

チリ共和国
研究協力「構造物群の地震災害軽減技術」
終了時評価報告書

平成10年4月
(1998年4月)

JICA LIBRARY



J1151683181

国際協力事業団
派遣事業部

JICA
704
624
EXS
LIBRARY

派 二
J R
98-3

チリ共和国
研究協力「構造物群の地震災害軽減技術」
終了時評価報告書

平成10年4月
(1998年4月)

国際協力事業団
派遣事業部



1151683(8)

序 文

チリはその地理的事情から地震災害の被害を被ることが多く、自然災害対策を重要な国策として位置づけてきました。これまでに、構造物群の耐震設計に関する研究協力がチリ側の実施機関であるカトリカ大学で実施されていましたが（1989～1991年）、その成果を踏まえたうえで、今後のチリの地震防災技術のための応用的研究の推進とその普及が必要との認識から、チリ政府はわが国に対し、研究協力による地震防災技術のための応用的研究の推進と普及にかかる技術協力を要請してきました。

この要請を受け、国際協力事業団は平成6年10月1日から3年間にわたり、研究協力「構造物群の地震災害軽減技術」を実施しました。本件協力の終了にあたり、当事業団は協力実績の把握や協力効果の評価を行うことを目的として、平成10年3月30日から4月11日まで広島大学工学部第4類建設構造工学教授 北川良和 氏を団長とする終了時評価調査団を現地に派遣しました。

本報告書は、同調査団によるチリ政府関係者との協議および現地調査などの結果を取りまとめたものです。この報告書が今後の協力実施の際の参考となるとともに、本件協力により達成された成果がチリの発展に寄与することを祈念する次第です。

本件協力および本調査の実施に際し、ご協力とご支援をいただいた内外の関係者の皆様に対し、心より感謝いたします。

平成10年4月

国際協力事業団

理事 佐藤 清

目 次

序文	
第1章 終了時評価調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	1
1-4 主要面談者	2
1-5 終了時評価の方法	3
第2章 研究協力実施の経緯および概要	4
2-1 要請の背景と内容	4
2-2 協力実施の経過	4
2-3 協力実施過程における特記事項	6
第3章 計画達成度	7
3-1 活動と成果	7
3-2 上位目標と成果の関連性	8
第4章 評価結果	9
4-1 目標達成度	9
4-2 効果	9
4-3 実施の効率性	11
4-4 計画の妥当性	11
4-5 自立発展性	12
第5章 評価結果総括および提言	15
付録	
1 主要訪問先機関	16
2 PDM	17
3 List of Publications	18

資料

1	合同評価報告書	23
2	R/D (討議議事録)	40

第1章 終了時評価調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

1995年10月1日から3年間にわたり実施したチリ国研究協力「構造物群の地震災害軽減技術」について、当初計画に照らし評価5項目（目標の達成度、効果、実施の効率性、計画の妥当性、自立発展性）の観点から終了時の総合評価を行い、今後の協力のあり方や実施方法改善に資することを目的として終了時評価調査団を派遣した。

1-2 調査団の構成

総括	北川 良和	広島大学工学部第4類建設構造工学教授
分析評価	緑川 光正	建設省建築研究所基準認証研究センター国際基準研究官
計画評価	城戸 芳里	国際協力事業団派遣事業部派遣第二課

1-3 調査日程

日順	月 日(曜日)	工程・業務内容
1	3月30日(月)	調査団成田出発
2	31日(火)	サンチャゴ着(08:45 UA997) 在チリ日本大使館、JICAチリ事務所表敬
3	4月1日(水)	AGCI表敬、カトリカ大学学長・学部長表敬およびカトリカ大学にて本研究協力の評価および今後についての協議
4	2日(木)	住宅・都市計画省、チリ大学表敬およびカトリカ大学にて本研究協力の評価および今後についての協議
5	3日(金)	ダム国際委員会(ICOLD)、内務省緊急対策本部(ONEMI)表敬およびカトリカ大学にて本研究協力の評価および今後についての協議
6	4日(土)	資料整理、団内にて報告書案執筆
7	5日(日)	資料整理、団内にて報告書案執筆
8	6日(月)	チリ建築協会(CCHC)表敬およびカトリカ大学にて本研究協力の評価および今後についての協議
9	7日(火)	カトリカ大学にて本研究協力の評価および今後についての協議および国家標準規格協会(INN)表敬
10	8日(水)	教育省表敬、合同評価報告書署名(教育省)およびJICAチリ事務所にて今後についての打合せ
11	8日(木)	JICAチリ事務所および在チリ日本大使館への報告 調査団サンチャゴ出発(20:20 UA996)
12	9日(金)	(マイアミ・ロサンジェルス経由)
13	10日(土)	調査団成田着

1-4 主要面談者

<日本側>

實井 正樹	在チリ日本大使館 二等書記官
石井 和男	JICAチリ事務所 所長
大槻 清隆	同 担当所員
小林さとみ	同 所員
大場 三穂	JICA企画調査員

<チリ側>

Mr. Jose Pablo Arellano	Minister of Education
Mr. Josefina Lira	Director of International Department, Ministry of Education
Mr. Pilar Bianco	International Department, Ministry of Education
Mr. Bernadino Sanhueza Pino	Executive Director (Subrogant), Agencia de Cooperacion Internacional de Chile (A G C I)
Mr. Carlos Otriz	Coordinator, Agencia de Cooperacion Internacional de Chile (A G C I)
Ms. Adriana Lagos Toro	Coordinadora Asia Pacifico, Agencia de Cooperacion Internacional de Chile (A G C I)
Dr. Juan de Dios Vial	Rector, University Catolica
Dr. Aldo Cipriano	Faculty of Engineering, University of Catolica
Mr. Hector Lopez Alvarado	Head of Department of Technical Division, Ministry of Housing
Mr. German Diaz Felin	Department of Technical Division, Ministry of Housing
Mr. Daniel Zunico	Architect, Ministry of Housing
Dr. Edgar Kausel	Professor, Department of Geophysics, University of Chile
Dr. Jaime Campos	Department of Geophysics, University of Chile
Mr. Guillermo Noguera	President, International Committee on Large Dams (I C O L D)
Mr. Victor Hugo Illanes	Director of Civil Protection, O N E M I
Dr. Mariano Gonzalez	Professor for Civil Protection, O N E M I

Mr. Juan Cayupi	Volcanologist, O N E M I
Mr. Tadashi Asai	President of Technological Committee, Chilean Chamber of Construction (C C H C)
Mr. Augusto H. H. Fuenzalida	Civil Engineer, Chilean Chamber of Construction (C C H C)
Mr. Gustavo Lange Ovalle	Civil Engineer, Chilean Chamber of Construction (C C H C)
Mr. Lee Ward	Executive Director, National Institute of Standarization (I N N)

1-5 終了時評価の方法

- (1) 本プロジェクト開始に際してチリ政府と合意したミニッツ (Minutes of Meeting) に基づき、計画達成度を把握し、評価5項目 (目標達成度、効果、実施の効率性、計画との妥当性、自立発展性) の観点から評価を行い、今後の協力のあり方や実施方法改善の参考とするため必要な提言を行う。
- (2) 調査団は調査結果 (案) を作成し、チリ側と協議のうえ、ミニッツの形で双方確認することとする。
- (3) 調査団は、帰国後調査報告書を完成させる。

