震計の機種）、地震の諸元（地震名、発生年月日、マグニチュード、深さ、経緯度）等の情報とともに電算機に収録する。これにより、当該地震による強震計作動状況の一覧、自動作図機による強震計の作動状況図、および当該強震計の過去の作動状況の一覧が即時に検索することができる。

また、主要な記録（一般には地盤上の記録で片振幅30Gal以上）については、時々刻々の加速度値を読み取る数値化（記録ペンで記録紙上を引っかいて得られたアナログ状の記録をデジタル化すること）を行う。この様に処理した記録は前述したように土木研究所彙報として印刷公刊されている。

ここで、土木研究所に記録が到着した後の整理作業を詳しく示すと以下ようになる。

1) 記録の整理

1) 記録ごとに整理番号をうつ

㊤ 強震計別諸元表

強震計 1 台につき

- 1. 設置番号
- 2. 設置場所名（〇〇橋、△△ダム）
- 3. 観測対象物名（橋脚、天端）
- 4. 設置点、緯度、経度（度、分、秒）
- 5. 強震計の設置年月日
- 6. 強震計の型式等

㊦ 記録別諸元表

得られた記録につき

- 1. 地震番号
- 2. 計器の設置番号及び観測対象物名
- 3. データ番号
- 4. 最大加速度（水平 2 上下 1）

㊧ 地震別諸元表

強震計が 1 台でも
作動した地震につ
いて

- 1. 地震番号
- 2. 発生地点名、地震名
- 3. 発生年月日、時分
- 4. 震源の緯度、経度（度、分、秒）
- 5. 深度、マグニチュード

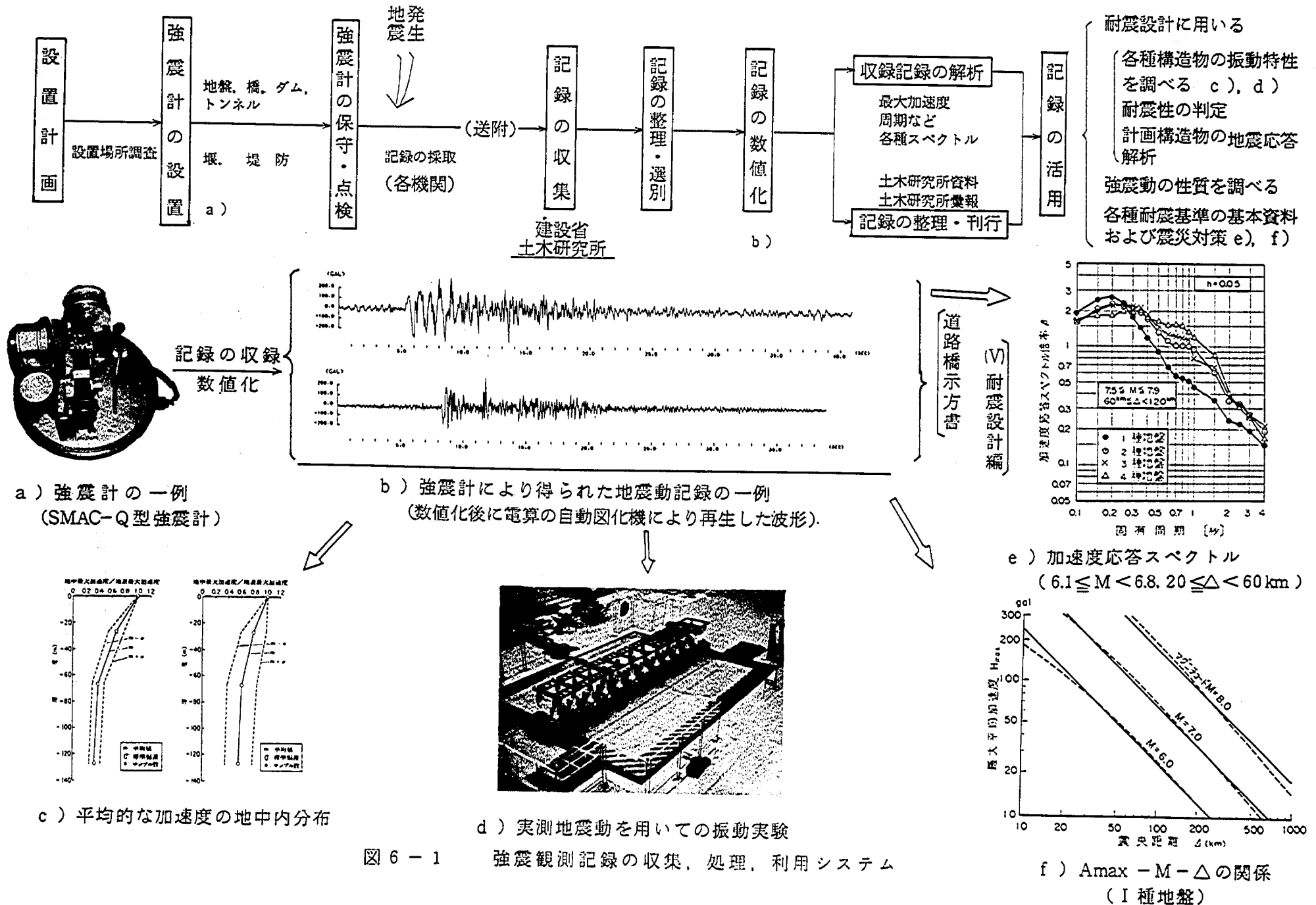


図 6-1 強震観測記録の収集、処理、利用システム

Ⅱ) 密着ネガを作成する。

Ⅲ) 最大加速度を読取る。

Ⅳ) 最大加速度、地震の諸元に関する情報を表6-1の様式により該当機関に連絡する。(各機関からの記録到着後、2週間以内)

Ⅴ) 数値化が可能であれば数値化する(次節参照)。

2) 記録の数値化

