

ペルー南部地震震災復興要請背景調査団

調査報告書

平成13年10月

JICA LIBRARY



J1168558[3]

国際協力事業団

地三南

JR

01-11

ペルー南部地震震災復興要請背景調査団

調査報告書

平成13年10月

国際協力事業団



1168558(3)

報告書目次

第1章 調査の概要	1
1-1 調査団名	1
1-2 調査期間	1
1-3 調査団員名	1
1-4 調査背景及び目的	1
1-5 調査日程	3
1-6 主要面談者	4
1-7 訪問機関における協議概要	5
(1) JICAペルー事務所	5
(2) 在ペルー日本国大使館	5
(3) SECTI (首相府国際技術協力局)	7
(4) INDECI (国家防災庁)	7
(5) INDECIモケグア支部	8
(6) SENCICO (建設技術訓練センター)	9
(7) SENCICOアレキパセンター	12
(8) SENCICOタクナセンター	13
(9) 南部復興開発庁 (ORDESUR)	15
(10) CISMID (日本・ペルー地震防災センター)	15
(11) CAPECO (ペルー建設業協会)	17
(12) クロイワ教授	19
(13) MTC (運輸通信住宅建設省)	21
(14) INC (国家文化庁)	21
(15) UNDP (国連開発計画)	22
第2章 地方被災地調査	25
2-1 アレキパ県の被害	25
2-1-1 被害概要	25
2-1-2 Jorge Basadre 小学校	26
2-1-3 ソカバヤ地区の液状化地域	27
2-1-4 Goyeneche 病院	28

2-1-5	San Augustin Hunter District 小学校	29
2-1-6	Centro につながる橋 (Bolognesi 橋)	32
2-1-7	Cathedral	33
2-1-8	Centro 近くの古い店舗兼住宅 (Tambo 地区)	35
2-1-9	Fundo el Fierro Arequipa	36
2-2	モケグア県の被害	37
2-2-1	被害概要	37
2-2-2	川の側壁	38
2-2-3	シモンポリーバル小学校	39
2-2-4	モケグア私立大学	41
2-2-5	Centro 地区のアドベ造	42
2-2-6	Plaza de Armas の前の壁	44
2-2-7	San Francisco 地区	45
2-2-8	Pampa de Chenchen 地区	46
2-2-9	El Mirador Hotel プールサイド日よけの柱	47
2-3	タクナ県の被害	49
2-3-1	被害概要	49
2-3-2	SENCICOタクナ支部	50
2-3-3	Ciudad Nueva 区役所	51
2-3-4	Colegio Nacional Mariscal Caceres	52
2-3-5	住宅街	54
2-3-6	Hospital Hipolito Unanue	55
2-3-7	Jorge Basadre 大学	56
第3章	調査結果を踏まえて	57
3-1	調査結果の概要 (団長所感)	57
3-2	ペルー南部震災復興に係る支援協力候補案件	60
3-3	ペルー南部震災復興 想定される協力	68
資料		69

第1章 調査の概要

第1章 調査の概要

1-1 調査団名

ペルー南部地震震災復興要請背景調査団

1-2 調査期間（詳細については、1-5 調査日程を参照）

平成13年9月8日～同9月23日（16日間）

1-3 団員構成（計5名）

氏名	担当業務	所属
磯部 正	総括／品質管理	国土交通省 大臣官房官庁営繕部 建築課 営繕技術管理室 企画専門官
上之蘭 隆志	建築構造	国土交通省 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 建築災害対策研究官
楠 浩一	耐震設計	独立行政法人 建築研究所 構造研究グループ 研究員
小谷 知之	調査企画	国際協力事業団 中南米部南米課 職員
福井 美子	通訳	財団法人 日本国際協力センター 研修監理員

1-4 調査背景及び目的

（調査背景）

2001年6月23日午後3時33分（日本時間24日午前5時33分）、ペルー南部沖を震源地としてマグニチュード8.1の地震が発生し、アレキバ県、モケグア県、タクナ県を中心に死者102名、負傷者1,368名、倒壊家屋11,043家屋の被害を被った（2001年6月26日時点）。

この地震被害に対して、我が国は6月28日、緊急援助物資としてテント（6人用）40張、毛布（寒冷地用）2千枚を供与し、また7月3日には緊急無償資金として50万ドルの供与を行った。また各国援助機関についても、緊急援助物資、緊急援助資金を供与しており、多数の国内外NGOが現地にて支援活動を実施した。

かかる状況において、ペルー外務省は日本国大使館に対して、口上書にて、今回の地震で被災した学校、住宅、保健所、橋梁等の復興、および工事の品質管理にかかる専門家からなる調査団の派遣の要請を行った。これを受けて日本国大使館は、同要請の背景、具体的ニーズ、課題点について確認するため、関係機関である運輸通信住宅建設省（MTC）、建設技術訓練センター（SENCICO）、日本ペルー地震防災センター（CISMID）に対し情報収集を行った。上記関係機関との情報収集により、ペルー側の具体的ニーズとして、主に①被災地域における危険度地図の作成、②建築物の工事における品質管理、施工基準、土質等についての技術協力、③補強コンクリートブロック（CB）による住宅整備に係るCB製造機材の供与、④アレキパ特有の建築資材を使用した歴史的建造物の設計、施工技術における協力、などが把握された。

今回の震災は設計、工事監理の不備等人災的不備要素が強く、また上記ペルー側のニーズを考慮すれば、ペルー側は①危険度地図の作製、②同地図に基づく必要な耐震技術（補強CB、アドベの耐震補強等）の導入、③施工段階の品質管理の徹底等に係る技術協力を要望しているものと判断される。しかしながら危険度地図の作製や、耐震技術の研究等については、CISMID等が既に我が国の協力の下で実施した経緯があり、既実施研究と今次要請がどのように関連するのかを明確にした上で、我が国の技術協力の可能性を検討する必要があるところ、今次要請背景調査団を派遣することに至った。

（調査目的）

今般現地の被災状況を調査するとともに、今次要請の詳細についてペルー側より聴取を行い、CISMID等関係機関が有するノウハウを確認した上で、我が国として被災地域のインフラ復興に対して貢献しうる技術協力の分野及び内容を検討する。

1-5 調査日程

	日順	曜日	時間	行程	備考
1	9月8日	土	17:50	成田発 AA060	
			23:40	リマ着 AA947	
2	9月9日	日		団内打ち合わせ	
3	9月10日	月	9:30	JICA事務所打ち合わせ	
			11:00	在ペルー日本国大使館打ち合わせ	
			15:00	首相府国際技術協力局 (SECTI) 表敬	
			16:00	国家防災庁 (INDECI) 表敬	
			17:00	建設技術訓練センター (SENCICO) 表敬	
4	9月11日	火	9:00	SENCICO協議	
			13:00	CISMID協議	
5	9月12日	水	11:00	リマ発	空路移動
			12:30	アレキパ着	
			13:00	SENCICOアレキパセンター	
			14:30	Jorge Basadre小中学校調査	
			15:30	ソカバヤ地区調査	
			16:00	Goyeneche国立病院調査	
			17:30	San Augustin小中学校調査	
6	9月13日	木	9:00	Anas Huasco石切場調査	
			10:00	大聖堂調査	
			10:30	Bolognesi橋調査	
			11:00	Tambo de Matadero調査	
			12:00	南部震災復興庁 (ORDESUR) 表敬	
			14:00	アレキパ発	陸路移動
			18:00	モケグア着	
7	9月14日	金	9:00	INDECIモケグア支部表敬、協議	
			10:00	Simon Bolivar小中学校調査	
			10:30	私立モケグア大学	
			11:00	モケグア市中心部歴史的建築物調査	
			12:00	サン・フランシスコ地区調査	
			12:30	パンバ・デ・チェンチェン地区調査	
			15:00	モケグア発	陸路移動
			18:30	タクナ着	
8	9月15日	土	9:00	Ciudad Nueva区役所	
			10:00	Mariscal Caceres小中学校調査	
			11:00	マラカナ地区調査	
			12:30	Hipolito Hunanue国立病院調査	
			13:00	Jorge Basadre大学	
			16:30	タクナ発	空路移動
			18:00	リマ着	
9	9月16日	日		団内打ち合わせ	
10	9月17日	月	9:30	ペルー建設業協会 (CAPECO) 表敬、協議	
			14:00	San Isidro区施工現場視察	
			16:00	Monterrico区施工現場視察	
11	9月18日	火	9:00	Santiago de Surco区施工現場視察	
			11:00	CISMID協議	
			13:00	クロイワ教授表敬、協議	
12	9月19日	水	9:00	SENCICO協議	補団員はCISMID調査
			14:00	団内打ち合わせ	
13	9月20日	木	9:00	SENCICO協議	補団員は午前中日秘友好病院にて施工現場視察
			11:30	運輸通信住宅建設省 (MTC) 表敬	
			15:00	国立文化庁 (INC) 表敬	
			16:00	国連開発計画 (UNDP) 表敬	
14	9月21日	金	9:00	報告書作成	補団員 リマ発 LA600
			14:00	大使館報告、JICA事務所報告	
15	9月22日	土	2:55	リマ発 LA600	補団員 成田着 JL061
16	9月23日	日	16:20	成田着 JL061	

1-6 主要面談者

在ペルー日本国大使館	鈴木 利幸 一等書記官 下野 博史 一等書記官
首相府国際技術協力局 (SECTI)	EDUARDO SAL Y ROJAS 援助業務部長 MARIA DEL ROSARIO ZAMORA 日本 援助担当官
国家防災庁 (INDECI)	JUAN LUIS PODESTA 長官 ALFREDO TEJADA SAMAME 諮問会 議・調整常任委員
INDECI モケグア支部	Hugo Moscoso Reategui 支部長
ペルー建設技術訓練センター (SENCICO)	Mercedez Dongo 総裁 Raul Garcia Blasquez 事務局長 Felipe Garcia Bedoya リマ・カヤオ支部長 Ana Biondi Shaw 職業訓練部長 Carmen Kuroiwa Horiuchi 研究・基準部長
SENCICO アレキパセンター	Juan Jose Purizaca 支部長 Patricia Cardenas Nunez 教育広報官 Antonio Barreda Centty 研修調整官
SENCICO タクナセンター	Rory Llerena 支部長
日本・ペルー地震防災センター (CISMID)	Carlos Alberto Zavala 所長
南部復興開発庁 (ORDESUR)	Luis Torres Villar 事務局長
国家文化庁 (INC)	Bertha Estela 文化遺産局長
INC モケグア支部	Gustavo Valcancel Salaz 支部長
ペルー建設業協会 (CAPECO)	Juan Casabonne Alvarez 会長 Julio Kuroiwa 教授
運輸通信住宅建設省 (MTC)	Teresa Barba Diaz 住宅建設局長 Maria Antonia Cevallos 企画部長
国連開発計画 (UNDP)	Kim Bolduc 所長 Carmen Salmon プログラムオフィサー

1-7 訪問機関における協議概要

(1) JICAペルー事務所

算所長より、現在のトレド政権は、ペルー国開発に向けた当面の課題として、①緊急社会生産プログラムによる20万人の雇用の創出、②債務返済、③南部震災復興を打ち出しており、本調査団の結果を受けて実施される技術協力が、南部地域の復興のみならずペルー経済復興に向けた大きなインパクトとなることを期待する旨の表明があった。

また、今次調査団の地震被害について、被害は局地的であり、かつ防災対策が極めて不十分なための人災的な原因によるものである旨説明を受けた。我が国の援助を受けている CISMID は、耐震等の研究や第三国研修による防災対策を指導しているものの、ペルー国内では以前と同様の様式で建物が建てられており、CISMID における調査研究をいかに現場に普及させるか、ペルー耐震研究の権威であるクロイツ教授の意見も聴取しながら検討する必要があること、また訓練機関である SENCICO とは人材育成のために長期的展望での協力が必要であろう旨説明を受けた。

最後に算所長から調査団に対し、震災復興にかかる協力については、手法にこだわることなく、調査結果をもとに広く協力の可能性を提案していただき、調査団からの提案をもとに外務省および JICA 側で協力手法を検討していきたい旨の説明があった。

(2) 在ペルー日本国大使館

去る8月22日から25日にかけて、下野一等書記官および JICA 三義職員がアレキパ、モケグア、タクナ県にて行った現地調査について、下野書記官より以下の通りの説明を受けた。