第2章 研究協力実施の経緯および概要

2-1 要請の背景と内容

(1) 要請背景

チリ政府は、その地理的事情から地震災害の被害を被ることが多く、自然災害対策を重要な国策として位置づけてきた。すでに構造物群の耐震設計に関する研究協力がチリ側機関であるカトリカ大学で実施されていたが（1989～1991年）、その成果を踏まえたうえで、今後のチリの地震防災技術のための応用的研究の推進とその普及が望まれていた。その状況のなかで、研究成果を地震防災対策の一助とすることを目的として、個別専門家研究協力による地震防災技術のための応用的研究の推進と普及にかかる技術協力をわが国に要請してきた。

(2) 要請内容

地震動および建築物応答評価、建築物の被害評価と耐震補強、地盤工学に関する被害評価などを実施し、研究成果を地震防災対策の一助とすることを目的として、1995年10月から3年間の研究協力が要請された。具体的には、サンチャゴ首都圏の地盤条件の分布および動的特性の分布を把握し、地震波動伝播の解析プログラムの作成、解析方法、解析結果の解釈手順などの技術移転や、加力装置を使用して耐震実験・研究を行うという内容であった。

2-2 協力実施の経過

(1) 事前調査団の派遣

本プロジェクトにかかる事前調査団は、1995年8月6日から8月16日の11日間派遣され、協力実施計画の協議を行った。

〈団員構成〉

総括	大町 達夫	東京工業大学社会開発工学専攻教授
運営管理	渡辺 一雄	国際協力事業団派遣事業部派遣第二課課長
地盤工学	山田 恭央	筑波大学構造工学系助教授
構造工学	平石 久廣	建設省建築研究所複合構造研究官
土質動力学	山崎 吉高	応用地質(株)探査工学研究所技師補
協力企画	森 雅樹	文部省学術国際局学術課事務官

(2) 協力実施スケジュールの経過

本プロジェクトでは、以下のとおり、専門家派遣、機材供与、カウンターパート研修を実施した。本邦購送機材の供与が当初計画より多少遅れたものの、専門家派遣、カウ

ンターパート研修については、おおむね計画どおり実施できた。

① 専門家派遣

〈長期〉

・地震防災	山崎 吉高	1994. 10. 30～1995. 11. 29
・地震防災	多賀 直恒	1995. 10. 15～1996. 10. 14

〈短期〉

1995年度

・地盤工学	山田 恭央	1995. 5. 12～1995. 8. 11
・セミナー／地震工学	翠川 三郎	1995. 7. 22～1995. 8. 2
・セミナー／地震工学	多賀 直恒	1995. 7. 22～1995. 8. 11
・セミナー／構造工学	上之蔭隆志	1995. 7. 22～1995. 8. 6
・機材据付け・調整	馬目 誠	1996. 1. 10～1996. 1. 29
・機材据付け・調整	鈴木 浩志	1996. 1. 10～1996. 1. 29

1996年度

・セミナー／地震工学	北川 良和	1996. 8. 1～1996. 8. 12
・セミナー／構造工学	渡邊 史夫	1996. 8. 1～1996. 8. 12
・セミナー／地盤工学	東畑 郁生	1996. 8. 1～1996. 8. 12
・セミナー／地盤工学	大町 達夫	1996. 9. 20～1996. 10. 31
・構造工学	小川 淳二	1996. 10. 1～1997. 3. 31

1997年度

・構造工学	小川 淳二	1997. 4. 18～1997. 5. 18
・機材据付け	堀内 俊一	1997. 4. 18～1997. 5. 15
・耐震診断	牧野 里美	1997. 5. 1～1997. 7. 30
・地震工学	年繩 巧	1997. 6. 26～1997. 7. 11
・耐震診断	小林 克己	1997. 7. 1～1997. 9. 30
・セミナー／構造工学	塩原 等	1997. 9. 20～1997. 9. 30
・セミナー／地盤工学	安田 進	1997. 9. 20～1997. 9. 30
・セミナー／構造工学	上之蔭隆志	1997. 9. 20～1997. 9. 30
・セミナー／地震工学	翠川 三郎	1997. 9. 20～1997. 9. 30

② カウンターパート研修

・地盤工学	Juan Carlos de la Liera	1995. 6. 5～1995. 6. 27
・地盤工学	Jorge Hernan T. Troncoso	1995. 11. 11～1995. 11. 25
・地震工学	Rafael Riddei Carvajal	1996. 9. 8～1997. 9. 22

- ・地盤工学 Fernando R. Roa 1997. 1. 6～1997. 1. 18
- ・構造工学 Karl B. Luders Schwarzenberg 1997. 10. 20～1997. 11. 7

③ 供与機材（主なもの）

加力装置（水平アクチュエータシステム）、パソコン、プリンター、計算機、ハイドロホン、地震探査装置、強震計、GPS時計、合計約3200万円相当

2-3 協力実施過程における特記事項

- (1) 同じ短期専門家が二度、三度と派遣されることが特に多かった。これは、最初の派遣では現地事情やプロジェクトの様子、カウンターパートの技術レベルなどを十分に把握するためである。この結果、プロジェクトを通じ、二度目以降の派遣では技術移転がよりスムーズに進んだ。このことが本プロジェクトの技術移転に大いに貢献したものと判断される。
- (2) 本邦調達機材の現地到着が計画より遅れたが、派遣中であった短期専門家を機材到着に合わせて再度派遣し、機材据付けに対応するなどの方法でプロジェクト実施への影響を少なくすることができた。

第3章 計画達成度

3-1 活動と成果

(1) 活動

① 活動場所

技術移転活動の場所としては室内と現地である。室内業務には、執務室、秘書およびタイピストなどが必要であり、カトリカ大学がプロジェクト開始にあたり、これらを準備した。

現地での測定・試験調査実務については、1996年に地盤上に3地点（クラカビ、サンアントオ、バルパライソ）を新設した。試験のための掘削機械、輸送用車両などは大学所有の物を使用した。

② 活動内容

各分野の活動は表1のとおり。

表1

地震動および 建物応答評価技術	<ul style="list-style-type: none"> ・強震計を新設し、動作を確認した。また、既設強震計の点検・調整方法および新設強震計の取扱いを説明した。 ・強震記録データ集を出版した。
建築物の被害評価 と耐震補強技術	<ul style="list-style-type: none"> ・建築物の構造実験の実施、また耐震壁のせん断破壊実験を行い、その結果をもとに耐震壁の構造モデルを提示した。 ・日本の耐震診断の基本的考え方、計算方法、適用例を教示し、チリの一般的構造と日本の耐震診断の対象構造と違いを比較した。また耐震診断の考え方を検討し、必要な修正や補強方法を提示した。
地盤災害評価技術	<ul style="list-style-type: none"> ・4地点で地盤調査を実施、3成分コーン貫入試験装置によるサウンディング、標準貫入試験、PS検層試験を行い、土質動力学分野における助言および指導を行った。 ・過去の地震時地盤災害および斜面崩壊に関して、対策現地調査を行った。 ・常時微動測定による地盤震動特性調査、また原位置測定の手順、測定結果の解析方法、解析結果の解釈手順の技術指導を行った。また地震応答解析、また既往の調査結果を総合した地盤分類図を作成するなどの共同研究を行った。