加速度がある程度以上大きくて数値化可能な記録は数値化する。設置直後で記録が少ない場合には記録が多少小さくても、数値化できるものは極力数値化し、記録の蓄積を図るとともに、記録数がある程度蓄積されている場合には、原則として最大加速度が30gal以上あった場合に数値化する。

数値化は以下の手順で行う。

1) Digitizer (自動図化機) でオペレーターが数値化する。所要時間は平均して3時間/成分程度である。

2) 基線、円弧補正、計器補正を施す。また、最大加速度を求める。

3) 波形をXYプロッターで書かせる。

表 6 - 1 強震記録結果の速報的な通知

事務連絡	
昭和	年 月 日
殿	
建設省土木研究所 地震防災部振動研究室長	
貴所において下記地震により採取された強震記録の写しおよび最大加速度(漸定値)は、別添のようになっております。なお、この記録は、	
1. 加測度が大きく、貴重な記録のため、早急に数値化し、解析する。	
2. 加速度が小さいので、早急に数値化しないが、記録の本数がある程度まとまった段階で数値化し、解析する。	
と考えておりますので、御希望等がありましたらお申し出下さい。	
以上、取り急ぎ、御連絡まで。	
記	
地震の発生年月日	
採取地点	

4) 等時間間隔に補間し、加速度値をカードに出力する。

数値化に要する時間は、当該地震による他の記録の数と関連するが、おおむね2ヶ月以内を目標とする。

3) 強震観測推進連絡会議(科学技術庁)への連絡

上記により求められた最大加速度等の情報は必要に応じて土木研究所から強震観測事業推進連絡会議事務局へ連絡する。

7. 強震観測に関する最近の動き

7-1 普及型強震計および最大加速度表示計の開発

建設省には、民間の建設技術に関する研究開発成果に対し、その機能、性能、経済性等について適正な評価を行い、それを公表することにより新技術の建設事業への積極的な活用を図るとともに、民間における研究開発の一層の促進を図ることを目的として建設技術評価制度（建設技術評価規定、昭和53年5月24日付建設省告示第976号）が設けられている。