ア. 被害状況について

被災地における瓦礫の撤去はほぼ片づいている。RC造（鉄筋コンクリート造）の建物については、1997年の基準改正以前の建物について大きな被害を受けている。タクナ市のシウダ・ヌエバ区役所は基準改正以降に建てられた新しい建築物であるものの、大きく被災しており、これは手抜き工事によるものである。南部は高層建物自体が少なく、大半が3～4階程度のものであるが、

中高層建築物では国立病院が被害を受け、また古い学校では接合部の破壊がみられる。しかしながらパンケーキ破壊はない。被災建物の大半はアドベ造りの住居である。住民は被災建物も以前と同様に中途半端に建て直し、その上にモルタルで固めているため、造りの悪さは外見的には判別しづらいところがある。

土木建築物に関しては、パン・アメリカン・ハイウェイで主に4橋、その他小規模の橋も被災した。アレキパ市内では歴史的建造物の橋も被害を受けている。

イ. 震災復興のための想定される技術協力について

日本も他国と同様、既に緊急レベルの援助は終了しており、これからはいかに復興のための支援を行うかが焦点となるが、現時点では各国とも様子を見ている状態である。我が国は現在無償・有償ともに新たな案件実施が困難な状況にあるが、想定される技術協力として、①草の根無償、②国連の日本ファンド、③世銀、IDBのファンド、④専門家の投入、⑤CISMIDでの第二国研修等が想定される。専門家の派遣については、平成14年度以降において長期専門家派遣も治安状況次第で可能性はある。

調査団に要望したいのは、項目を絞らずに大きな視点から提言を行っていただきたい。緊急を要するテーマについては年度内に短期専門家の派遣もあり得る。協力のキーワードとして、①品質管理、②CISMIDの活用、③雇用創出が挙げられる。資金協力だけによる援助ではなく、人を伴う技術協力をおこない、日本の技術協力を対外的にもアピールしたい。

ウ. トレド政権下における日本の協力について

CG会合における準備会議時点においては、ペルー側からの日本に対する明確な要請はなかったものの、デクエヤル前外相より正式に地震の復興に対する協力要請があった。ペルー側は政治問題を除き、日本の技術協力を望んでおり、10月22日マドリッドで予定されているCG会合においても日本は招待があれば参加する方針である。

(3) SECTI (首相府国際技術協力局)

冒頭においてサル・イ・ロハス援助業務部長より、本調査団は、被災地に対して新たな希望を与えてくれる調査団であり、先方は特別高い配慮を有するとの期待が表明された。また、ロサリオ日本援助担当官より、本調査団員は技術者から構成されていることを踏まえ、具体的な調査の目的について質問があった。

これを受け磯部団長より、本調査団は地震復興にかかる背景を調査し、復興にかかる建築、耐震、品質管理の広い分野において支援を行うための調査であることを申し述べた。

工部長より、日本もペルーと同様に地震国であり、復興に係る高い技術を有すると聞いており、国の面積の大きな部分を占める南部の復興に関し、日本からの提言は重要である旨の見解を示し、復興のため予算を可能な限り捻出する努力をしており、日本や他国際機関の援助によって短期間で復興を実現したいとの希望が表明された。

また、ロサリオ担当官からは、本調査団から得られる復興に係るアドバイスに期待し、今後インフラ整備のみならず精神的にダメージを受けた被災民に対する支援と言った社会的側面に係る支援も期待したいと述べた。

また磯部団長より、被災地へ実際足を踏み入れ、問題を把握し、実際どのような支援が可能か検討し、長い目で復興支援を行っていきたい旨を申し述べ、上之菌研究官からは、CISMID で実施された研究成果が SENCICO といった訓練機関において普及されなければならない、この点に於いても協力の可能性を探る予定であることを伝えた。

この点について工部長より、研究成果の現場への普及は重要であり、研究結果が現場で生かせるような体制作りができる様な協力を期待するとの希望が出された。

最後に磯部団長より、明治期のレンガ造りの旧法務省が空襲で被災してからもとの形に復元されるまでの経緯を写真を交えて説明したところ、先方は大変興味深く聞き入り、工部長より、このような復興に関して高い技術を有する日本からの本調査団によせる大きな期待が再度表明された。

(4) INDECI (国家防災庁)

冒頭にファン長官より、南部地震に関する本調査団のペルー支援に対する謝辞が述べられた。またフ長官は、今回の地震被害に関する大きな原因として、

①貧困層の居住する新興住宅地域が脆弱な地盤の上にあること、②施工状態が粗悪であること、の2点を挙げた。政府としては、脆弱な地盤の上に建物を建設することを禁止する意向であり、今回被害を受けた南部地域については現地の大学（例えばアレキパ県はサン・アウグスティン大学、タクナ県はホルヘ・バサドレ大学）と協定し、危険度地図の作成を行っているとのこと。この危険度地図をカバーする地域は、モケグア市、イロ市、カマナ市、カラベリ、チュキバンバ、タンボ峡谷、タクナ市、ロクンバであることを確認した。またアヤクチョ県においても国立ラ・モリーナ農業大学との協定のもと同様の危険度地図を作成している旨確認された。この他 INDECI は、SENCICO と協力し、住民が自分自身で住居を建設するための研修を行う予定であり、今後 SENCICO を通じた日本の協力を期待する旨がフ長官より表明された。

また上之菌団員より、地震後のクイック・インスペクション（被災建物の応急危険度判定）について質問したところ、アレキパ県のサン・アウグスティン大学やタクナ県の建築士協会の協力を得て16,000～18,000軒について調査を行ったことが確認された。INDECI はこの他、歴史的建造物の集中するリマ市旧市街部において建物の脆弱性やリスクについての評価を行っており、高・中・低の3レベルに分類したところ、9,400軒が高危険度と診断され、47,000人が被災する危険があることが推定され、右データは既にリマ市に提出済みであることが確認された。

また、日本から緊急援助として供与された物資については、アレキパをロジセンターとしてタクナ県へ供与された旨フ長官より説明があったが、JICAペルー事務所より、日本のテントを供与された一家族がテントを所有したままチリの援助により木造家屋を得たケースについて言及した。これについてフ長官は、援助物資の供与は委員会を通じて実施しているものの、この委員会との調整を行わずに供与を行う機関もあり、この場合コントロールが困難となることが説明された。

(5) INDECI モケグア支部

モスコソ支部長より現地の被害状況について以下の通り情報を聴取した。

モケグア県人口の3割が何らかの被害を受けた。INDECI は被災地の被害表を作成しており、住居の被害としては、「被災家屋」と「倒壊家屋」の2種類に分けて被害状況を調査している。「被災家屋」とはひび割れ、壁の劣化といった倒

壊に至らない家屋、「倒壊家屋」は居住不可能な家屋である。

特に被災のひどかった地区はサン・フランシスコ地区。サン・フランシスコ地区、サン・アントニオ地区およびサメグア地区に対し外国、民間団体から345棟分の住宅モジュールが配布された。被災地の復興支援活動は瓦礫の除去から開始され、震災後3ヶ月となる今月9月で終了予定。計4、500立方メートルの瓦礫である。

モケグア市にはモヒネテと呼ばれる特殊な形状の屋根を持つ住居があり、これらは100年～200年前の様式の住居である。INCはこのモヒネテ様式で建てられた被災住居を補修して保存したい希望があり、INDECIとの間で意見の相違がみられる。

建材について、レンガやコンクリートが現在は主流になりつつあるが、アドベ造住居は貧困層では現在でも使用されており、山岳地帯、海岸地帯においてもアドベに頼るところがある。サン・フランシスコ地区では、80%がアドベ造であり、そのほとんどが倒壊した。その他の建材の建物は被害はひび割れ程度ですんでいる。サン・フランシスコ地区の住民は近郊のパンパ・デ・チェンチェン地区に移住させる計画があるが、同地区には既に不法占拠した貧困層が居住しており、社会問題化している。また貧困新興住宅地域であるエル・シグロ地区では半数が倒壊し、そのほとんどがアドベ造であった。

クイック・インスペクション（被災建物の応急危険度判定）はモケグア市町村と協力で実施されており、地震後に作成された危険度地図を用いて復興作業に反映させる予定である。

（6）SENCICO（建設技術訓練センター）

9月11日には表敬および明日以降の同センターとの協議内容について確認を行い、12日にドンゴ総裁はじめ関係者から現状、今後の進め方等を聴取した。また、被害調査後の19日、20日における協議では、主にSENCICOから提出あった日本に対する要望事項についての確認および提言を行った。協議内容は以下のとおりである。

ア. SENCICO 組織について

運輸通信住宅建設省（MTC）住宅次官局に属する国の公的機関。リマ本部の他地方12都市（アレキパ、アヤクチョ、クスコ、チクライヨ、ワンカイヨ、

イカ、イキトス、ピウラ、プーノ、プカルパ、タクナ、トゥルヒーヨ)に支部を有する。理事会は教育省、労働省、大学、建設業協会他から構成される。建設業者への訓練(土木を含む)を目的とした訓練・調査機関であり、予算は主に建設業者からの SENCICO 税(総工費の0.2%)の徴収、生徒からの研修授業料、実験室における試験対価により運営されている。

1992年~93年にかけて、住宅省が現在の運輸通信住宅建設省の中に編入し、当時は研究および基準制定機関である ININVI(国家住宅研究・基準機関)および訓練機関である SENCICO が存在。その後1995年に ININVI が SENCICO に吸収され、SENCICO は ININVI の持っていた研究・基準制定も担当することとなった。SENCICO が大統領令として法的に制定されたのは2001年であるが、訓練・調査機関として上記のとおり92年から存在している。

イ. 基準作成にかかる SENCICO の関与について

基準は建材および設計・施工基準が存在し、前者については INDECOPI(消費者知的所有権保護庁)が、後者は MTC 住宅総局が担当する。これらの基準は建築物を対象とし、住宅用の土地整備、建築デザイン・計画、構造、安全性、衛生設備等に関するもので法として機能している。この法は1970年に制定されたもの。

SENCICO は構造および衛生設備に関する基準策定に関与しており、必要ときに適宜改正を行っている。基準作成にかかる手順としては、SENCICO が有識者と契約し草案の作成を依頼→大学、技術者、建築家、MTC 担当者、民間ユーザー等から構成される専門委員会を開き、内容について討議→官報に掲載→委員会の開催、内容の精査→最終版を MTC へ提出し承認、というものである。また建材にかかる基準は INDECOPI の管轄であるものの、基準作成自体に関しては同様に SENCICO が行っている。

また、Sillar(切石、大谷石の一種)を使用した建築にかかる基準は存在しない。

ウ. 訓練コースについて

「実際にやって覚える」というのが SENCICO の指導方針である。訓練対象者はあらゆるレベルの建設労働者が対象となっており、①技能者レベル、②専門技術者レベル(中間レベル)、③建築家・技術士レベルの3レベルに分けられて

いる（レベル別の各コースについては巻末添付資料を参照）。①の労働者レベルでは左官、型枠、電気設備、衛生設備のコース、②の中間レベルにおいては、施工管理、建設情報工学、設計製図、内観設計、建築施工、材料実験、測量についてのコースがある。「品質管理」についてはそれ自体のコースはないものの、各コースで品質管理の重要性について説いている。この他にも、好みのコースを選択して受講できる短期コースや、一般人用の D.I.Y. コース、企業の希望に応じたコースや新技術の普及（ドライウォール、石膏ボードをアルミフレームに打ち付ける等）といった特別コースも存在し、受講側のニーズに応えた幅広いコースを展開している。SENCICO は 13 の支部（リマを含む）を有しており、支部のない県に対しては巡回指導によるコースを実施しているものの、工具・消耗品の不足や機材運搬用車両の不足等の理由により十分には機能していない状況である。

エ. ACI (American Concrete Institute) ペルーについて

ACI ペルーは米国 ACI のペルー支部である。ACI は鉄筋コンクリート造建築物の設計にかかる指針であり、ペルーは米国 ACI を基に鉄筋コンクリート造設計基準を作成している。同基準作成取り進め方としては、個別に依頼して作成した基準の原案を SENCICO の調整のもとで基準作成委員会を設け、原案内容について議論を行う。SENCICO のアナ・ピオンディ職業訓練部長も同委員会の委員を務めている。米国 ACI からは代表が毎年来秘し、講義を実施している。

オ. 材料（コンクリートブロック）について

ペルーの大部分において、レンガが多用されている。リマにもコンクリートブロック（CB）製造工場はあったが現在は存在しない。イロ、トケパラ、クァホネ等南部にはCB製造工場が多くあり、タクナ、モケグアで製造されるものは品質がよくない。CBの使い方は町により様々で、イロ、トケパラ、クァホネはレンガ造、タクナ、モケグアはCBをただ積むだけで隅角部に鉄筋を通すこともある。