(2) 成果と課題

実施協議において技術協力の範囲として

- ① 地震動および建物応答評価技術向上
- ② 建築物被害評価と耐震補強技術の向上
- ③ 地盤災害評価技術の向上

が確認されており、これらについては、表2のとおり成果が得られた。

表2

地震動および建物応答評価技術の向上	3地点を新設、建設中に9チャンネルの強震計を新設し、記録をとった。また、強震記録データ集を出版した。これらにより、サンチャゴの地盤特性についての解析技術が向上した。
建築物の被害評価と耐震補強技術の向上	構造実験を行った。また、耐震壁のせん断破壊実験を行い、その結果をもとに耐震壁の構造モデルを提案できるようになった。
地盤災害評価技術の向上	4地点で地盤の動的性質を調査し、まとめられた。過去の地震時および斜面崩壊に関して調査を行い、コンパイルを行った。また、サンチャゴ市内における常時微動測定を行い、その結果を解析し、まとめられた。

各分野において、1案件ごとの計画立案および個別技術は向上し、カトリカ大学において地震防災対策にかかる研究成果が出されたので、研究協力のプロジェクト目標としては十分に達成されている。

ただし、供与機材を活用していくうえで有効活用する助手レベルの人材が不足しているため、次のステップとして研究補助者（助手、技官、大学院学生など）の補充と確保が課題として残されている。

3-2 上位目標と成果の関連性

地震防災対策は政府の重要な国策のひとつとして位置づけられ、

- (1) 地震被害軽減に携わる高級技術者の育成に寄与した。
- (2) 研究成果の普及に寄与した。

これらの成果を踏まえ

- (1) チリの地震災害軽減技術の向上が大いに期待される。
- (2) チリおよび周辺諸国の教育・研究技術開発センターとして発展することが大いに期待される。

第4章 評価結果

4-1 目標達成度

(1) 成果の度合い

- ① 地震動および建物応答評価技術が向上した。以下に具体的内容を示す。
 - ・地震動に与える表層地盤の影響、サンチャゴ市における建物群に対する解析結果と実験結果との対応について良好な結果が得られている。
 - ・数多く観測された強震記録は、地盤特性の地震動に与える影響に関する研究に寄与している。
 - ・強震記録集は毎年出版され、チリ国内外の研究機関に公表されている。
 - ・大学院生、技術者は建物内での観測記録を用いて地震応答解析を行い、建物の振動特性の同定手法、解析モデルの評価を行っている。
 - ・観測機器は順調に作動している。これまでにコンピューターとの接続に不具合が生じたが、ケーブルプラグを交換することにより不具合が解消した。また、プロジェクト終了後、建物内に設置した観測機器が作動しなくなったが、日本にいる専門家と相談し、幾多のチェックを行ったが不具合は解消しなかった。日本から送付された3枚の新しいICボードを不具合部分と取り替えた結果、観測機器の不具合は解消し、観測が継続されている。
- ② 建造物の被害評価および補修技術が向上した。以下に具体的内容を示す。
 - ・壁、梁、柱といった鉄筋コンクリート造要素材の地震時挙動に関する知見が得られている。
 - ・各種鉄筋コンクリート造要素材の地震時挙動予測モデルが開発されている。
 - ・強震時に生じる鉄筋コンクリート造耐震要素材の損傷程度の評価を行うために、超音波測定法による新しい技術が開発されている。
 - ・被災した鉄筋コンクリート造要素材の補修・補強に関する技術が開発されている。
 - ・構造実験はプロジェクト期間中に、実大の鉄筋コンクリート造試験体（耐震壁23体、短柱10本、接合部18体）を対象に行われた。
- ③ 地盤災害評価技術が向上した。以下に具体的内容を示す。
 - ・地震計と間隙水圧計による数多くの地震記録が観測され、関係研究機関に公表されている。
 - ・PS検層装置と間隙水圧計は幾多の土質調査で有益に用いられている。

4-2 効果

- ・観測記録はチリでの地震動特性に関する研究に有用されており、その成果は学識経験

- 者・技術者を対象としたセミナーや会議で発表されている。また、地震工学分野での他の研究機関での研究に参照されている。
- ・建物内での観測記録は、建物応答を把握するうえで有用視され、建物のモデル化および応答評価に関する高度な研究を行ううえで使用されている。
 - ・カウンターパートは耐震設計規準や鉄筋コンクリート設計規準を作成する委員会のメンバーであり、プロジェクトを通じて得られた成果（新しい知見など）をもって貢献している。また、プロジェクト成果は学术论文19編、学位論文3編としてまとめられている。
 - ・セミナーには毎年100名以上の参加者がある。特に1995年開催されたセミナーを国際シンポジウムとして位置づけ、「最近の被害地震（神戸、ノースリッジ地震）からの教訓」と題し、学識経験者・技術者、政府関係者、学生を対象に250名以上の参加者のもと成功裏に終わった。そのプロシーディングは公表され、参加者全員に配布された。このセミナーの内容には、プロジェクトの成果や日本における地震災害低減技術の最近の開発状況などが含まれている。発表者は短期専門家、カウンターパート、海外招待者である。
 - ・カウンターパートによる研究成果は、建物の耐震設計規準の改正に反映されている。これは前述したように、カウンターパートが耐震設計や施工に関連するチリでの規準改正に携わる委員会のメンバーであることによっている。1996年の耐震設計規準（N c h 433）ではマイクロゾーニング、構造特性係数、改修などの項目が含まれている。工場建物に関する耐震規準で1997年にドラフトが作成されている。さらには、組積造建物に関する耐震規準は1996年に改正され、鉄筋コンクリート造建物に関する耐震規準は1997年にドラフトが作成されている。また鉱滓ダムに関する耐震設計と地盤斜面に関する設計手法もカウンターパートによって開発されており、近々新しい規準として採用される予定である。ここで留意すべき点は、これらの内容が毎年実施されているセミナーにおいて発表されていることである。
- (1) 成功要因および阻害要因
- ① 専門家とカウンターパートとの協調的な作業関係により、プロジェクト目標は成功裏に達成されている。これは両者の効果的な、特に共通語として英語による適切な相互連絡によるところが多い。またこのプロジェクトを通じ、カウンターパートと専門家による学部学生、院生との協調性が得られている。
 - ② 地震災害低減評価技術を習得するのに必要な資機材は計画どおりに供与されている。ただ、計画上多少の変更はあったものの、再調整によりプロジェクト遂行上問題とはならず、予定された成果が得られている。J I C Aによって供与された機材

は、高品質、高精度であり、それがプロジェクトの良好な成果につながっている。

- ③ 土質調査において、Codelco El TenienteとVeta del Agua、地震計の設置に際して、Hidrografico y Oceanografico de la Armada といった土質調査会社から協力を得ている。