この制度に従い、昭和56年7月15日付で「地震動の加速度測定に用いる普及型強震計の開発」および「地震防災に用いる最大加速度表示計の開発」に対する評価が行われているので、これに関し、以下に紹介する。

1) 地震動の加速度測定に用いる普及型強震計の開発

a) 開発の目的

我国は世界有数の地震多発地帯に属しており、耐震工学の研究あるいは、防災対策の面から近年強震計が多くの分野で必要となってきた。

本研究で取りあげた普及型強震計は近年のエレクトロニクスを中心とした革新技术を導入し、低廉で一定の精度のある操作の簡便な強震計を開発しようとするものである。

b) 開発目標

地震動の加速度測定に用いる普及型強震計の開発目標は、次のとおりである。

- (1) 水平2成分、鉛直1成分の加速度を同時に記録できること。
- (2) 0.3～15 Hzの振動数の範囲にある30～1,000galの加速度を記録でき、かつ、これを1/100秒以下の間隔で再生又は数値化できるシステムが準備されていること。
- (3) 再生又は数値化された加速度の精度が、 $(\text{加速度} \times 10\% + 10\text{gal})$ 以内であること。
- (4) 1回の起動による作動時間が2分間程度以上で、複数回の記録が可能なものであること。
- (5) 起動は鉛直方向加速度により行ない、5～20galの範囲で起動加速度値が設定可能なものであること。
- (6) 製品価格が低廉であること。

c) 開発された強震計

開発された強震計は表7-1に示す7種である。

2) 地震防災に用いる最大加速度表示計の開発

a) 開発の目的

我国は世界有数の地震多発地帯に属しており、地震動及び構造物等に対する地震動の特性把握のための観測体制の強化と共に、地震発生後最大加速度を即座に知り、2次的に波及する災害を事前に防ぐため、すみやかな地震後対策を行なうことが重要である。

このため強震計と共に最大加速度表示計が多くの分野で必要となってきた。しかしながら

従来の表示計は、表示方法、性能等、かならずしも満足のいくものではなかった。

本研究で取りあげた最大加速度表示計は近年のエレクトロニクスを中心とした革新技術を大幅に導入し、低廉で一定の精度のある表示計を開発しようとするものである。

b) 開発目標

地震時の加速度測定に用いる最大加速度表示計の開発目標は次の通りである。

- (1) 水平2成分の最大加速度をそれぞれデジタル又はアナログにより無段階に表示できること。
- (2) 0.3～15 Hzの振動数の範囲にある30～1,000galの加速度を表示でき、表示された加速度の精度が(加速度×10%+10gal)以内であること。
- (3) 最大加速度表示後は手動操作でリセットしない限り、最大加速度を表示し続けることができ、またリセット前に地震が発生した場合には、それらのうちの最大加速度を表示できるものであること。
- (4) 起動は水平方向加速度により行い、10～30galの範囲で起動加速度が設定可能なものであること。
- (5) 製品価格が低廉であること。

c) 開発された最大加速度表示計

開発された最大加速度表示計は表7-2に示す通りである。

普及型強震計は、従来のSMAC型強震計とともに、今後の強震観測に使用していくことができる。普及型強震計は価格が低廉であるため、各種の土木構造物に積極的に設置し、有効な強震記録の収集に資することが望まれる。また最大加速度表示計は事務所、出張所等に設置し、地震時に即座に地震動の大きさを知り、防災活動に資することが望まれる。