カ. SENCICO の希望する我が国からの協力について

SENCICO は、①質の高い労働者育成、②経済的住宅の研究、③基準作成、を行っており、特に①および②について強化したい意向がある。ペルーでは自分

自身で住居を建築する人が多く、被災地域である南部地域においてもその数は多い。彼らに対して SENCICO は、脆弱な地盤に再び家を建てない、適切な手順により建築を行うよう、災害予防のための指導を行いたい意向である。調査団に提出あった要望事項は、既存の訓練を強化するための指導法の強化、補強・材料に関する技術指導、インターネット、視聴覚機材を利用した遠隔教育の実施、電気工学に関するコース新設にかかる技術支援が挙げられ、これらに関する専門家の派遣、指導者の日本での研修、および工具の補充、移動巡回指導車の配備といった関連機材の充実を希望している。また、このほか測量、品質管理、情報工学についての研修の強化、ビデオ会議の実施、材料・工法実験のラボの強化といった要望が出され、調査団に対してこれら要望事項のリストが提出された（添付資料 2、SENCICO 協力要望事項）。

SENCICO から提出された要望事項に関して調査団より、具体的な協力については調査結果を精査した上で検討することとし、併せて協力にかかる SENCICO 側の適切な人員の配置等 SENCICO 側の適切な受け入れ体制の整備を要請する旨申し述べた。

(7) SENCICO アレキパセンター

ア. 組織概要

同センターは市中心部に位置する講義室を有する管理部と、管理部から車で 5 分ほどのところに訓練施設（1, 100 平方メートル）を有する。訓練施設の職員構成は、エンジニア 10 名、建築家 10 名、講師 10 名である。年間約 300 人の生徒が受講し、年間 250 コースを運営する。研修コースはリマと同様に①技能者レベル、②専門技術者レベル（中間コース）、③建築家・技術士レベルで構成され、研修生の割合はそれぞれ①50%、②25%、③25%である。実習講義は、資材の品質・材料、電気設備、給排水衛生設備、レンガ積み、仕上げ・ガラス工事、鉄筋配筋および型枠工事、測量、設計（インテリアデザイン含む）、コンピューター実習との講義が設けられている。

同訓練施設は 2001 年 3 月に竣工された 3 階建ての建物で、コンピューター室、製図室、5 講義室、型枠作業室、土壌実験室を有する。

イ. 同センターとの協議概要

磯部団長より本調査団の背景および目的について説明。これを受けプリサカ

支部長より調査団の同センター訪問に対する謝辞が述べられた。続いてプ支部長より同センターのコースおよびアレキパ市の被災状況について以下の通りの情報を聴取した。

同センターは、既存コースの他に今後地元建材と環境に配慮したコースの運営を計画している。具体的にはシジャール（切石、大谷石に似た石）を用いた建築研究コース、太陽エネルギーを利用した住宅コースの運営である。

アレキパには約50年の周期で地震が起きており、今回の震災後も、住民は被災家屋と同様の方法で住居を建て直しており、地震防災のために同センターは地域の支援、インフラ整備、住宅の補強・保全、情報の普及を行いたいと考えており、そのための広報施設の必要性を感じている。建築の指導を実施したい意向である。

シジャールはレンガより廉価なため、貧困層の住居はシジャールで建てられた住居が多い。シジャールの圧縮強度は 32 kg f/cm^2 程度との説明があった。

今回の地震で大きな被災を受けたソカバヤ地区では地盤の問題が被災の原因となっており、これは地下1メートルのところに地下水層が存在するため、液状化現象が起こっている。

公共建物は学校、病院などが被害を受けている。被害の大きなものは少ないが、2,200～2,400棟程度存在する学校のうち半数がクラック等何らかの被害を受けており、橋梁や用水路についても被害を受けている。

アレキパ市内の建設会社数について、現在25社で従業員数は3万人程度存在するが、このうち仕事を持っているのは4千人程度である。

(8) SENCICO タクナセンター

フリオ支部長および同席したガマラ教授（Jorge Basadre 大学地震研究所長）および INDECI タクナ支部防災部カルベタ氏より聴取した現地の被災状況について以下の通り情報聴取した。

ア. シウダ・ヌエバ地区／アルト・デ・ラ・アリアンサ集落

地盤は砂、粘土、火山灰からなり脆弱である。昔は峡谷の谷底にあった地区であり、2～5メートル程度ゴミ等で人工的に埋めた土地であるため、今次被害の原因となっている。埋め立てには締固めは行われていない。現在同地区において1.5～2メートル、高危険度地域では5～10メートルのボーリング調

査が行われている。

また、1992年に撮影された航空写真をもとに地形調査を行っており、谷を埋め立てた地域は高危険度地域に特定された。同地域は公園等に変更するのが適当と考えられている。調査の進捗状況は現地調査80%、研究室での作業は50%が終了、2001年9月末には全調査が終了予定である。

アルト・デ・ラ・アリアンサ集落は人口密集地域である。構造はコンクリート、レンガ、CBが多く、アドベはない。工法が悪く、技術指導もなく建物を建てている。行政側はタクナ市南部に住宅地域を拡大したいものの、商業地域に近い北部に住居が集まっているが、今次地震後住民は危険性を意識し始め、南部へ移動が始まっている。ホルヘ・バサドレ大学は南部の土質調査を実施したが、地盤が安定しているものの塩分が多く基礎に工夫が必要とのことである。

イ. SENCICO の復興に向けた対策

フ支部長より紹介された復興に向けた SENCICO の重点項目は、

①地盤調査

②構造設計

③材料の品質

④技術的裏付けのある労働力（質の高い技能者）

である。また、住民に対する復興にかかる意識改革のための訓練が必要である。現在27郡中18郡にて訓練を行っているが、アドベ造住居の多いアンデス地域における訓練も必要とのこと。

カンダラベおよびタラタ地区がもっとも大きな被害を受けており、アドベ造が多い。

ウ. 常時微動測定について

メキシコ国立自治大学の調査および93年のCISMIDの測定が実施されたが、さらに詳細な調査を実施したいとのこと。東大生研目黒助教授が国立イポリト・ウナウエ病院の測定を実施した。

エ. INDECI からの情報

INDECI タクナ支部は危険度同定を行うとともに、救援物資の配布も行う。国連の支援の下、ロクンバ地区の危険度地図を作製した。ロクンバ地区の住居は

キンチャ（泥と竹の一種でできた壁材）が半数を占める。

住民は被災住居を既に建て直しているが、技術指導のないまま実施しているところ再び被災する危険があり問題である。

（9）南部復興開発庁（ORDESUR）

調査団よりトレス長官に対し、本調査団の目的は震災復興に向けた我が国の実施しうる協力の可能性を探ることである旨説明し、現時点で考える技術協力として、SENCICO を通じての技術協力が一つの可能性としてあり、南部震災復興に関する調整機関である ORDESUR とも適宜調整を行いながら今後の協力について検討したい旨申し述べた。

これに対しト長官より、ORDESUR は創設されたばかりで、現在の事務所も仮設のもので少しずつ体制を整えているところであるが、インフラ整備を中心とした震災復興に必要なプロジェクト件数を各県ごとに取り纏めたところである旨説明があった。各県ごとのプロジェクト件数は、

アヤクチョ県	197件
アレキパ県	1,122件
モケグア県	548件
タクナ県	552件

である。ORDESUR は各プロジェクトの工事を適切に実施するための監督、および資金の適切な運用に対する責任を担う。工事は一般入札で実施され、10月初旬には最初の入札が行われる予定である。現在震災復興プロジェクトの対象県が4県であるものの、南部地震直後に起きた地震で被害を受けたアプリマック県およびプーノ県についても対象県となる予定である。

（10）CISMID（日本・ペルー地震防災センター）

CISMID サバラ所長より、CISMID は今次地震発生から既に5回の現地調査を行っており、東大生研の小長井教授と共に予備報告書（英語版）を作成したことを確認した。調査地域は、タクナ、モケグア、イロ、アレキパ、カマナ、アヤクチョ、アティコ、オコニャ、ロクンバ。今回被害の大きな地域はモケグア県および津波のあったカマナである。

ア. 危険度地図について

タクナにおける危険度地図は CISMID フェルナンド・ラサレス氏が7 8年前に危険度地図を作成したが全てを網羅したものではなく、中心部についてのもののみである。モケグアについては、CISMID ラサレス氏およびフィスカラ氏が既に作成しており、サン・フランシスコ地区も含まれたものである。アレキパに関しては、CISMID がゾーニングを行い、国家企画庁 (INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION) に対して報告を行ったが、被災地に対しての周知がなされていなかった。危険度地図の活用は、地震が起こり被害がでるとその存在を思い出すようであるが、予防の点から活用されていない。

イ. CISMID にて聴取した対地震災害に関する政府の問題点

CISMID といった研究機関がいくら地方政府に対し問題提起を行っても、予算がないの一点張りでなかなか支援が得られない。災害後の1割の予算があれば震災の予防が効果的に実施できるはずである。また、政府は国内機関の有能な機関からの提言よりも、専門的でない国連等他国機関の情報を重要視する傾向があり、国内機関の効果的な活用を行うべきである。

INDECI は南部の大学と協定を行いボーリングを行いリスクマップを作成中であるが、ボーリングの数が適切でない。より専門的な技術、知識を活用して効果的な防災対策をとるためには、政府機関は CISMID といった研究機関にイニシアティブを持たせるべきである。

ウ. 被災地における問題点

(タクナ県)

アルト・デ・アリアンサ地区においては住民自身が住居の建築を行っており、30年前の建設技術で建築しているため品質が悪い。RC枠を先に組み、その後レンガやブロックを中に積む工法が多く、RCとレンガの一体性という点で問題がある。

(モケグア県)

現在モケグア県は、サン・フランシスコの被災民をパンパ・デ・チェンチェン地区へ移住を計画しているが、同地区は膨潤土であり、生活排水で地盤が膨張し、被害の恐れがある。CISMID はどの地域が膨潤土(水を含むと膨張性質を有する土)か調査する必要性を市長に説明し、国家科学技術審議会へプロジェ

クトとして申請を行っている課程である。サン・アントニオ地区も同様な土壌であり、アドベ造の被害が多くみられた。レンガ造の建物の被害は少ない。

(アレキパ県)

報道が過大であり、比較的被害は少ない。カマナ、カラベリおよび市中心部歴史的建造物の被害がみられる。スペイン国際協力庁の援助により歴史的建造物の修復が行われている。貧民街については、他県と同様アドベ造の被害が大きい。カマナ市では津波により9割の住宅が被災している。

エ. 耐震補強に関する CISMID の研究について

RC造に関して、①骨組み実験 (shear wall)、②梁にファイバー、③Epoxy、④鉄板を用いた耐震補強の実験を実施している。アドベ造に関しては、ヤマシロ教授をはじめとしてモラレス、クロイワ教授らが1960年代からUNI (ペルー工科大学) においてアドベ、キンチャ (泥と竹の一種を混ぜた壁材)、レンガの補強実験を行い、マニュアルもある。

CB造の補強は、SENCICO から指示を受けて研究を行っている。

強震計に関して、設置場所の地図はあるが、多くのものが14年前のもので古すぎて機能していないものもあるのが現状である。タクナの強震計は、毎日メンテナンスが施され保存状態が良好であったにもかかわらず、今次地震では作動しなかった。修理したいが日本製のためにペルーでは困難な状況にある。ペルー物理学研究所も強震観測を行っているが、情報交換はないのが現状である。

(11) CAPECO (ペルー建設業協会)

磯部団長より今次調査の背景および目的について説明を行った。また、地方における被害調査を通じて設計の問題が顕著であることについて言及し、同時に良質の建築を行うことが今後の予防につながることを先方へ伝え、先方とペルーの建築事情に関する情報交換を通じて今後の技術協力に生かしていきたい意向を伝えた。先方より以下のとおり情報収集を行った。

ア. CAPECO の活動について

CAPECO は非営利の建設業協会であり、構成団体は5割が建築会社、3割が建築資材、サービスを提供するサプライヤーであり、2割が建築家、技師によ

り構成されている。全国で約600団体が登録し、このうち半数の300団体がリマ県における登録団体である。

CAPECO は登録業者に対し、法的、技術的、情報工学的、経済的な側面からアドバイスを行っている。具体的な活動としては、市場調査（特にリマおよびカヤオ首都圏にて、大学に調査を委託）、見本市や国際会議の開催、ホームページによる情報提供、住宅基金（FONDO DE MI VIVIENDA）との協定による研究等を主に行っている。このうち市場調査については、リマ市の北50キロメートルにあるカラバイヨから南部50キロメートルにあるブクサナの範囲において実施している。調査内容は、今後実施される建設に関する供給調査および各ブロックを回りながらアンケートにより行う需要調査により統計数値をまとめるものである。その他 CAPECO はリマ市において研究所を有し、下～中堅クラスの労働者・技能者に対する技術訓練を行っている。