4-3 実施の効率性

(1) 投入の量と質

- ① 長期専門家と短期専門家は計画どおり派遣されている。
② 供与された機材はプロジェクトの目的に寄与している。

(2) 投入の時期

- ① 地震防災のための評価技術はカウンターパートへ適切に移転され、計画に従った目標を達成している。以下に具体的内容を示す。
- ・自由地盤、建物内での地震観測は計画どおりに実施され、メーカー側によるカウンターパートへの情報は機材を維持管理するうえで有益なものとなっている。
 - ・構造物被害評価および補修分野で供与された機材は計画どおりに作動している。
 - ・PS検層装置は計画より遅延し、山崎長期専門家滞在中に到着しなかったが、装置の仕様について技術移転されており、装置到着後カウンターパートによって有益に用いられている。
- ② 維持管理費、運営費などの経常経費は適切に割り当てられている。
③ 専門家、カウンターパートは適切な時期に派遣されている。
④ 日本でのカウンターパートの研修は計画どおりに実施されている。
⑤ セミナーは学識経験者、技術者を対象に毎年実施されている。

4-4 計画の妥当性

(1) 国家政策

プロジェクトは、チリ政府が重要な国策としている地震防災政策の推進に寄与している。チリ政府の国策は、1999年より震後対策から震前対策へ移行しており、このことは、ONEMI（内務省緊急対策本部）での政策の基本方針に盛り込まれている。このためプロジェクト成果は大変有益なものとなっている。

(2) プロジェクトレベル

プロジェクトは、多少の内容の調整はあったものの、計画どおりに実施された。プロジェクト期間中顕著な社会・経済的变化はなく成功裏に終了した。またプロジェクトは政策上の優先順位も高く位置づけられており、地震防災分野での最優先分野として地震

工学部門に属している。

4-5 自立発展性

(1) 組織的側面

① 研究体制の強化

プロジェクトは地震災害低減技術に関する教育・研究を伴う工学部門の資質向上に役立っている。これはFONDECYT、FONDEFといった政府基金の確保を可能とし、学生、院生のレベル向上につながっている。

② 自立発展の見通し

プロジェクトによって供与された機材は今後維持・管理され、研究応用面で有益な情報を提供するものと考えられる。供与機材は大変頼りにされており、何ら問題なく、将来ともに稼働することが期待される。もし何らかの不具合が生じた場合、日本の専門家や技術者を通じて適切な助言、助力を得ることが望まれる。

プロジェクト成果は、各課題ごとに地震災害低減技術を開発推進するうえで有益なものとなるよう、カウンターパートの各種規準作成委員会への参加、より高度な研究を行ううえで必要なデータの蓄積といった形でも活用されるものと考えられる。

③ 他の研究機関による評価

調査団の訪問先は以下の7機関である。これら各機関の役割を付録1に示す。

国際協力庁

(AGCI (Chile Agency for International Cooperation)、Bernardino Sanhueza長官代行)

住宅・都市計画省

(Ministry of Housing and Urban Planning、Mr.Hector Lopez, Head Department of Technical Division)

チリ大学地球物理学科

(University of Chile, Dr.Edgar Kausel, Professor of Department of Geophysics)

ダム国際委員会

(ICOLD (International Committee of Large Dams)、Mr.Guillermo Noguera, President of ICOLD)

内務省緊急対策本部

(ONEMI (National Agency Office)、Dr.Victor Hugo Illanes, Sociologist)

チリ建築協会

(CCHC (Chilean Chamber of Construction)、Mr.Hernan Doren, President of CCHC)

国家標準規格協会

(INN (National Institute for Standardization)、
Mr. Lee Ward Executive Director of INN)

これら各機関から得られた代表的な意見は以下のとおりである。

- ・地震災害低減技術の重要性を認める。
- ・震後対策より震前対策が重要であり、プロジェクトによる研究成果の反映が期待される。
- ・この分野での日本－チリ間の協力関係の継続が期待される。
- ・プロジェクト成果はセミナー、報告、論文などを通じ広く広報されている。

(2) 財政的側面

① 政府の研究成果活用方針

チリにおける規準の改正(案)は政府より財政支援された国家標準規格協会(INN)で作成される。カウンターパートは規準の改正や作成を行っているINN内に設置された規準委員会に参加している。この活動はカトリカ大学にとっても重要なことであり、高い評価を得ている。前述したように、地震災害低減技術に関する政府政策の基本方針は震前対策であり、カトリカ大学の高度な技術力は今後の教育・研究・開発に有益なものである。

② 活用に向けての管理運営体制の整備状況

カトリカ大学は学生選抜、研究プロジェクト、発表論文数といった観点からみると、幾多の分野でチリで一、二を競う高い水準を有する大学であり、知識領域での教育研究を支える長い伝統を有している。カトリカ大学のこの種の状況は今後とも続くと考えられる。また、カトリカ大学は、工学部の大変関心ある分野として地震災害低減技術に関する活動を支援する用意があるとしている。

③ 財政的裏づけ

カトリカ大学は、チリ政府よりかなりの部分が国庫補助されており、学費のみならず私的寄付、慈善基金、委託基金といったいくつかの他の財源によっている。さらには、大学での研究を実施するにあたって、FONDECYT、FONDEFといったいくつかの政府機関のみならず、私企業からの基金を得ている。

(3) 技術的側面

① 地震動および建物応答評価技術

地震観測記録は、地震工学分野、特にマクロゾーニング、マイクロゾーニングの観点から大変有用なものである。適切な地震災害低減政策とそのプログラムはデータの資質によるところが多く、将来的に継続すべきものである。このような状況のもとカトリカ大学でのグループは長期的目標として地震観測の継続、建物応答のモニタリン

グシステム、研究成果の普及とその応用を考えている。

② 建築物の被害評価と補修技術

プロジェクトより得られた技術的成果は、チリでの補修工程の信頼度を高めている。カトリカ大学構造実験棟に供与された機材を活用することによって、カウンターパートによる建物の補修分野での新しい技術の開発能力が向上している。

③ 地盤災害評価技術

地盤災害評価はプロジェクト成果をもとに行うべきもので、最も重要な事項として地震動の建物への影響過程での地盤性状による影響と基礎工事の検証をあげている。これはカウンターパートが1995年兵庫県南部地震の被害調査を行った際、地震災害の大きな原因は液状化と地盤変状であると指摘したことによっている。

(4) プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト目標達成度を日本側・チリ側相互に明確にするために、PDMを付録2に示す。

第5章 評価結果総括および提言

終了時評価調査団（以下評価調査団）は、プロジェクト評価結果で述べたように、プロジェクトは目標の達成度、効果、実施の効率性、計画の妥当性、自立発展性の観点から十分に達成されたものと判断した。すなわち、カトリカ大学の研究能力は、JICAによる供与機材と日本人専門家による技術移転により大きく向上しており、また、各種研究課題は計画どおりに成功裏に終了している。プロジェクト期間中に多くの研究論文や技術報告が発表されており、情報・経験の相互交換は両者にとって大変有益なものであった。