表 7 - 1 開発された普及型強震計の一覧

I. 原 理	俵 明 石 製 作 所	沖 電 気 工 業 株	俵 東 京 測 振	マークランド電子工業株	リ オ ン 株
	変 位 サ ー ボ 型	ホ ー ル 素 子 型	変 位 サ ー ボ 型	変 位 サ ー ボ 型	圧 電 素 子 型
1) 換 振 部	振子部の相対変位を打ち消すような釣合力を加速度に比例する電圧として検出	振子部の振動変位をホール素子により加速度に比例する電圧として検出	振子部の相対変位を打ち消すような釣合力を加速度に比例する電圧として検出	同 左	圧電素子のせん断応力を加速度に比例する電圧として検出
2) 記 録 部	アナログカセット方式	同 左	デジタル、カートリッジ方式	デジタル、カセット方式	アナログ、カセット方式
	1000gal/Vのアナログ信号を30HzのL.P.F.を通した後FM変調し、アナログテープへ収録	1,000gal/Vのアナログ信号を25HzのL.P.F.を通した後FM変調し、アナログテープへ収録	200gal/Vのアナログ信号を25HzのL.P.F.を通した後12ビットのマイクロプロセッサで1/100秒ピッチで数値化し、デジタルカートリッジへ収録	500gal/Vのアナログ信号を12ビットのA/D変換器で、1/120秒ピッチで数値化し、デジタルテープへ収録	1,000gal/Vアナログ信号を30HzのL.P.F.を通した後FM変調し、アナログテープへ収録
II. 機 器	○ 換 振 部 ○ 増 幅 部 ○ F M 変 調 部 ○ 記 録 部 ○ 電 源 部	同 左	○ 換 振 部 ○ 増 幅 部 ○ 数 値 化 部 ○ 記 録 部 ○ 電 源 部	同 左	○ 換 振 部 ○ 増 幅 部 ○ F M 変 調 部 ○ 記 録 部 ○ 電 源 部
1) 構 成					
2) 記録振動数範囲 換振器の固有振動数 減衰定数	0.1~30 Hz fo ≒ 400 Hz h = 0.7	1 (0.3)~15 Hz fo ≒ 56 Hz h = 0.1	5 (0.3)~1.8 Hz fo ≒ 180 Hz h = 0.6	5 (0.3)~30 Hz fo ≒ 250 Hz h = 0.6	0.2~25 Hz fo ≒ 1 KHz h = 0.1
3) 校 正 信 号	手動 (5 Hz): 10, 20, 50, 100, 200, 600, 1,000 gal 可能	手動: 2 秒、矩形波 100 gal			自動 (3 Hz): 100 gal
4) 数 値 化 時 間 間 隔	A/D変換時に任意に設定可	同 左	1/100 秒	1/120 秒	A/D変換時に任意に認定可
5) 記 録 時 間 (標準使用テープ)	3 分 間 [JHF・60 (SONY)]	2 分 間 [STT・90 (SONY)]	水平 5 gal 以下+10秒 [OC-300A (スリーエム)]	2 分 間 [HR・850 (TDK)]	起動感度以下+30秒 [C-60]
6) 起 動 感 度 (鉛 直 成 分)	2.5, 5, 10, 20 gal	5, 10, 20 gal	5~20 gal 設定可	5, 10, 20 gal	5, 10, 20 gal
7) 無 停 電 電 源 装 置 AC-100V 50/60 Hz	バッテリー容量: 14.88V-3.5Ah (10 h 率) 待 期 時: 15 記 録 時: 30	バッテリー容量: 24V-3.5Ah (5 h 率) 待 期 時: 47 記 録 時: 47	バッテリー容量: 12V-5.7Ah (10 h 率) 待 期 時: 20 VA 記 録 時: 20 VA	バッテリー容量: 12V-5.7Ah (10 h 率) 待 期 時: 7.2 VA 記 録 時: 8.4 VA	バッテリー容量: 12V-1.8Ah (20 h 率) 待 期 時: 0.8 VA 記 録 時: 6.2 VA
8) 重 量 寸 法	26 Kg 41.5 × 39 × 25.1	55 Kg 15.0 × 45.0 × 35.0	14 Kg 52.0 × 34.0 × 20.0	17 Kg 本 体: 40.0×41.0×26.5 部: 27.8×13.5×17.0	15 Kg 31.0 × 24.0 × 18.0
III. 特 記 事 項	専用再生器	同 左	専用デジタル再生部	同 左	専用再生器 + 汎用 A/D コンバータ
1) 再 生 装 置	+ 汎用 A/D コンバータ				