予算は国からの支援はなく、登録団体からの援助および見本市からの収入が主なものである。

イ. ペルーの建築会社および労働者数について

インフラ工事といった公共工事を請け負う建築会社は約3千存在するが、民間住宅の建設等に携わる建築会社の数は倒産などもあるため、正確な数については把握していないとのこと。建築労働者の数は全国で約30万人であるが、現在実際仕事を持っている労働者の数は約2万人である。これはペルーが現在直面する不景気の影響を受けたものである。

ウ. 契約に関する建築規則について

ペルーには国家建築規則が存在する。公共建造物に関しては、民間業者は国家契約調達高等委員会（CONSUDE; CONSEJO SUPERIOR DE CONTRATACION Y ADQUISICION DEL ESTADO）に企業登録を行い、各市町村の行う入札により決定される。

エ. ペルーにおける技術者の資格について

建設技術者の資格は、大学において称号を取得し、かつ技術者協会に登録を行い建設技術者としての個人番号を得ることで技術者としての資格を得る。建築家も同様に大学課程修了後に建築家協会に登録を行うことで公的資格を得る

こととなる。資格取得前における現場での経験は、大学の論文作成課程において得ることとなり、協会はこの論文を審査した上で資格付与を行うこととなる。

オ. 工事の監督について

ペルーにおける住居建築の8割が自分自身で建築する住居で、この場合市町村が監督を行うことになっている。残り2割の民間業者の携わる工事の監督は、請負業者自体が監督を行うことになっている。

公共工事の場合は、第3者の建設会社が監督を行い、この監督業者の選定は入札の際に同時に行う。

カ. リマにおけるコンクリート製造会社の数について

以前は多数の会社が製造を行っていたが、1997年以来続く建設業界の不況により現在 UNICON および PREMIX の2会社のみが製造を行っている。

キ. 鉄筋の生産について

ペルーで使用される鉄筋は、大半がペルー産であるが、一部輸入も行っている。

ク. CAPECO発行機関誌について

CAPECOでは、機関誌を発行しており、その中でペルー国内の建築市場の動向、各種資機材、労務費等の情報を提供している。

(12) クロイワ教授

冒頭に今次調査団の背景および目的についてクロイワ教授に説明を行った。また調査期間中の関係機関との協議、被災地調査を通じ、施工基準の遅れが見受けられ、自分で建物を建てる人が多い中で訓練機関である SENCICO を通じた技術協力が重要であること、同時に以下の4つを重点項目として取り組むべきであることを説明した。

①地盤調査

②構造設計

③材料の品質

④技術的裏付けのある労働力

ア. シジャールの耐震研究について

調査団よりク教授に対し、材料であるアドベやシジャールの耐震研究を行うことが重要であることを申し述べたところ、ク教授より、1960年の震災後もシジャールで建てた建物が被災しており、シジャールの研究は重要であることが確認された。また、アドベ造建築の耐震研究については、ク教授が20年前から現地調査を通じて研究を行っていることが確認され、ク教授より現在製本中である「災害軽減に関する報告書 自然と共に生きる」を用いてアドベの耐震研究結果について説明を受けた。

イ. タクナ市における被害状況表について

会議に一時同席したホセ・ルイスMTCタクナ住宅建設部長から、倒壊家屋、被害家屋について色分けされたタクナ市の被害状況表が提示され、同被害状況表を用いて今後MTC次官に対し復興にかかる移住計画を説明する予定である旨の説明があった。ホ部長からは、今次被害の大きかったシウダ・ブランカ地区といった地区は、住居地とせずに緑化した公園を整備すべきであるとの考えが述べられた。

ク教授は、震災の1ヶ月前にタクナ市において「自然災害とタクナ開発」というシンポジウムに出席し、地盤の脆弱なタクナ市北部の被災の危険性について講演したばかりであったとの説明を受けた。

ウ. SENCICO を通じた技術協力について

調査団より、品質管理に関する協力は、SENCICO を通じた技術協力を考えているがこれについてのク教授のコメントを求めたところ、SENCICO は組織がしっかりしており、経験を持った人材を有することから協力機関として適当である旨を確認した。しかし SENCICO アレキパおよびタクナセンターは、CBの圧縮試験といった機材が不足しており、中長期的な復興を実施するためにはこういった機材を整備することが必要である旨ク教授から説明を受けた。

またク教授より、住民自身の手で建てる住宅建設についても、地域住民に直接技術指導を行える SENCICO と協力を行うべきである旨確認した。またペルーは通常の小規模な住宅建設を行う場合、左官が配筋も行っており、SENCICO はこの点における技術指導も行う必要があるとのコメントがあった。

エ. 住民の防災に対する意識について

調査団より、日本においても被災しないと住民の防災意識がなかなか高まらない現状を述べ、ペルー南部の住民の防災意識について問うたところ、CISMIDが現地の新聞等を通じてタクナの南部は地盤が安定していることを広報したところ、住民は既に同地域へ移住し始めており、住民の意識は確実に変化してきていることが確認された。しかしながら住民は以前と同様のやり方で住居を建て直しており、この点について迅速な技術指導を行うべきである旨を説明を受けた。また、ク教授より、シウダ・ブランカ地区では、3,500戸の家屋の補強が必要であり、柱と梁の補強を行うべきであるとの説明があった。

(13) M T C (運輸通信住宅建設省)

冒頭に調査団より、調査の背景・目的を述べ、地方調査を通じて今次被災の原因は設計および施工不良といった人災的要因に因るところが大きく、今後の協力はSENCICOを中心とした訓練機関を通じた人材育成・適切な品質管理技術の普及が必要と考えていることを伝えた。

これに対しバルバ局長より、SENCICOはM T Cの下部機関で組織がしっかりしており、協力受入先機関として適当であるとのコメントがあった。また建築基準作成に関してもSENCICOは重要な役割を果たしており、この点における日本の技術支援を行ってほしい旨要望があった。また、基準に関する情報として、M T Cは今年2月に都市計画および身体障害者のための設計基準（バリアフリー）に関する基準を発令していることを確認した。

(14) I N C (国家文化庁)

エステラ局長に対し、調査団より調査の背景、目的について説明したところ、I N Cとして調査団に対する要望事項として、以下の点についてコメントを受けた。

ア. 歴史的建造物について

被災地域はシジャールやモヒネテを使用した歴史的建造物が多く存在し、その多くが被災を受けている。アレキバ市は世界文化遺産に登録されており、モケグア市についても同登録を申請中であつたところに今回被災を受けてしまった。これら伝統的な材料についての研究を実施し、同材料による建物の適切な

建築方法についてのセミナーを行えるよう、日本からの専門家の派遣を希望する。

また、ペルーではモケグア、アヤクチョ、プーノにかけての県境では、アラブの影響を受けたスペインから導入された木造住宅が存在し、その木造屋根の形状をパリヌディージョと呼んでいる。また壁紙についても金箔を施したもの等特徴をもっており、このパリヌディージョに関してセミナーを通じた日本の木造建築における高い保存・修復技術を学びたい。

(15) UNDP (国連開発計画)

冒頭に調査団より、調査の背景・目的を述べ、被災地の復興支援は適切な材料を使用した、より適切な施工管理が必要である旨説明したところ、Boldum 所長より、貧困層は脆弱な地盤の土地に安価な材料を使用した家を建てており、被災の原因はこの脆弱な地盤と材料に因るものが大きいとのコメントを受けた。

ア. 復興にかかる総額について

UNDPは地震発生から3日後にクロイワ教授および SENCICO の協力を得て現地の被災状況調査を行い、これを通じて各セクターごとに必要な復興項目について報告書として取りまとめており、復興にかかる総額が約3,890億ドルにのぼることを確認した。IDBおよびCAF (Cooperarion Andina de Fomento) はそれぞれ2千万ドルの資金を供与しており、10月にマドリッドで行われるCG会合でペルー政府は2千万ドルの追加支援要請を行う予定であるが、前述の復興総額には程遠いものがある。

イ. 持続可能な都市図の作成

1998年のエル・ニーニョ現象による被害を受け、UNDPは「持続可能な都市図」を作成しており、これは地盤調査等を通じて適切な都市計画造りを行うためでもあり、既に25都市について作成を行った。この地図はペルー政府から高い評価を得ており、今後さらに全国レベルで同地図の作製を行う予定で、日本の国連出資金からの80万ドルの支援を申請している。

ウ. SENCICO との協力について

ペルーでは自分自身の手で住居を建築する人が多く、経済的な問題から安価

な材料を購入し、不適切な方法で建築を行っている。UNDPは SENCICO を通じて地方における適切な住宅建築のための支援を行っており、震災復興にかかる日本の技術協力が SENCICO を通じて実施される予定であることについて、SENCICO が組織的に安定した機関であること、また地方にセンターを有し、住民に対して効果的な技術指導が行える組織であることから適切である旨を Bolduc 所長から確認した。

第2章 地方被災地調査

第2章 地震被災地調査

2-1 アレキパ県の被害

2-1-1 被害概要

アレキパ県は、ペルー南部の中核都市として、またペルー第二の都市として人口は百万人強を擁している。この内、アレキパ市には80万人強の人口が集中している。

アレキパ市は、標高2,300mで、ミスティ火山の麓に開けた町であり、火山灰が多い。

アレキパ市では、被災人口は79万人にもおよび、住宅戸数約16万戸のうち倒壊等の甚大な被害の家屋は約1600戸、軽微なものは5300戸となっている。

被害は、シジャール造に集中しており、レンガ造には被害が小さい。

また、被害は都市中心部より、郊外に多い。

新興住宅地であるソカバヤ(SOCABAYA)地区では、液状化による被害が見られた。

2-1-2 Jorge Basadre 小学校

本小学校はアレキパ市の南部に位置し、教室棟が被害を受けている。教室棟は1975年に建設された鉄筋コンクリート造の高さ約3mの1階建てである。桁行方向は7スパンであり、高さ約2mのれんが造の腰壁があり柱(25cm×35cm、30cm×45cm)の有効高さが短くなっている。梁間方向は1スパンであり、2構面ごとに界壁としてれんが壁がある。主な被害は、桁行方向の柱及び梁間方向の柱頭から柱梁接合部である。1階建てのため建物の重量が軽く、倒壊には至っていない。せん断補強筋の不足とれんが壁の構造上取扱いが問題と考えられる。材料、施工的な問題は少ないと感じられた。



写真 2.1.2-1 教室棟の外観
1階建て、れんが造の腰壁

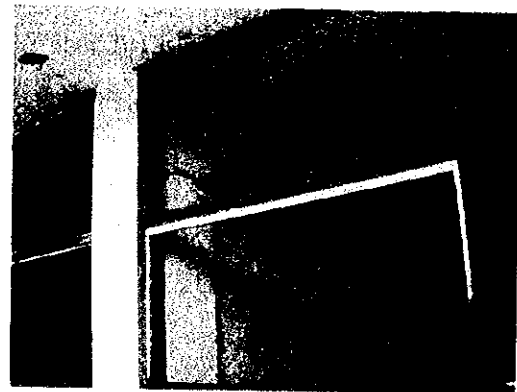


写真 2.1.2-2 梁間方向の界壁
柱頭・柱梁接合部の損傷
れんが造界壁上部でのずれ



写真 2.1.2-3 柱のせん断破壊
高い腰壁による短柱化
せん断補強筋間隔 30cm

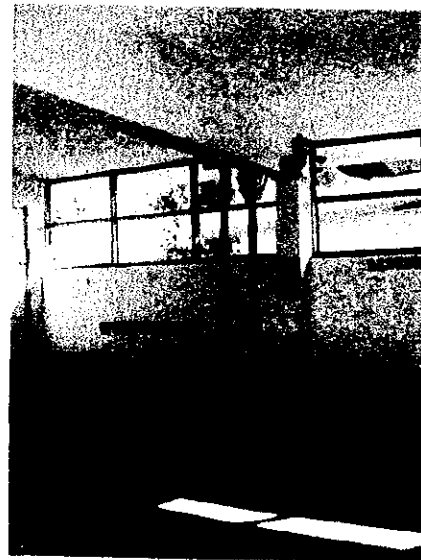


写真 2.1.2-4 柱梁接合部の被害
木材による支え

2-1-3 ソカバヤ地区の液状化地域

地下水位は 80~100cm しかなく、地盤を 1 m ほど掘ると小川が出来る。標高も Arequipa では一番低いところであり、すぐ脇を川が流れている。近くに Mt. Misti を始め、いくつかの活火山があり、花崗岩が良く取れる。住宅が液状化による地盤の流出で川側へ傾いている。