評価調査団は、チリ側グループがJICAによる研究協力相手として申し分のないカウンターパートであり、チリ国民のみならずラテンアメリカ地域での水平協力を通じ、地震国に対し耐震設計、地震災害低減技術開発とその活用を目標に、今後とも研究活動を続けるための協力を、可能な限り行う必要があると確認した。また、カトリカ大学より本プロジェクトの延長線上として、チリの近隣諸国（ラテンアメリカ諸国）を対象に、より高度な専門・学問的知識および技術を普及し、優秀な人材を育成するための第三国研修を実施したい旨の提案・要請を受けたため、この要請をJICA本部に伝えることに同意した。

なお、カトリカ大学でのこの種の高度な研修に関する提案はラテンアメリカ諸国よりの要請に基づくもので、チリ国際協力庁（AGCI）からも強く支持されているものである。

付録1 主要訪問先機関

- (1) AGCI, Chile Agency for International Cooperation (国際協力庁)
日本のJICAに相当する組織であり、本プロジェクトのチリ側受け入れ窓口機関。一連のプロジェクトの成果により地震工学分野での研究が進展したことを評価している。今後のプロジェクトの提案がカトリカ大学からAGCIに既に提出されている。提案に関する条件が整えば、AGCIとしても全面協力する用意がある。
- (2) Ministry of Housing and Urban planning (住宅・都市計画省)
住宅分野については、SERVIUという組織を通じて分譲住宅を建設し、中流以下の所得層を対象に住宅を供給している。建築関係基準についての責任を持っており、国家標準規格協会が作成した建築関係法令は、住宅・都市計画省が承認する。建築基準を仕様規定から性能規定に改訂することも現在考えている。
- (3) University of Chile, Department of Geophysics (チリ大学地球物理学科)
チリ国内の地震観測網により、発生した地震の震源位置やマグニチュードの算出をしている。政府関係機関や要請がある機関にそれらのデータを提供している。
- (4) ICOLD, International Committee of Large Dams (ダム国際委員会)
国際的な組織であり、各国に国内委員会が設置されている。日本の国内委員会では、東工大の木村猛教授が委員長を務めている。チリの鉾津ダムの耐震安全性は鉾業にとって重要な課題である。Santiago付近の大地震の再現期間は80年程度を想定している。1928年の地震でバラオナ鉾津ダムが被害を受け、河川が汚染された。
- (5) ONEMI, National Agency Office (内務省緊急対策本部)
Civil Defenseの組織であり、本部の下に地方庁(州庁、県庁、郡庁)単位の組織がある。人命・財産・環境の保護を目的としている。活動の原則は相互扶助であり、災害時には段階(階層)的に機能するように組織されている。災害時の責任は現地の組織にあり、特に従来は事後対策に重点が置かれていたが、現在は事前対策に重点を移している。従って、今後は理論的な裏付けの下に災害判断基準を準備する必要がある。各組織担当者を対象とした研修を実施しており、初級、中級、上級コースがある。各地域の災害マイクロゾーンネーションマップ作成を目指し、そのパイロット事業を住民も参加して25箇所で行っている。また、火山災害危険度マップ作成を目指して、国連、鉾山地質調査所と協力して火山観測を行っている。
- (6) CCHC, Chilean Chamber of Construction (チリ建築協会)
建築・土木関係企業の非営利団体であり、1951年に組織された。全国7000企業の内、1600企業が参加しており、個人参加も400名いる。現在、委員会が7つ設置されており、その中に研究開発委員会がある。約1年前にチリ建築会議(Institute de la Construccion)が組織され、チリ建築協会の他、住宅・都市計画省、公共事業省、大学などで構成されている。最近の研究開発活動の例としては、チリ・コンクリート工学会(セメント会社、建設会社、大学、チリ建築協会が参加)がコンクリート規格を作成し、ACIやCBEにそれを提案した。
- (7) INN, National Institute for Standardization (国家標準規格協会)
産業振興公団の下に財団組織である。役割は、1) 技術的規格・標準の作成、2) 証明機関の認証(acreditation)、3) 計量基準の調整、4) 規格・標準の普及である。7人で構成される理事会の下に5部門(標準、認証、計量、情報、総務・経理)で運営される。規格作成は、財団、協会、政府、大学、企業の関係者で構成される委員会で行う。作成されるのは任意規格であるが、作成した規格が法律で指定されて強制規格になる場合の他、法律にする目的で基準作成を依頼される場合もある。例えば、1985年チリ地震の後、大統領府からの依頼で、耐震基準を改訂した。建築物の設計標準なども委員会を設置して作成する。

付録2 PDM

プロジェクトの要約 (上位目標) 地震災害監視技術が利用される。 (プロジェクト目標) カトリカ大学のC/Pが適切な評価技術を得し、地震防災対策に係る研究成果を出す。	指標	指標データの入手手段	外部条件
<p>(プロジェクトの成果)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C/Pの地震動及び建物応答評価技術が向上する。 2. C/Pの建築物の被害評価と耐震補強技術が向上する。 3. C/Pの地震災害評価技術が向上する。 4. 機材・施設の適切な使用・維持・管理 	<p>建築規程が改正されている。 実務者のレベルが向上している。</p> <p>カトリカ大学のC/Pの研究能力及び技術が向上している。</p>	<p>建築規程 カトリカ大における研究成果及び報告書/学生用教材 カトリカ大における学術論文</p>	<p>建築規程が改正され、遵守され続ける。</p> <p>カトリカ大の研究事業運営費が確保して確保される。</p>
<p>(プロジェクトの活動)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地震動及び建物応答評価技術新築し、記録をとる。 2. 地震記録データ集を出版する。 3. 地震記録によりサンチャゴの地震特性について解析する。 <ol style="list-style-type: none"> 2. 建築物の被害評価と耐震補強技術 <ol style="list-style-type: none"> (1) 検証実験を行う。 (2) 耐震壁のせん断破壊実験を行い、その結果をもとに耐震壁の構造モデルを提案する。 3. 地震災害評価技術 <ol style="list-style-type: none"> (1) 4地点にて地震の動的性質を調査する。 (2) 過去の地震時及び斜面崩壊に因りて調査を行い、コンパイルを行う。 (3) サンチャゴ市内における常時微動測定を行い、結果を解析、まとめる。 (4) 3つのテレーリングラムに対する土質調査を行う。 4. 機材・施設の使用・維持・管理 <ol style="list-style-type: none"> (1) 機材の供手・修理を行う。 (2) 機材の維持管理手続を指導する。 5. セミナー開催及び技術情報の交換 	<p>1. 受託試験数 2. 耐震壁構造モデルの提案 3. 各結果のデータ化 4. 機材の使用頻度・稼働率</p>	<p>1. 強震記録データ集、セミナー報告書 2. 地震工学会議・セミナー報告書 3. データ記録集 4. 定点・定期観測記録</p>	<p>a. 技術を習得したC/Pが定着する。</p>
<p>(投入)</p> <p>日本側</p> <p>専門家派遣 2名/3年 長期専門家 20名/3年 短期専門家 32,290千円 機材供与 5名/3年 研修員受入</p>	<p>ナリ側</p> <p>施設の提供 委員の確保 アロゾ・エレクトロ・イネーテ 各専門分野の技術者5名 事務員 雑役要員 機材の提供 測定機材 運営費 人件費 施設及び機材の維持管理費 光熱水道費 その他管理費</p>	<p>c. 本邦調達機材の通関及び輸送に支障がない。</p>	<p>(前提条件) a. 政府の政策に変更がない。 b. カトリカ大学の実施体制(予算、人員配置、保有機材等)の大幅な縮小がない</p>