表 7 - 2 開発された最大加速度表示計の一覧

	株式会社 明石製作所	パシコ E C G エンジニアリング 株式会社	リオン 株式会社
I. 原理	変位サーボ型	圧電素子型	圧電素子型
1) 換振部	振子部の相対変位を打消すような釣合力を加速度に比例する電圧として検出	圧電素子の圧縮力を加速度に比例する電圧として検出 左縮型	圧電素子のせん断応力を加速度に比例する電圧として検出 せん断型
2) 表示部	発光ダイオード (LED)	同 左	同 左
	0.1~4.5 Hz の B.P.F. を通した後、A/D コンバータにより、デジタル化し、その最大値を L.E.D. により、1 gal step で表示	0.3~1.5 Hz の B.P.F. を通した後、A/D コンバータにより、デジタル化し、その最大値を L.E.D. により、1 gal step で表示	30 Hz の L.P.F. を通した後、A/D コンバータによりデジタル化し、その最大値を L.E.D. により 1 gal step で表示
II. 構成	○ 換振部 ○ 増幅部 ○ 数値化部 ○ 表示部 ○ 電源部	} 同 左	} 同 左
2) 記録振動数範囲 換振部の固有振動数 減衰定数	0.1~3.0 Hz { fo ≐ 400 Hz h = 0.7 }	2.3~1.7 Hz { fo ≐ 1 KHz h = ...問題ない }	0.2~2.5 Hz { fo ≐ 1 KHz h = ...問題ない }
3) 最大表示値 (表示ステップ)	99 gal (1 gal. step)	} 同 左	1200 (1 gal. step)
4) 起動感度 (水平)	0~3.5 gal 間を 5 gal step 設定可能	10 . 20 . 30 gal	10 . 20 . 30 gal ただし、10~1,000 gal の間で変更可能
5) 表示方式	L E D 方式 停電時は、ボタンを押した場合のみ表示	L E D 方式 停電時も連続表示	L E D 方式 停電時は、ボタンを押した場合のみ表示
6) 無停電電源装置 (AC-100V, 50/60 Hz)	バッテリー容量: 14.88V-15Ah (10h率) 待機時: 1.0 VA 表示時: 2.5 VA	バッテリー容量: 1.2V-0.45Ah (5h率) 待機時: 0.08 VA 表示時: 0.25 VA	バッテリー容量: 4.8V-0.9Ah (5h率) 待機時: 0.3 VA 表示時: 0.3 VA
7) 重量 寸法	約 8.8 Kg 換振部 17.6(φ) × 12.6 (H) 本体 27.0 × 10.5 × 19.0 (cm)	約 3.2 Kg 本体 18.0 × 17.0 × 12.0 (cm)	約 2.4 Kg 本体 22.5 × 14.5 × 7.0 (cm)
特記事項	壁掛式で、 換振部と表示部は分離型	据置式で、 換振部と表示部は一体型	壁掛式で、 換振部と表示部は一体型

7-2 高密度強震観測

既往の強震観測記録の解析結果によれば、構造物の耐震設計に重要な周期範囲の地震動特性は、地震の発生機構、震源から観測地点までの伝播経路の特性および観測地点付近の局地的な（10m～1km程度の範囲）地形・地盤条件の3者に強く影響されることが明らかになっている。このうち、地震動に及ぼす局地的な地形・地盤条件の影響の解明は、既往の地震被害が地形・地盤条件の変化部に多く発生している事実から工学的には最も重要な研究課題の1つである。しかしながら、上記諸要因と地震動特性との関係を把握するためには、これまでのように散在する観測点による観測では不十分であり、特定地域に多数の強震計を系統的に配置する高密度強震観測が必要とされている。