写真 2-1-3-1 液状化により、マンホールが上昇している。



写真 2-1-3-2 液状化により被災した建物の全景



写真 2-1-3-3 液状化により、建物が川側に傾いたため、開いた隣棟との境



写真 2-1-3-4 内部では、建物の傾斜により、壁・床に大きなひび割れが生じている。

2-1-4 Goyeneche 病院

本病院はアレキパ市の中央部に位置している。建物はシジャールと呼ばれる石ブロックによる石造の1階建てである。階高は約5~6mで、かなり高いものである。壁厚は約80cm程度ある。主な被害は、建物隅各部の壁の崩壊、桁行方向の開口上部の目地の損傷、建物どうしが接している部分の損傷である。1960年の地震で被害を受けたので、屋根の上に梁間方向の梁を増設している。

同じ敷地に建設された新しいシジャールの建物は無被害であった。



写真 2-1-4-1 建物外観

石造、窓の形状に特徴がある。
屋根の上に梁を増設している。



写真 2-1-4-2 壁隅各部の被害



写真 2-1-4-3 開口部上部の損傷

直交する建物が接している部分の被害

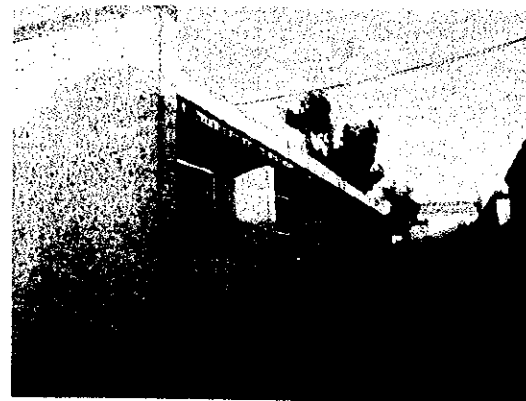


写真 2-1-4-2 新しい石造の建物

2-1-5 SAN AUGUSTIN HUNTER District 小学校

2棟の校舎があり、それぞれ1993年および1995年に建設された。1993年築の校舎はRCフレーム造3階建て、1995年築の校舎はRCフレーム造1階建てである。1995年築のものは無被害であったが、93年築のものは、軽微な被害をうけた。1993年築の建物で穴明きレンガを雑壁や腰壁に利用していたが、その中に鉄筋が配されていなかったため、面外に倒壊した。両建物とも雑壁の周りには3cmほどのスリットが切られており、そのスリットにはスポンジが挿入されていたため、柱には被害は無かった。



写真 2-1-5-1 1995年築建物の全景。無被害であった。

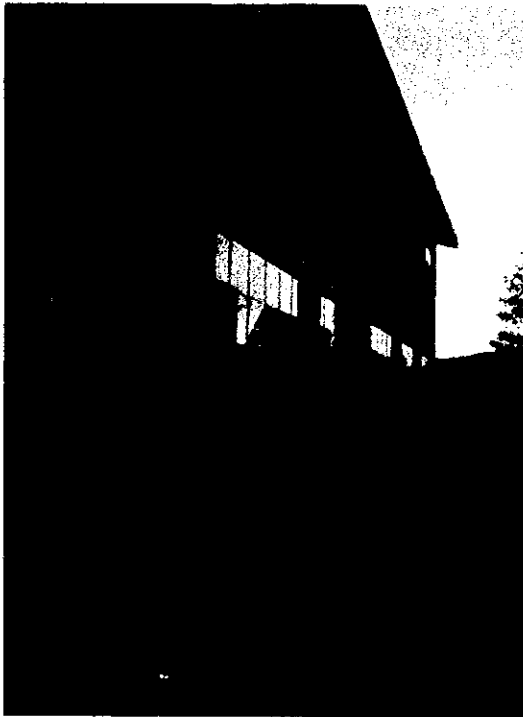


写真 2-1-5-2 1993 年築校舎全景



写真 2-1-5-3 右手前部分、2・3階部分で
穴明きレンガ壁が落下している。



写真 2-1-5-4 構造柱との間にはスリット
(黒い部分) が切られている。

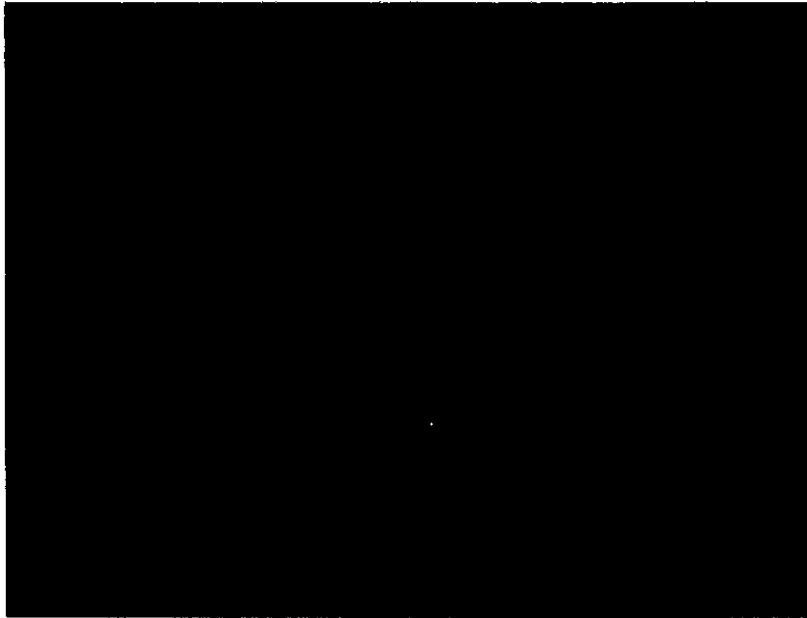


写真 2-1-5-5 雑壁部分では、一部被害を受けた。

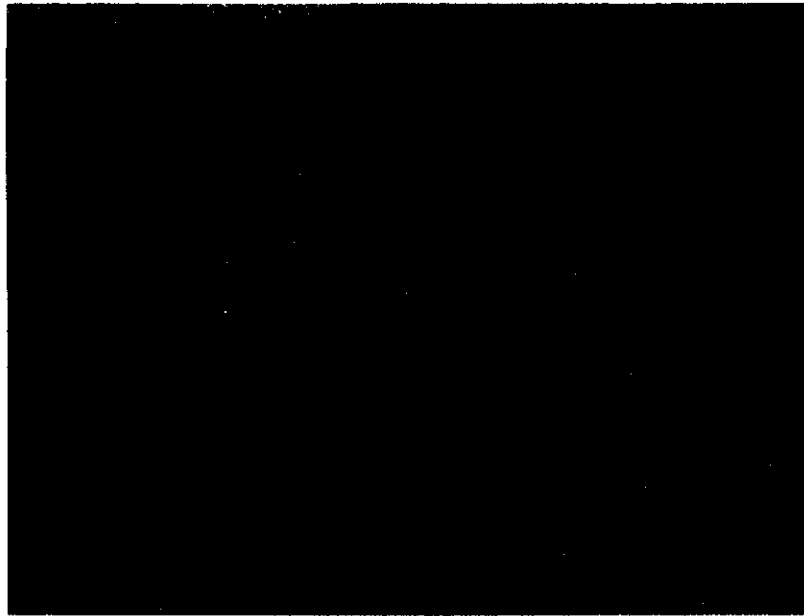


写真 2-1-5-6 現在は、運動場に建設した仮設校舎を利用して授業を行っている。

2-1-6 Centro につながる橋 (Bolognesi 橋)

この橋はアレキパ市のセントロ（中央部の旧市街地）の側を流れる川にかかっている石造の橋である。上部では欄干に用いている石のずれ、路面の波打ち、幅方向への広がりを示す路面のひび割れが見られる。またアーチ上部の目地の緩みが見られる。最下部の基礎部部の損傷は見られない。

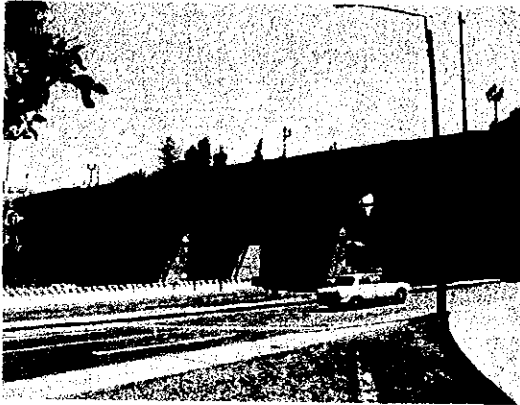


写真 2-1-6-1 セントロ近くの橋
石造のアーチ橋

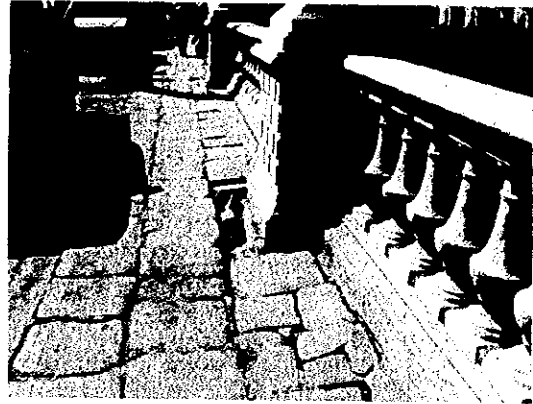


写真 2-1-6-2 欄干部の損傷
欄干の外側へのずれ
路面の波打ちが見られる。



写真 2-1-6-1 アーチ部分の緩み
アーチ表面とその他の石積みの中で
緩みが見られる。

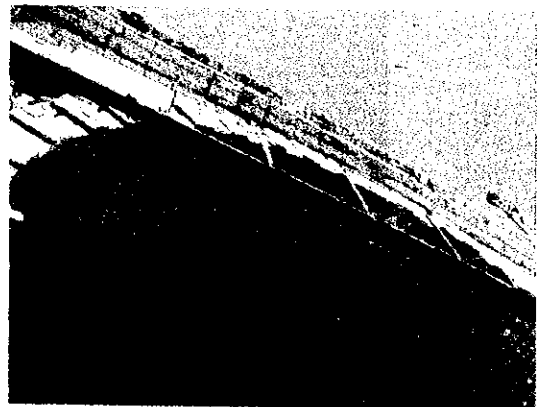


写真 2-1-6-2 アーチ部分のひび割れ
アーチの表面に見られるひび割れ
一部の石が割れ、ずれている。

2-1-7 Cathedral

Plaza de Armas の正面に位置する大聖堂である。建築材料としてシジャールが用いられている。本地震で2本の塔の片方は崩落、もう一方は辛うじて崩落を免れた。また、飾りアーチ部分が地震により緩む被害が確認された。本大聖堂は過去の地震でも度々被災し、その都度修復が行われてきた。本地震で崩落を免れた方の塔は、過去の地震で崩落したため、芯にレールを入れて補強されていたとのことである。既にスペイン政府の援助で修復が始まっている。INDECI による Danger の表示あり。



写真 2-1-7-1 Cathedral の全景。左の塔は崩落した。右の塔は、辛うじて崩落は免れたが、現在補修作業が行われていた（足場部分）



写真 2-1-7-2 補修が行われている塔部分

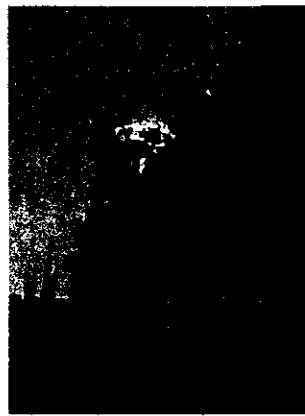


写真 2-1-7-3 途中から崩落した塔部分



写真 2-1-7-4 前面両脇にある飾りアーチ部分が地震により緩んでおり、修復が行われていた。



写真 2-1-7-5 INDECI により、「危険」の判断が示されていた。

2-1-8 Centro 近くの古い店舗兼住宅 (Tambo 地区)

本建物はアレキパ市のセントロ（中央部の旧市街地）の端に位置している。建物は3階建てで、高い位置にある橋へ繋がる道路に3階が面し、商店となっている。下部2階は橋の下を通る道路に面している。シジャールの石造とれんが造が平面的にも、立面的にも混在している。この建物はタンボと呼ばれ、商人のための宿屋であった。建物はかなり古いものであり、再開発の計画がある。