付録3 List of Publications

1. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1994)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 95-1, April, 1995, pp.116.
2. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1995)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 96-1, August, 1996, pp.113.
3. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1996)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 97-1, August, 1997, pp.160.
4. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1997)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 98-1, March, 1998, pp.175.
5. Lüders C., "Marco de Carga Donado por Jica al Laboratorio de Ingeniería Estructural de la Pontificia Universidad Católica de Chile", Características, Ensayos Realizados, Potencialidades. Apuntes de Ingeniería, Vol. 18, N° 2, 5-26.
6. Lüders C., Jordán R., "Determinación no Destructiva del Deterioro Sísmico de Muros de Corte de Hormigón Armado", Actas XXVII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Tucumán, Argentina, 18-22 Septiembre 1995, Vol. 6, 539-550.
7. Hidalgo, P., "Seismic Design Provisions for Building Structures in Japan", International Symposium Lessons Learned in Recent Earthquakes, Santiago, julio 1995, pp. 203 a 220.
8. Lüders C., "Determinación del Daño Sísmico de Columnas Cortas y Vigas de Acoplamiento Mediante Mediciones de Ultrasonido", III Congreso Iberoamericano de Patología de la Construcción y V Congreso de Control de Calidad. La Habana, Cuba, 17-20 Octubre 1995, Diskette N° 1, Trabajo N° 141.
9. Hidalgo P., Jordán R., "Strenght and Energy Dissipation Characteristics of Reinforced Concrete Walls Under Shear Failure", Proceedings of the Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, México, 23-28 Junio 1996, Paper N° 816.
10. Lüders, C., "Laboratorio de Ingeniería Estructural de la Pontificia Universidad Católica de Chile (historia, capacidad-actual, planes futuros)" 3er. Encuentro de Investigadores y Profesionales Argentinos de la Construcción (EIPAC), noviembre 1997.

11. Hidalgo, P., Ledezma, C., Jordán, R., "Estudio Experimental de Muros de Hormigón Armado que Fallan por Esfuerzo de Corte", 7as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, La Serena, noviembre 1997, Vol. 1, pp.235-245.
12. Hidalgo, P., Ledezma, C., Jordán, R., "Resistencia Última de Muros de Hormigón Armado que Fallan por Esfuerzo de Corte", 7as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, La Serena, noviembre 1997, Vol. 1, pp. 247-255.
13. Hidalgo, P., Jordán, R., Ledezma, C., "Experimental Study of Reinforced Concrete Walls under Shear Failure", Sixth U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Seattle, Washington, USA, junio 1998, Paper N° 297, Topic Area TS.
14. Troncoso, J.H. (1994) "Mitigation of Damages Caused by Flow Failures Induced by Earthquakes", Proceedings, VI Chilean Conference on Earthquake Engineering, Santiago, Chile (in spanish).
15. Troncoso, J.H. (1997) "Geotechnics of Tailings Dams and Sediments", Proceedings, 2nd International Congress on Environmental Geotechnics, Osaka, Japan.
16. Troncoso, J.H. (1997) "Dredging and Storage of Sludge and Tailings Soils", Proceedings, XIV International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Hamburg, Germany.
17. Verdugo, R., Meersohn, Y., Troncoso, J.H., Bard, E., (1997) "Shear Modulus and Damping Ratio Related to Inherent Anisotropy of Non-cohesive Soils", V Chilean Conference on Geotechnical Engineering, Viña del Mar, Chile (in spanish).
18. Troncoso, J.H., (1997) "Seismic Design of Tailings Deposits for Abandonment Conditions", JICA-PUC International Seminar on Earthquake Engineering, Santiago, Chile.
19. Troncoso, J.H. (1998) "Stability and Environmental Impacts of Upstream Built Tailings Dams", Proceedings, 3rd International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Lisboa, Portugal.

資 料

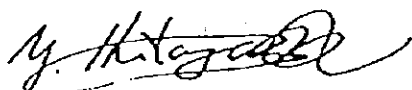
MINUTES
OF
THE JOINT EVALUATION
OF
THE JOINT STUDY PROJECT ON EARTHQUAKE
DISASTER MITIGATION
IN CHILE

The Japanese Evaluation Team Organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") headed by Dr. Yoshikazu Kitagawa visited Chile from March 30 to April 11, 1998 and conducted an overall review and evaluation of the Joint Study Project on Earthquake Disaster Mitigation (hereinafter referred to as "the Project"), as stated in the Record of Discussion signed on August 11 1994, jointly with the Chilean Evaluation Team headed by Dr. Juan de Dios Vial C., Rector of the Universidad Católica de Chile.

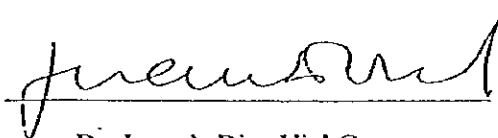
The two teams formed the Joint Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team") conducted interviews with the Japanese Experts and their Chilean counterparts assigned to the Project, had a series of discussions with the Chilean authorities concerned, conducted surveys of facilities, and exchanged views among themselves.

Based on the above, the Team hereby jointly agreed to forward to their respective Governments a summary report of the evaluation which is attached herewith.

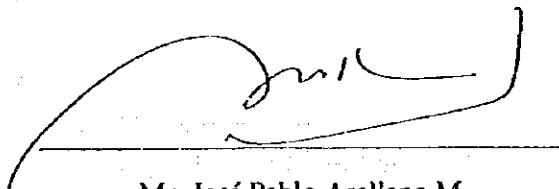
Santiago, April 8, 1998



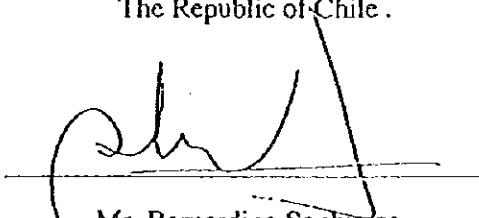
Dr. Yoshikazu Kitagawa
Head of
Japanese Evaluation Team
Japan International Cooperation Agency



Dr. Juan de Dios Vial Correa
Rector of
Universidad Católica de Chile
The Republic of Chile .



Mr. José Pablo Arellano M.
Minister of Education
The Republic of Chile



Mr. Bernardino Sanhueza
Executive Director (Subrogant)
Agencia de Cooperación Internacional
The Republic of Chile

ATTACHMENT

1. INTRODUCTION

1.1 The Japanese Evaluation Team

Based on the Record of Discussion (hereinafter referred to as "the R/D") signed on August 11, 1994, the Government of Japan through JICA and the Government of the Republic of Chile have been implementing the Project since October 1, 1994 with a cooperation period of three years.

As the Project period ended on September 30, 1997, an evaluation study team headed by Dr. Yoshikazu Kitagawa was dispatched by JICA to the Republic of Chile in order to conduct overall review and evaluation on the project together with a team headed by Dr. Rafael Riddell, Professor of Civil Engineering, Universidad Católica de Chile.

The joint evaluation was conducted from March 30 to April 11, 1998 and the result of the evaluation activities were summarized in this report.