このような背景のもとに、建設省土木研究所では地震動に及ぼす地形・地盤条件の影響の解明を目的とした高密度強震観測を我国の10箇所で担当しようとしており、この第1段階として、図7-3に示すように昭和56年度を初年度とする4カ年で静岡県駿河湾に沿った相良地区、焼津地区、沼津地区、松崎地区の4カ所に高密度強震観測場を建設する予定としている。

本観測記録の解析を進めることにより、工学的に重要な地震動に及ぼす地形・地盤条件の影響、地震動の伝播特性等の解明を図ることが期待されている。これにより、今後建設予定の吊橋、沈埋トンネル等の長大構造物の設計地震力の評価を適切に行うとともに、道路施設、ライフライン施設等の耐震設計および耐震性評価手法の開発、マイクロゾーニング手法の開発等に大きく貢献すると考えられる。

昭和56年度には相良地区の高密度強震観測場の設置を完了し、昭和57年度には焼津地区に高密度強震観測場を建設予定である。相良地区の高密度強震観測場は、図7-4に示す通りであり、相良町を中心とする萩間川沿いの軟質沖積低地、駿河湾沿いの砂丘、周辺の岳陵地と地盤条件の変化する約1kmの範囲に、おおむねL字形の測線に沿い10か所（地表）で実施されている。また、このうち4か所では、地表のほかに地下約30m以深に存在する新第3紀の相良層上面に地中地震計を配している。観測には14台のデジタル強震計を用いているが、これらは遅延時間5秒の記録を、16ビットAD変換器により1/200秒でサンプリングするとともに、自動時刻校正機能を有している。