被害は、最上階の屋根や建物間の屋根アーチが落下している。地震によるひび割れやもともとのひび割れ、目地の緩みなどが数多く見られた。



写真 2-1-8-1 最上階の被害
道路に面した3階部分
屋根の庇の落下



写真 2-1-8-2 1階及び2階部分の外観
石造やれんが造。地震による大きな被害はないが構造的劣化が見られる。



写真 2-1-8-3 最上階屋根の構造
鉄製のレールとシジャールによる屋根



写真 2-1-8-4 屋根アーチの落下
アーチの落下とともに石造壁の面外変形

2-1-9 FUNDO EL FIERRO AREQUIPA

元々は大邸宅があった場所であるが、1960年の地震で被害を受け、商店街の形に復興した。復興前は地下方向に掘り下げ、地上1階地下1階の都合2階建てであったが、1960年の被災後地下部分を埋めて、1階建ての商店街とした。復興は SENCICO の技術協力により行われた。復興の工法では、シジャー爾だけを使い、構造に変更は加えられず元のままに戻された。本地震では無被害であった。

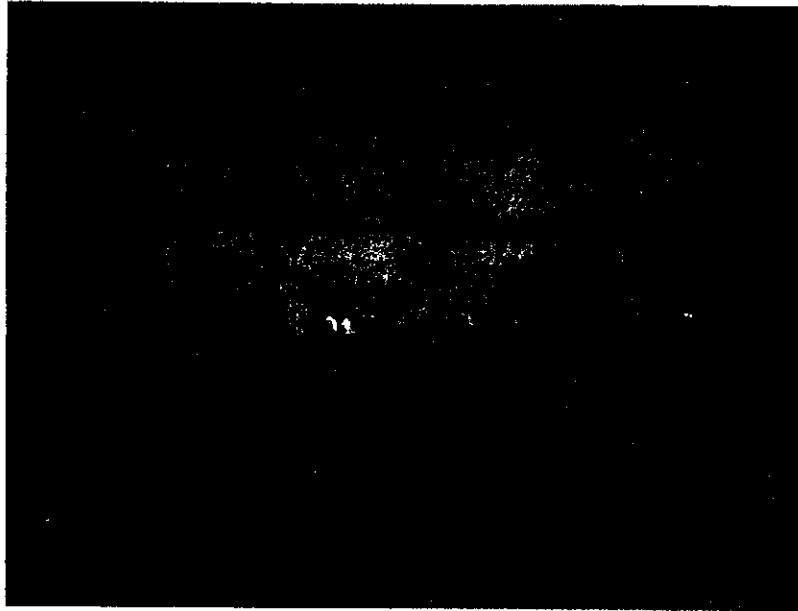


写真 2-1-9-1 商店街部分の全景。現在は1階建てとなっている。



写真 2-1-9-2 構造材にはシジャー爾が使われている

2-2 モケグア県の被害

2-2-1 被害概要

モケグア県は、アレキパ県の南東にあり、人口15万人弱、内モケグア市は6万7千人程度である。

標高は1400m程度であり、気候は温暖である。

モケグア市では、被災人口は3万人弱、住居戸数約1万7千戸に対し、倒壊等の甚大な被害を受けたものは4300戸、軽微なものは約3、000戸となっている。

被害は、アドベ造、シジャール造に多く見られ、レンガ造には被害が小さい。

大きな被害が見られたサンフランシスコ地区は丘の上にあり、低所得者層の住むアドベ造が崩壊し、死者も出ている。

この地区の住民を郊外のパンパデチェンチェン地区へ移転する計画がある。

ソカバヤ（SOCABAYA）地区では、液状化が見られた。

2-2-2 川の側壁

モケグア市を流れる川の護岸が、川側に移動していた。遠くより見たため確認できなかったが、変形状態より、護岸は蛇籠により築造されていると推定される。



写真 2-2-2-1 護岸の変状



写真 2-2-2-2 護岸の変状

2-2-3 シモンボリーバル小学校

1711年に創立された学校であるが、校舎は1968年築である。国立図書館の所蔵がこの図書館に移設されている。

I) 2階建て建物

6×1スパンの2階建て建物で、RCフレームにレンガの壁が挿入された構造である。桁行き方向スパン長さは6m、梁間方向は3m、階高は約3.5mである。1階柱が雑壁（高さ2m、レンガ造）により短柱化している。1階短柱部分でせん断破壊、付着割裂破壊を生じた。フープ筋の間隔は25cm程度とかなりあらい。

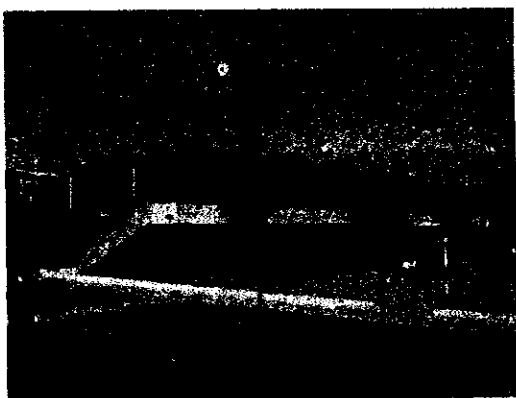


写真 2-2-3-1 校舎全景

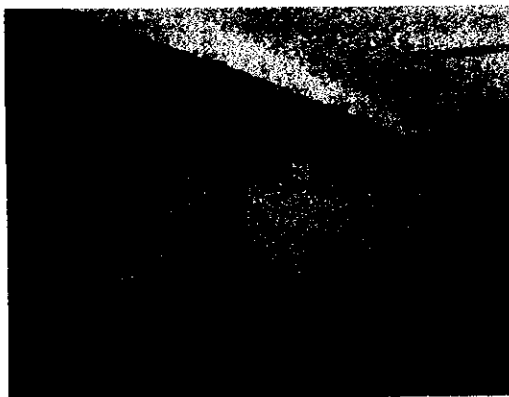


写真 2-2-3-2 短柱部分の被害



写真 2-2-3-3 短柱部分。横補強筋間隔がかなり広い。

II) 2階建て建物

4×3スパンの2階建て建物で、1階はRCフレームにレンガの壁を挿入した構造であるが、2階はコンクリートブロック造である。階高は3.5m程度である。1階は技術者により設計されたが、2階は自分たちでコンクリートブロックを使って立てたとのことである。被害は2階のみで、梁間方向壁部分にせん断ひ

び割れが生じ、屋根材を支える部分が崩落する被害が出た。



写真 2-2-3-4 建物全景。

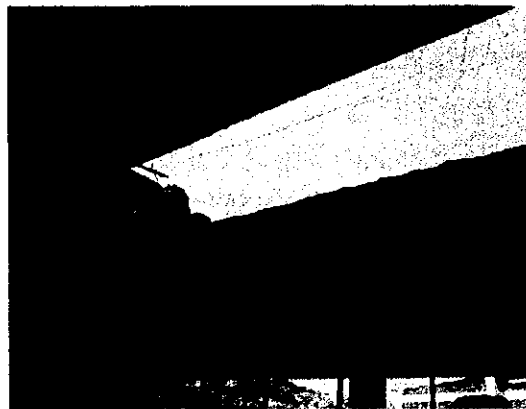


写真 2-2-3-5 屋根材を支える部分が一部崩落している



写真 2-2-3-6 梁間方向の壁の被害

2-2-4 モケグア私立大学

I) 3階建て建物

1995年築。7×2スパン。長手は変則スパン長さ。1階北側の柱のほとんどがせん断破壊。基礎部分を確認するために掘り返されていた。

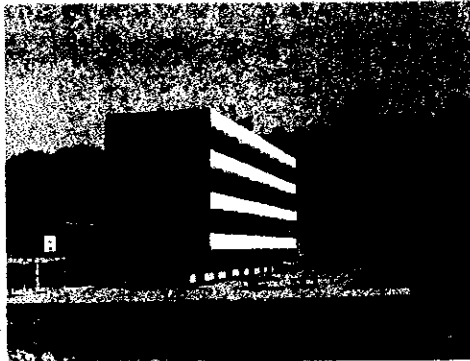


写真 2-2-4-1 建物外観



写真 2-2-4-2 柱の被害



写真 2-2-4-3 地盤調査

II) 4階建て建物

RCフレームに穴明きレンガ壁がはめ込まれている。1991年築。9×1スパン。北側2スパン分はエキスパンションで切られている。階段室の剛性を考慮して分離したとの説明があった。更に上層への増設計画があった。間仕切壁は全てレンガ造壁。間仕切壁、および廊下側の壁（上部に窓がある）の飾り梁がドア上部でせん断破壊していた。



写真 2-2-4-4 階段室レンガ壁



写真 2-2-4-5 長柱の被害

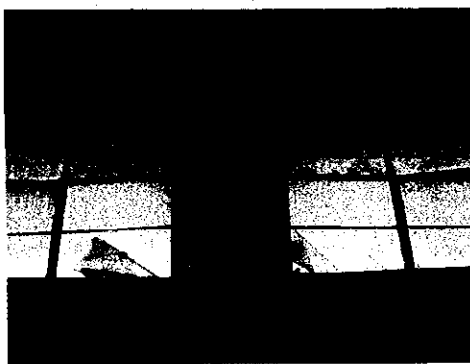


写真 2-2-4-6 短柱の被害

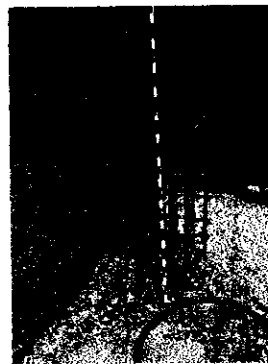


写真 2-2-4-5 増築部分の配筋

2-2-5 Centro 地区の Adobe 造

Centro 地区では、アドベの建物の被害率は San Francisco 地区に比べて高くは無い。所々で大きな被害を受けたアドベ造が点在している。アドベのサイズに規格は存在せず、大体 40~80 センチぐらいの物が多く、壁状に積む際に厚さ方向に 2 段積むことがある。INC が被災建物のひび割れが広がらないか計測を行っていた。アドベ造の被害は、大体は壁が面外に倒壊している。建物全体に箍をはめる等の対策が必要である。



写真 2-2-5-1 Centro の通りの風景



写真 2-2-5-2 被害を免れたアドベ造

手前は崩壊して撤去されている。屋根の形はモヒネテ様式と呼ばれており、竹に似た材で作られている。



写真 2-2-5-3 壁が面外に倒れ始めている。
地震後、一週間程度をかけてここまで開いたとのこと。



写真 2-2-5-4 アドベのユニットの長さ



写真 2-2-5-5 INC が貼り付けたひび割れ幅の増加を測るための道具。

2-2-6 Plaza de Armas の前の壁。

1792年に出来た建物のファサードである。1868年の地震でも大きな被害を受け、壁の裏側の表面がはがれる被害を受けている。本地震での被害は、壁上部の一部のシジャーが落下した程度で、全体としては軽微である。しかしながら、落下部分の下にも未だベンチが置いてあり、そこに人が座っている。更に落下する危険性も高く、かなり危険である。INCにはその件を伝えた。



写真 2-2-6-1 壁の全景



写真 2-2-6-2 1868年の地震被害
壁裏側の表面がはがれる。



写真 2-2-6-3 壁上部の落下



写真 2-2-6-4 壁上部のずれ

2-2-7 San Francisco 地区

この地区のほとんど（約 80%）がアドベ造であり、ほぼ全ての建物が何らかの被害を受けている。この地区の地形は谷状の地形をしているが、その谷底部分に比べて、斜面部分に被害が多い。地震動の増幅によると考えられる。住宅は、斜面上部から建ち始め、徐々に下へと広がった。また、アドベ以外の建物では、主だった被害は見受けられない。この斜面部分の建物がパンパ・デ・チェンチェン地区に移設される予定である。その地区は、膨潤土であることが知られているが、移設できる地域はサンアントニオ地区かパンパ・デ・チェンチェン地区しかない。サンアントニオ地区には既に住居が多い。CISMID がパンパ・デ・チェンチェン地区の地質調査を行い、アドベ造の場合は1階建てにするよう助言しているとのこと。