1.2 Members of the Japanese Evaluation Team

Assignment	Name
Team Leader	Yoshikazu Kitagawa, Professor, Faculty of Engineering, Hiroshima University
Evaluation and Analysis	Mitsumasa Midorikawa, Research Director for International Codes and Standards, Building Research Institute, Ministry of Construction
Evaluation and Technical Cooperation	Kaori Kido, Special Advisor, Second Experts Assignment Division, Experts Assignment Department, JICA

2. METHODOLOGY OF EVALUATION

The Team discussed and evaluated the effectiveness, impact, efficiency, adequacy and sustainability of the project with Universidad Católica de Chile officials. Through careful studies and discussions, both parties summarized their findings and observation as described in this document.

3. BACKGROUND AND SUMMARY OF THE PROJECT

3.1 Brief background of the project

Chile, situated on the Circum-Pacific Belt like Japan, has suffered tremendous damage due to destructive earthquakes, therefore, it is a top priority for Chile to take measures against future disasters. The Joint Study Project on Seismic Design of Structures in Chile carried out at the Universidad Católica de Chile with support from the Government of Japan, through its International Cooperation Agency (JICA), was successfully completed after three years of operation (1989-1991).

[Handwritten signatures and initials: a large signature at the top, 'JICA' in the middle, and 'M' at the bottom.]

Based on the great success of Joint Study Project, it has been also concluded that it is strongly recommended to continue cooperation in some key areas. Therefore, it is proposed to extend research to practical applications in earthquake disaster mitigation based on extension of research to some new seismic design topics as well as to further continue research in topics related to the previous projects.

3.2 Chronological Review of the Project

3.2.1 Date of the request made March 25, 1994

3.2.2 Preliminary Study: August 6-16, 1994

Assignment	Name
Team Leader	Tatsuo Omachi, Tokyo Inst. of Technology
Project Management	Kazuo Watanabe, JICA
Structural Engineering	Yasuo Yamada, Tsukuba University
Earthquake Engineering	Hisahiro Hiraishi, Ministry of Construction
Geotechnical Engineering	Yoshitaka Yamasaki, Geothesis Oyo Corp.
Cooperative Planning	Masaki Mori, Ministry of Education, Science and Culture

3.2.3 The Record of Discussion of the project was signed on August 11, 1994

Signed by: Tatsuo Omachi, Professor, Dept. of Built Environment, Tokyo Institute of Technology
 Dr. Pedro Morande, Rector (Subrogant), Universidad Católica de Chile
 Dr. Gonzalo Undurraga, Minister (Subrogant) of Education.
 Mr. Carlos Fuenzalida, Executive Director AGCI

3.2.4 Implementation of the Project

Project activities started on October 1, 1994 and continued until September 30, 1997

3.2.5 Evaluation of the Project March 30-April 11, 1998

3.3 Objective of the Project

The overall objective of the Project is to upgrade Chilean earthquake disaster mitigation technology.

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

4. RESULT OF EVALUATION

4.1 Inputs to the Project

4.1.1 Inputs by Japanese Side

(1) Dispatch of the Japanese Experts
(Long-term Experts)

Geotechnical Engineering	Yoshitaka Yamazaki	94.10.30-95.11.29
Earthquake Disaster Mitigation (Short-term Experts)	Naotsune Taga	95.10.15-96.10.14
Geotechnical Engineering	Yasuo Yamada	95.05.12-95.08.11
Seminar/Earthquake Engineering	Saburo Midorikawa	95.07.22-95.08.02
Seminar/Earthquake Engineering	Naotsume Taga	95.07.22-95.08.11
Seminar/Structural Engineering	Takashi Kaminosono	95.07.22-95.08.06
Earthquake Engineering	Makoto Manome	96.01.10-96.01.29
Earthquake Engineering	Hiroshi Suzuki	96.01.10-96.01.29
Seminar/Earthquake Engineering	Yoshikazu Kitagawa	96.08.01-96.08.12
Seminar/Structural Engineering	Fumio Watanabe	96.08.01-96.08.12
Seminar/Geotechnical Engineering	Ikuo Towhata	96.08.01-96.08.12
Seminar/Geotechnical Engineering	Tatsuo Omachi	96.09.20-96.10.31
Structural Engineering	Jyunji Ogawa	96.10.01-97.03.31
Structural Engineering	Jyunji Ogawa	97.04.18-97.05.18
Structural Engineering	Shunichi Horiuchi	97.04.18-97.05.15
Structural Engineering	Satomi Makino	97.06.26-97.07.30
Earthquake Engineering	Takumi Toshinawa	97.06.26-97.07.11
Earthquake Engineering	Katsumi Kobayashi	97.07.01-97.09.30
Seminar/Structural Engineering	Hitoshi Shiobara	97.09.20-97.09.30
Seminar/Geotechnical Engineering	Susumu Yasuda	97.09.20-97.09.30
Seminar/Structural Engineering	Takashi Kaminosono	97.09.20-97.09.30
Seminar/Earthquake Engineering	Saburo Midorikawa	97.09.20-97.09.30

(2) Training of the Chilean C/Ps in Japan

JICA has received the following Chilean Personnel for training in Japan in
Earthquake Disaster Mitigation:

Earthquake Engineering	Juan Carlos De la Llera	95.06.05-95.06.27
Geotechnical Engineering	Jorge Troncoso	95.11.11-95.11.25
Earthquake Engineering	Rafael Riddell	96.09.08-96.09.22
Geotechnical Engineering	Fernando Rodríguez	97.01.06-97.01.18
Earthquake Engineering	Carl Lüders	97.10.20-97.11.07

(3) Provision of machinery and equipment

Machinery and equipment worth about 32,000,000 yen which has been provided by the Government of Japan through JICA are as follows:

3-Channel Digital Strong Motion Accelerograph (SMAC-MD)	3 sets
GPS Absolute Timing System	10 units

JA

JA

JA
MA

Multi-Channel Digital Strong Motion Accelerograph	1 set
Reinforcement of Loading Frame to Increase Stiffness and Strength	1 set
50 ton Actuator, additional pin and load cell	1 unit
Detector of steel reinforcement (Pachometer)	1 set
Static Switching Box with 50 channels	1 set
PS Logging System	1 set
Data Acquisition System (McSEIS-1700)	
Borehole Pick	
Hydrophones	
Geophones	
Computer System	
Server System	1 set
Terminals	3 sets

4.1.2 Inputs by the Chilean Side

(1) Assignment of the Chilean Technical C/Ps

Team Leader	Rafael Riddell
Earthquake Engineering	Ernesto Cruz (Coordinator) Rafael Riddell Jorge Vásquez Fernando Rodríguez Juan Carlos De la Llera
Structural Engineering	Carl Lüders (Coordinator) Pedro Hidalgo Rodrigo Jordán Jorge Vásquez
Geotechnical Engineering	Jorge Troncoso (Coordinator) Michel Van Sint Jan Ernesto Cruz

(2) Expenses by the Chilean Side

The funds allocated by UC for the Project are as follows:

Maintenance and Other Operating Expenses (MODE) (\$27.300.000.- Chilean pesos)

- Reinforcement of foundations for loading frame
- Construction of accelerograph shelters, power supply and batteries
- Assembly and erection of loading frame
- Installation of power and communication lines at instrumented building
- Field trips for maintenance of accelerographic stations and for geotechnical testing
- Design and construction of test specimens
- Laboratory expenses
- Technical and administrative support personnel
- Drilling and sampling of soils for in-situ testing
- In-situ testing
- Preparation, publishing and distribution of reports

5. EVALUATION SUMMARY

5.1 Efficiency

5.1.1 Degree of Achieved Output

- (1) The Ground Motion and Building Response Evaluation technology was improved so that the effect of geotechnical characteristics on earthquake ground motion and comparison of analytical results and experimental data for buildings in Santiago were obtained.