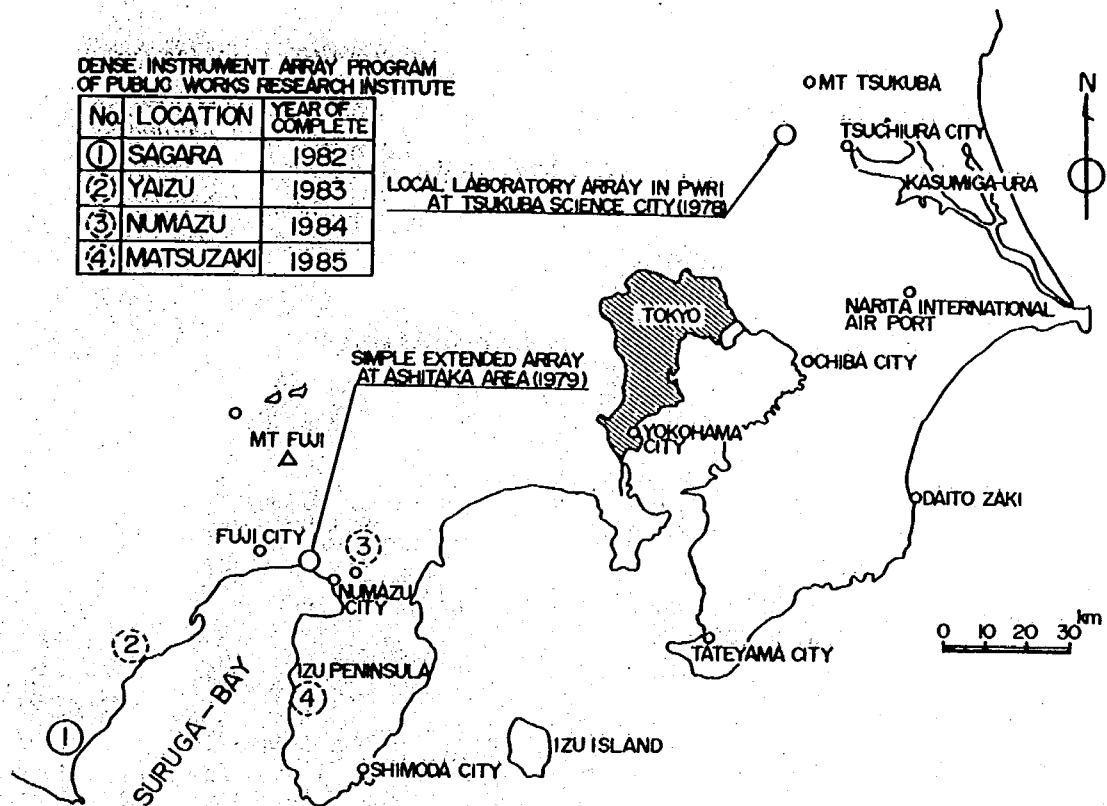


図 7 - 3 駿河湾地区における土木研究所の高密度強震観測計画

参 考 文 献

省内の強震観測に関連する文献

- 1) 建設省土木研究所：構造物と地盤に対する強震計設置計画，昭和35年12月
- 2) 建設省大臣官房技術調査室：強震計の整備方針メモ，昭和46年10月14日
- 3) 地震対策本部：大地震対策：建設月報，昭和47年1月
- 4) 道路局長通達：強震計の設置について，昭和39年9月21日
- 5) 道路局長，河川局長通達：強震計の維持管理について，昭和46年4月26日
- 6) 建設技術開発会議：地震防災技術の研究開発の基本的方向，昭和56年5月
- 7) 内閣総理大臣：防災に関する研究開発基本計画，昭和56年7月22日

省外の強震観測に関連する文献

- 8) 日本学会会議：耐震工学研究の強化拡充に関する勧告ならびに要望，昭和40年6月9日
- 9) 科学技術庁資源調査会：地震危険度推定に必要な強震観測に関する勧告，科学技術庁資源調査会勧告第31号，昭和53年8月1日
- 10) 強震観測事業推進連絡会議（会長 岡本舜三東京大学名誉教授）：強震観測，昭和52年8月
- 11) 科学技術庁研究調整局国立防災科学技術センター：地震防災と強震観測，第6回 防災科学技術研究連絡会，昭和56年2月27日
- 12) 強震観測事業推進連絡会議（会長 岡本舜三東京大学名誉教授）：全国強震計設置状況一覧，国立防災科学技術センター，昭和56年2月

土木研究所における強震観測関連文献

- 13) 建設省土木研究所振動研究室：強震観測の手引き，土木研究所資料，第61号，昭和40年6月
- 14) 建設省土木研究所振動研究室：土木構造物における強震記録，土木研究所資料，第217号，昭和41年12月
- 15) 振動研究室：SMAC型強震計の点検，土木技術資料 Vol.12-1，昭和45年1月
- 16) 栗林栄一，岩崎敏男，若林 進：強震観測とその記録の利用，土木技術資料，Vol.15-1，昭和48年1月
- 17) 岩崎敏男，若林 進，高木義和：土木施設に対する強震観測網の整備，土木技術資料，Vol.18-9，昭和51年9月
- 18) 高木義和：強震観測とその利用システム，昭和55年度直轄技術研究会 昭和55年10月
- 19) 北条紘次，松本徳久，豊田光雄：ダムにおける地震観測，土木技術資料，Vol.20-11，昭和53年11月

強震記録の精度

- 20) 岩崎敏男, 川島一彦, 若林 進, 高木義和: 地震応答スペクトルに及ぼすSMAC型強震計特性に関する実験的研究, 土木学会論文報告集, 第309号, 昭和56年5月
- 21) 岩崎敏男, 川島一彦, 若林 進, 高木義和: 地震応答スペクトルに及ぼすSMAC型強震計の特性, 土木技術資料, Vol.22-2, 昭和55年2月
- 22) 川島一彦, 高木義和, 相沢 興: デジタイザによるSMAC型強震計記録の数値化精度, 土木学会論文報告集, 第323号, 昭和57年7月
- 23) 川島一彦, 高木義和, 相沢 興: 数値化精度を考慮したSMAC-B₂型強震計記録の計器補正法および変位計算法, 土木学会論文報告集, 第325号, 昭和57年9月