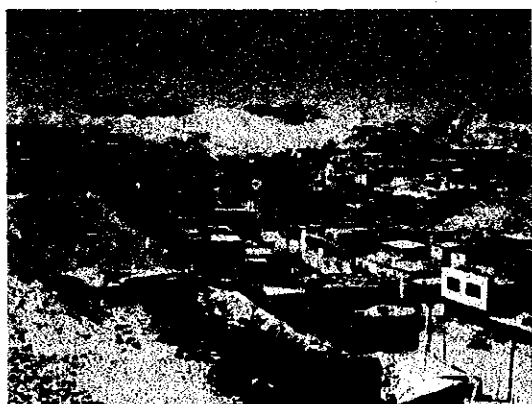


写真 2-2-7-1 San Francisco 地区。
谷を形成していることが分かる



写真 2-2-7-2 使われているアドベの大きさ
アドベの壁厚は Centro 地区に比べて薄い

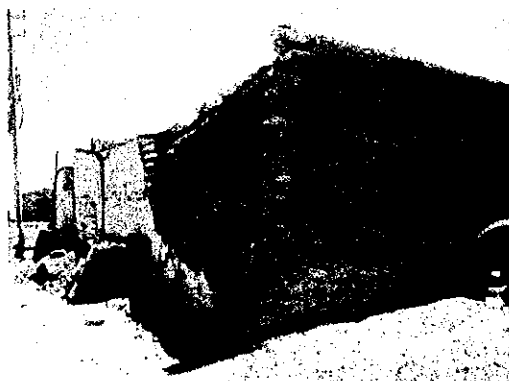


写真 2-2-7-3 アドベ造建物の被害。
壁が崩落している。



写真 2-2-7-4 傾斜地に被害が多い
アドベ以外の建物（2階建て以上）の
被害は軽微青い建物は仮設住

2-2-8 パンパ・デ・チェンチェン地区

大きな被害を受けたサンフランシスコ地区の住民の移動が計画されている。しかしながら膨張性の粘土地盤が存在しているため、調査及び対策が検討されている。既に不法占拠をしているものがおり、問題化している。それらの中には、他地区に既に住居を持っており、さらに不法占拠した所を賃貸貸ししているものがある。現在、市中心部に向けて道路を造っている。

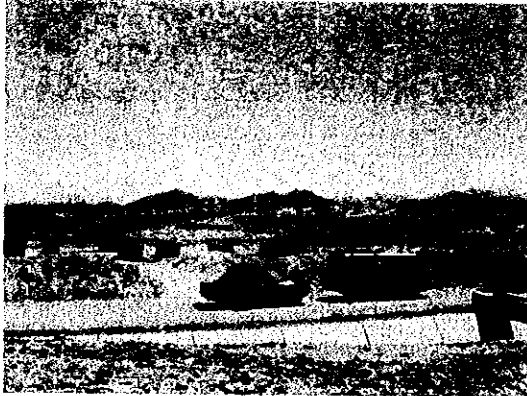


写真 2-2-8-1 水路と不法占拠



写真 2-2-8-2 不法占拠

2-2-9 El Mirador Hotel プールサイド日よけの柱

ホテルのプールサイドの日よけの柱が柱脚で曲げ破壊。2本柱で屋根スラブを支えているが、片側は屋根フレームのみ、もう片方には屋根スラブが載っている。屋根スラブのある方の柱柱脚が曲げせん断破壊を生じた。主筋が端部ヒンジ領域で継がれている。主筋は座屈している。

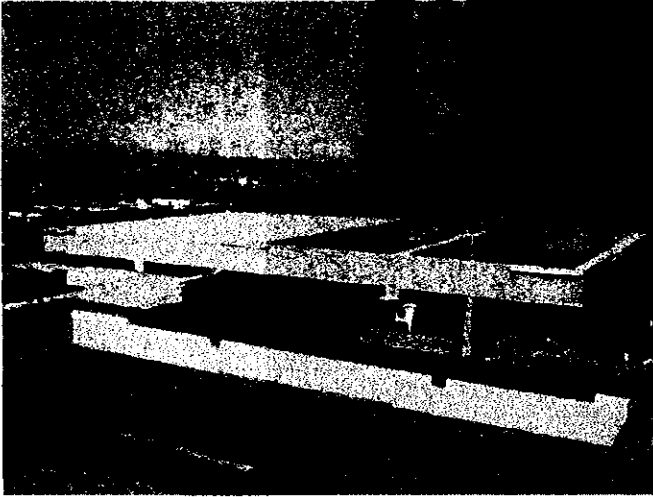


写真 2-2-9-1 全景

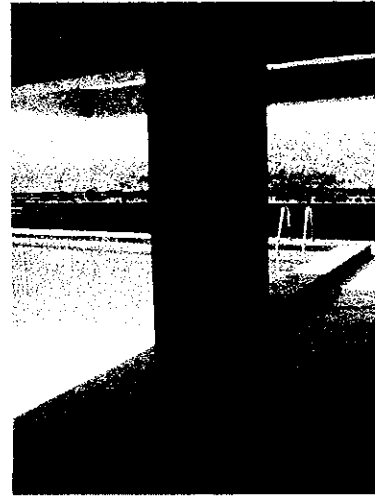


写真 2-2-9-2 屋根スラブを支える柱。
柱脚で曲げせん断破壊。



写真 2-2-9-3 もう一方の柱は健全
梁に曲げひび割れが確認できる。



写真 2-2-9-4 柱脚部
端部で鉄筋を継いでいる（右端）。

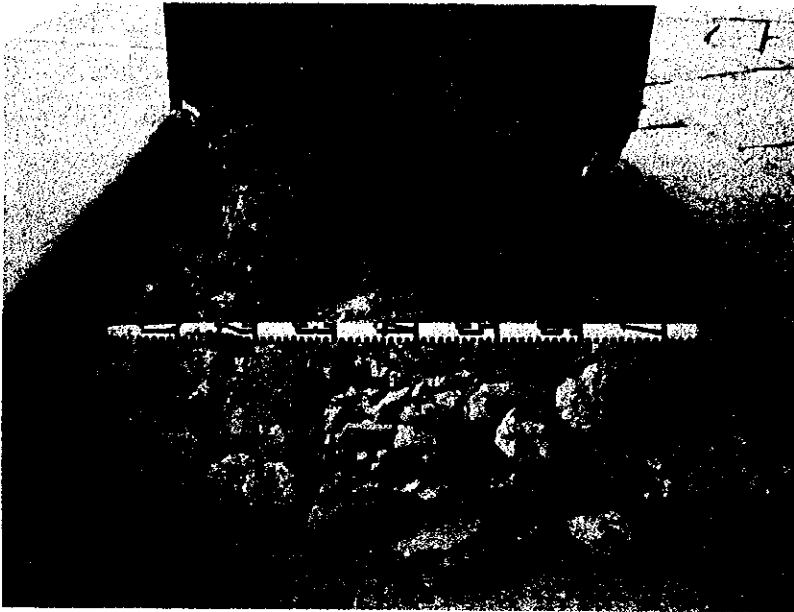


写真 2-2-9-5 柱脚部。主筋は座屈している。

2-3 タクナ県の被害

2-3-1 被害概要

タクナ県は、ペルー最南部の県で、チリ、ボリビアに接しており、人口は28万人弱、内タクナ市に25万人弱が集中している。

タクナ市では、被災人口は19万人、住居戸数約5万5千戸に対し、倒壊等の甚大な被害を受けたものは約3700戸、軽微なものは約14、000戸となっている。

市内でも、所々崩壊したアドベ造があった。

新興住宅地であるシウダ・ヌエバ地区の町役場は、鉄筋コンクリート造であるが、柱のせん断破壊が見られるなど、大きな被害が出ている。

2-3-2 SENCICO タクナ支部

SENCICO ワークショップの屋根を支える鉄骨材と R/C フレームの接合部に被害。梁間方向のフレームごと面外に変形し、それにより鉄骨材に引張力が作用し、結果コンクリート部材との取合い部で鉄骨材が引き抜かれたと考えられる。

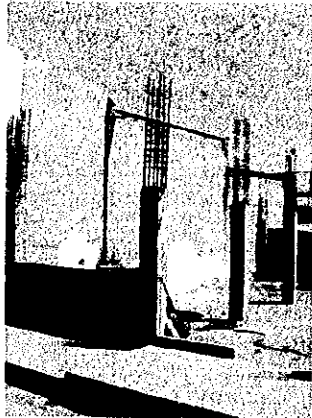


写真 2-3-2-1 ワークショップ表面。
右側段差部分にかかる
鉄骨の取合い部での被害

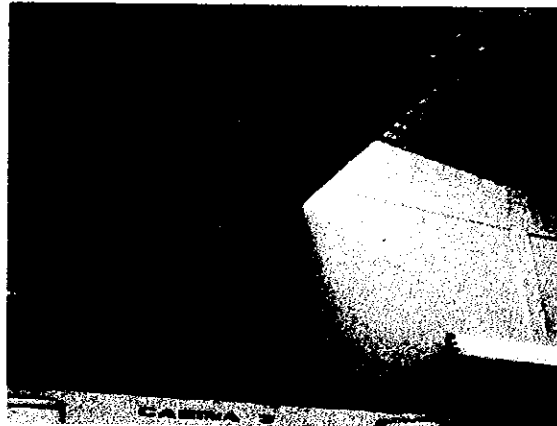


写真 2-3-2-1 鉄骨部材とコンクリート部材
の取合い部の被害。

2-3-3 区役所 (Ciudad Nueva)

本建物は区役所に使用していた建物で、災害時の避難場所としても計画されていたが、地震により被害を受けた。2階建てであり、1階はRCフレームにコンクリートブロック壁、2階はRCフレームに穴明きレンガ壁がはめ込まれている。構造技術者の手は設計時に入っていないという。桁行方向4スパン、梁間方向3スパンである。柱サイズはコア部分で 55cm×35cm、6-D18、 $\phi 8@200$ である。一部横補強筋の無い柱もあった。梁間方向に梁がない。1階に被害が集中しており、特に建物後面の柱は高い腰壁により短柱となっており、せん断破壊している。

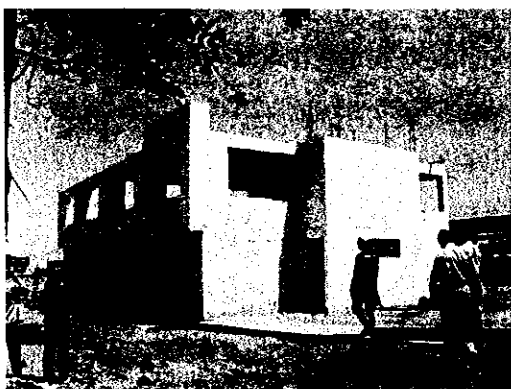


写真 2-2-3-1 建物外観

屋上のバラベットは撤去している



写真 2-2-3-2 CB壁と柱の被害

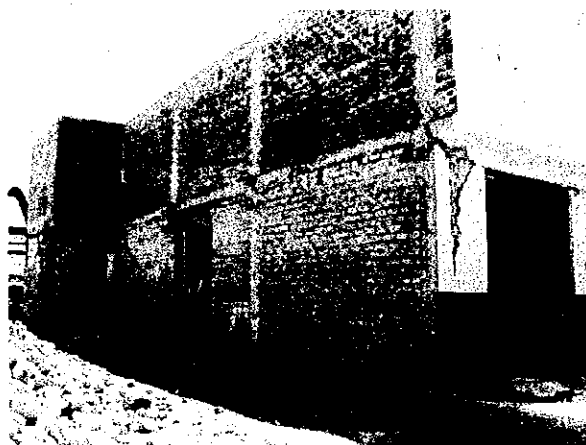


写真 2-2-3-3 壁のせん断ひび割れ

1階 コンクリートブロック壁

2階 れんが壁



写真 2-2-3-4 短柱のせん断破壊

横補強筋がない

2-3-4 COLEGIO NACIONAL MARISCAL CACERES

1994年築。8×1スパンの2階建て校舎である。北東方向が桁行き方向で、桁行きスパン長さは4m、梁間スパン長さは5m、階高は約3mである。横補強筋にも異形鉄筋が使われており、柱サイズは45×36cm、コア部分の幅は20cm程度で、被りは約7.5cmであった。2スパンに1つ梁間方向に壁がある。壁は構造計算上考慮していると考えられ、柱主筋の太さ、補強筋の種類（雑壁が取り付くところでは丸鋼、雑壁が無いところでは異形鉄筋が使われている）も異なる。壁はCB造である。