強震記録の公刊

- 24) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.1 - 1966.1~1967.9), 土木研究所彙報第32号, 昭和53年10月。
- 25) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.2 - 1978.1~1978.12), 土木研究所彙報第33号, 昭和53年10月。
- 26) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.3 - 1967.9~1968.10), 土木研究所彙報第34号, 昭和53年10月。
- 27) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.4 - 1968.10~1969.12), 土木研究所彙報第35号, 昭和55年3月。
- 28) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.5 - 1970.1~1971.12), 土木研究所彙報第36号, 昭和55年3月。
- 29) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.6 - 1972.1~1973.12), 土木研究所彙報第37号, 昭和56年7月。
- 30) 建設省土木研究所振動研究室: 土木構造物における加速度強震記録 (No.7 - 1974.1~1975.12), 土木研究所彙報第38号, 昭和56年3月。

普及型強震計および最大加速度表示計

- 31) 建設省告示第1099号: 地震動の加速度測定に用いる普及型強震計の開発, 地震防災に用いる最大加速度表示計の開発, 官報, 昭和54年6月7日
- 32) 建設省評価書: 地震動の加速度測定に用いる普及型強震計の開発, 昭和56年7月15日
- 33) 建設省評価書: 地震防災に用いる最大加速度表示計の開発, 昭和56年11月15日
- 34) 横内秀明: 建設技術の評価制度, 建設の機械化, 昭和56年9月
- 35) 横内秀明: 地震動の加速度測定に用いる普及型強震計の開発, ビルディングレター

高密度強震観測

- 36) 日本学術会議：高密度強震観測の推進について（内閣総理大臣あて），昭和55年5月12日
- 37) 大久保忠良：高密度強震観測計画について，土木技術資料，22-4，昭和55年4月

- 38) 大久保忠良，岩崎敏男，川島一彦：土木研究所における高密度強震観測計画および記録の解析，日米天然会議耐風耐震構造専門部会，第13回合同部会，昭和56年5月
- 39) 大久保忠良，荒川直士，川島一彦：土木研究所における高密度強震観測および記録の解析，日米天然会議耐風耐震構造専門部会，第14回合同部会，昭和57年5月
- 40) International Association for Earthquake Engineering：Strong-motion Earthquake Instrument Arrays, Proc. of the International Workshop on Strong-motion Earthquake Instrument Arrays, Edited by Iwan, W.D., 1978, Honolulu, Hawaii, U. S. A.

土木構造物に対する強震観測

ISSN 0386-5878
土研資料第1734号
昭和57年6月(1982年)

キーワード 強震観測, 設計地震力

荒川直士
川島一彦
相沢興之
高橋和之

要 旨 建設省では、公共土木施設の強震観測は土木研究所が、建築関係の強震観測は建築研究所が、それぞれ分掌して推進している。土木研究所地震防災部振動研究室では、昭和32年以降、関連機関と協力して公共土木施設に対する強震観測を実施しており、昭和57年3月末現在では、公共土木施設に設置されているS MAC型強震計は約150箇所300台、電磁式強震計は約60箇所500成分となっている。

本文は、建設省における公共土木施設に対する強震観測の目的、経緯、現状および、今後の課題についてとりまとめたものである。今後の強震観測の推進の一助となれば幸である。

郵便はがき

40円切手
をはいて
下さい

305-□□

建設省土木研究所
振動研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. 389

No. 389

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第 ~~1733~~ ¹⁷³⁴ 号 部

上記のとおり受領いたしました。

所 属 (住所)

氏 名

印

○