同一敷地内、同一方向に立つ1990年築の、日本の援助により建てた2階建て校舎の被害は軽微で、1本の柱にせん断ひび割れ程度であった。

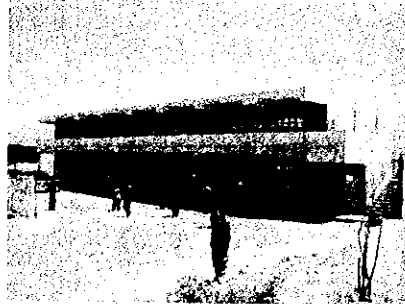


写真 2-3-4-1 校舎全景。



写真 2-3-4-2 廊下側柱のせん断破壊 腰壁による柱の短柱化が原因



写真 2-3-4-3 短柱部分の長さは約 145cm

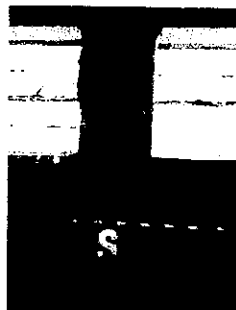


写真 2-3-4-4 窓側柱のせん断破壊柱幅は約 35cm



写真 2-3-4-5 短柱部分の横補強筋間隔は約 12cm



写真 2-3-4-6 1階窓側柱のほとんどは短柱
横化によりせん断破壊している

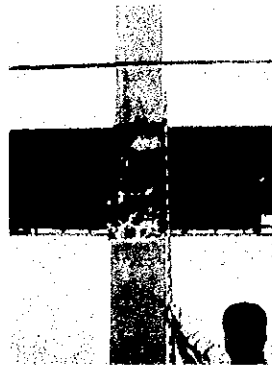


写真 2-3-4-7 窓側柱の外側この柱には、横
補強筋がほとんど配されていない



写真 2-3-4-8 2階建て校舎（1990年）
日本の援助を用いて建てられた

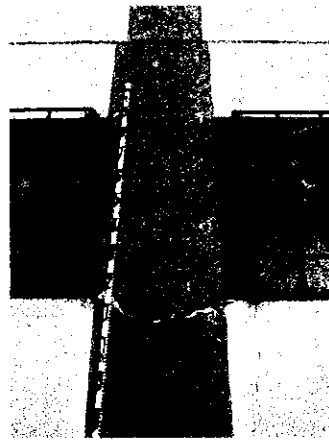


写真 2-3-4-9 柱被害
1本の柱でせん断ひび割れが確認された



写真 2-3-4-10 現在は、仮設住宅で授業が行われている

2-3-5 住宅街

溪谷の底部分で、人工的に埋め立てた部分の住宅街である。3階建ての建築物が大きな被害を受けている。柱が斜めに施工されていたり、ジャンカがあったりしており、施工品質が確保されていない。また階段室壁の鉄筋の定着が無く、落下している。

復旧工事を行っているれんが造の建物もあった。



写真 2-3-5-1 3階建て建物の被害

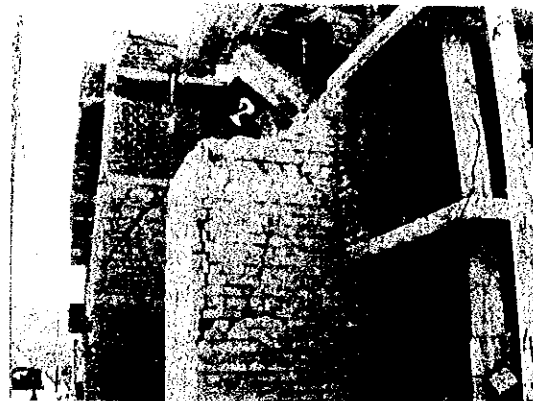


写真 2-3-5-2 階段室壁の被害
3階部分は落下



写真 2-3-5-3 コンクリートブロック

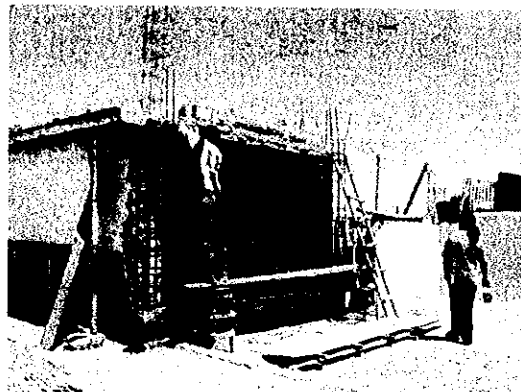


写真 2-3-5-4 近くでの復旧工事

2-3-6 Hospital HIPOLITO UNANUE

地上5階地下1階建の、1950年前後に建築された国立病院である。構造は、R/C造フレームにCBの壁、一部レンガが壁に使われている。雑壁に軽微なひび割れが確認される程度の軽微な被害であった。地震時に上下水がストップし、ガス設備の被害が大きかった。スチーム機械（病院内で消毒に使用）が被害を受け、取り替えたいが埋設配管を全て取り替える必要がある。地下水をポンプで汲み上げて、高架水槽に上げているが、そのポンプが地震後動かなくなった。現時点も救急と外来のみで、入院は制限されている。建物の構造自体の被害は無いが、ガラスの固定に硬質パテを使用しているため、地震時に割れる可能性が高い。



写真 2-3-6-1 建物全景



写真 2-3-6-2 雑壁と構造体の境の
ひび割れ（写真は階段室）

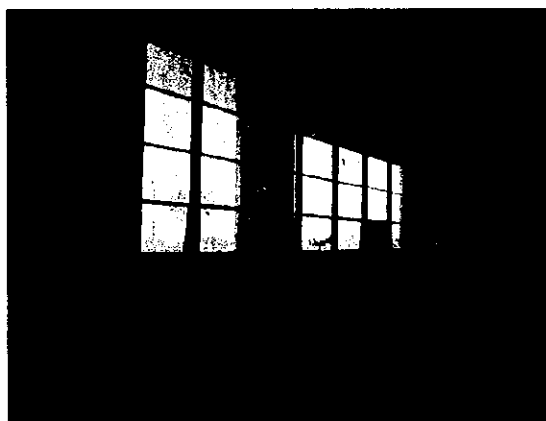


写真 2-3-6-3 窓ガラスの破損
硬質パテを使用している。

2-3-7 ホルヘ・パサドレ・ケトローマン大学

ホルヘ・パサドレ・ケトローマン大学は 14 学部、30 専門学科、8000 人が学ぶ大学である。被害を受けた FACF 校舎は 1996 年築である。南西角柱 1 階柱脚曲げおよび上下端接合部せん断ひび割れが発生している。内柱は上下端に曲げひび割れが発生している (1 階のみ)。

JICA が機器供与し、CISMID が設置した地震計がある。

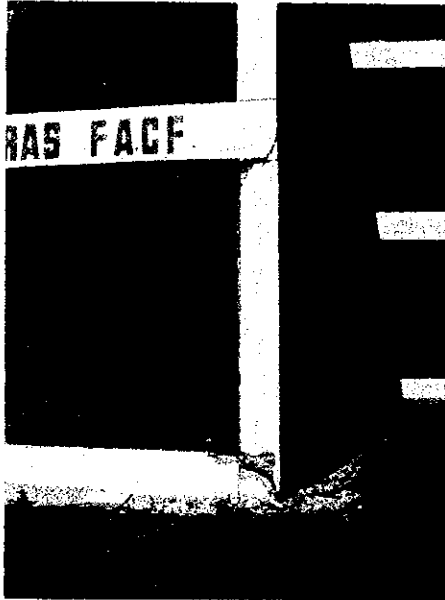


写真 2-3-7-1 壁と柱梁接合部の被害

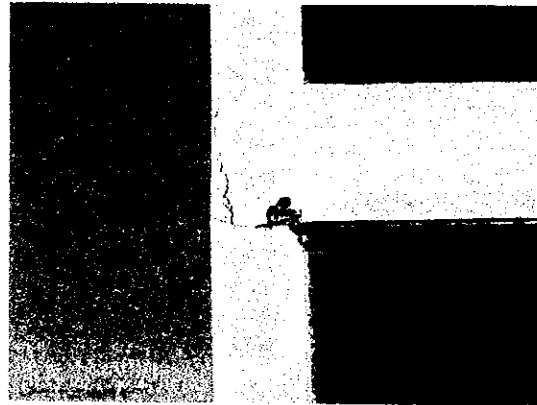


写真 2-3-7-2 柱頭の被害



写真 2-3-7-3 被害を受けた壁
応急的支持

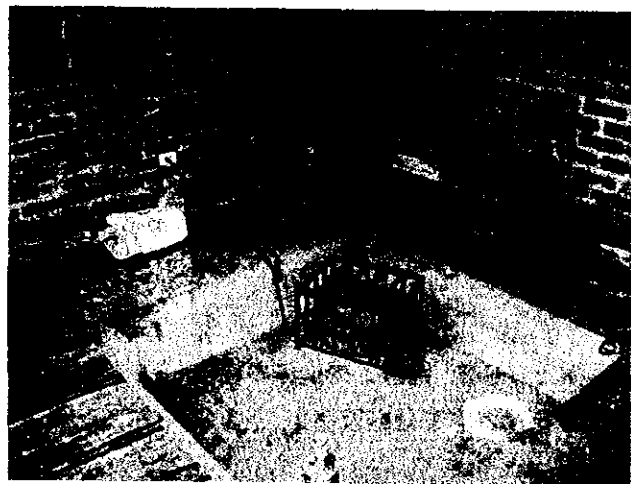


写真 2-3-7-4 地震計

2-3-7 ホルヘ・パサドレ・ケトローマン大学

ホルヘ・パサドレ・ケトローマン大学は 14 学部、30 専門学科、8000 人が学ぶ大学である。被害を受けた FACF 校舎は 1996 年築である。南西角柱 1 階柱脚曲げおよび上下端接合部せん断ひび割れが発生している。内柱は上下端に曲げひび割れが発生している (1 階のみ)。

JICA が機器供与し、CISMID が設置した地震計がある。

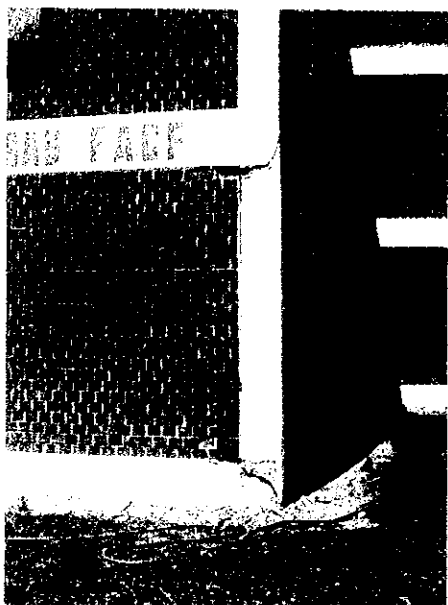


写真 2-3-7-1 壁と柱梁接合部の被害

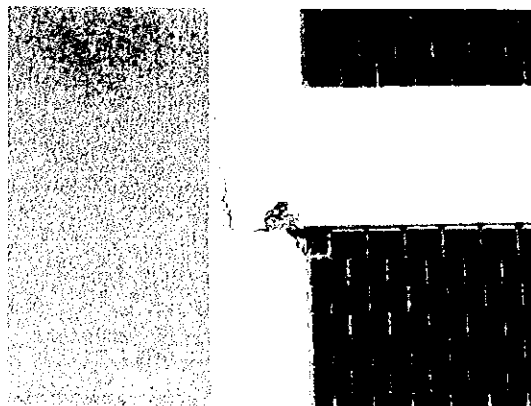


写真 2-3-7-2 柱頭の被害



写真 2-3-7-3 被害を受けた壁
応急的支持

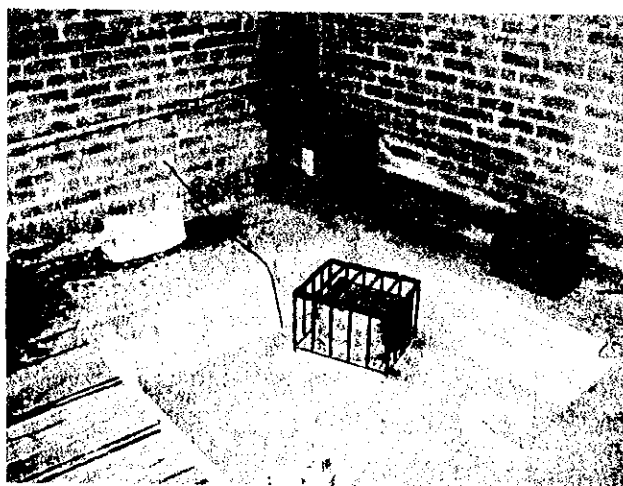


写真 2-3-7-4 地震計