The data collected with the instruments provided in the Project helped develop studies on the effects of site amplification on ground motion. Additionally an annual report gathering the data obtained has been published and distributed to research institutions in the country and abroad. The data collected in the instrumented building has served as the basis for response studies being carried out by engineering and Masters students towards the goal of evaluating the quality of analytical models and the development of identification techniques for the building dynamic properties.

- (2) The Structural Damage and Rehabilitation technology was improved.

This improvement helped to achieve:

Better knowledge of the seismic behavior of different reinforced concrete elements (walls, beams, and columns).

Development of a new model for the prediction of the seismic behavior of reinforced concrete elements.

Development of a new technique (based on the change of the propagation velocity of ultrasonic pulses) for an objective determination of the level of damage of reinforced concrete resistant elements that result damaged due to strong earthquakes.

Better knowledge of the effectiveness of different repair and retrofit techniques that can be used for the rehabilitation and strengthening of damaged reinforced concrete elements.

- (3) Technologies to analyze Geotechnical Hazards and to Mitigate the Effects of Natural Disasters in Soil Structures were improved.

This improvement helped to achieve:

Better knowledge of dynamic properties of soils and better understanding of liquefaction phenomena.

Development of new methods for seismic design of dams. Preparation of new standard for design of tailings dams

Better knowledge of the amplification of ground motions caused by seismic response of different types of deposits

- (4) The machinery and equipment that have been provided are effectively being utilized for achievement of the work plan.

The ground motion recording instruments have been in continuous operation since they were installed and have provided a significant number of earthquake records.

These records have been given to other institutions that have requested them and are serving as raw data for several types of studies. No significant problems have been experienced by the equipment itself. There were minor problems with setting up the communication between the instruments and the computer, but after changing part of the connecting hardware (cables and plugs) it was successfully solved. Around the end of 1997, after the formal completion of the project, the recording equipment installed at the instrumented building malfunctioned. It was not possible to recover from this problem locally and after consultation with the Japanese experts in Japan, and following instructions sent by the instrument manufacturer, several tests were performed to identify and isolate the broken parts. The test identified three defective IC Boards, that were replaced by new boards sent from Japan. After the replacement the instrument is back in normal operation, and continues to provide useful data.

To achieve the project goals in the structural field, full size reinforced concrete specimens were tested (23 shear walls, 10 short columns, and 18 coupling beams). The PS-Logging System (McSEIS-170f), and the Seismic Refraction Geophones were received on time and they have been used in soil deposits of different origin and stress history.

5.1.2 Quality and Amount of Input

- (1) The number of long-term experts and short-term experts were appropriate for the work plan.
- (2) The quality and number of equipment provided and the facilities where they were installed were appropriate for the Project purpose.

5.1.3 Timing of Inputs

- (1) The timing of the procurement of the equipment was effectively attained and there were no significant delays in technical transfer.

The instruments for the recording of ground motion both at free field sites and at the building were set up according to the project schedule. The very efficient work of the factory technicians in this task was very valuable and their interaction with Chilean C/Ps provided useful information for the maintenance of the equipment in the future.

The equipment for the structural damage and rehabilitation topic of the project arrived and was operating well in accordance with the scheduled time.

Hydrophones for PS-Logging arrived late and they could not be used by the long term expert Y. Yamazaki. Nevertheless they shall be used by Chilean C/Ps of Universidad Católica, in deep borehole which is presently being drilled. In addition, short-term expert M. Manome helped to upgrade the seismic accelerograph station located at Veta del Agua, which has continued to record dynamic pore water pressures and ground motions for analyses of liquefaction of soils.

- (2) The local cost for the operation and maintenance and capital outlay was disbursed on time.
- (3) Experts dispatch was assigned at appropriate times.

- (4) Training of C/Ps in Japan was realized as scheduled according to the project needs.
- (5) Seminars were offered every year to the academic and professional community in Chile.

5.2 Effectiveness

5.2.1 Degree of Achievement of the Project

(1) Appropriate evaluation technology for earthquake disaster mitigation was transferred to the C/Ps and the Project purpose was completed in accordance with the work plan.

(2) The Project output effectively contributed to the Project purpose.
The data provided by the instruments installed has proved very useful for the study of the characteristics of earthquake ground motions in Chile. Results have been presented to the scientific and professional community in Seminars and Conferences. Also, other institutions are using the results for their own studies relating to earthquake engineering. The study of the data provided by the instruments installed in the building has helped better understanding of the building response and is now being used by students in further research on structural modeling and response evaluation.

The project Chilean C/Ps have become members of the national Code Committees for the Earthquake Resistant Design Code and the Reinforced Concrete Design Code and thus can have a strong influence on the new provisions to be developed so that they include the new knowledge acquired through the project.

There are nineteen technical papers and three thesis published with results of research projects generated within the scope of this cooperation program.

(3) Seminars were held every year. Over one hundred participants attended the seminars. Especially successful was the 1995 Seminar which was given with the character of International Symposium and titled "Lessons Learned in Recent Earthquakes" (Kobe and Northridge earthquakes were analyzed); the attendance in this case was over 250 participants, most of them professional engineers working in Chile, Government officials, academic personnel from various Universities and students. Proceedings were published and given to each participant in all the seminars.

The topics presented in the seminars included results of the joint study project and recent developments in earthquake disaster mitigation in Japan (technology transfer). The speakers were Japanese experts, Chilean C/Ps, and sometimes other foreign experts.

5.2.2 Main Factors for Success in Achieving the Project Purpose

(1) The Project purpose was successfully achieved due to the harmonious working relationship developed between C/Ps and experts. An important issue is the effective communication between them, that is greatly enhanced by the adequate English language proficiency shown by most of the people involved. Throughout

[Handwritten signatures and initials]

the project it was possible to obtain the enthusiastic cooperation of graduate and undergraduate students with C/P professors and Japanese experts.

- (2) The equipment and materials necessary for the adequate completion of the project plan were provided as scheduled. Whenever small changes in schedule occurred, it was possible to rearrange project activities so that no significant delays in the project results occurred. The excellent quality of the equipment provided by JICA was also important in achieving good results. Also, effective cooperation of mining companies, such as CODELCO El Teniente and Veta del Agua, in the performance of in-situ testing of soils, and of Municipalidad de Curacavi, and Instituto Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, in allowing the set up of earthquake observation stations in their properties.

5.3 Impact of the Project

The Project Purpose and results achieved by C/Ps were reflected in changes of the Building Codes. As mentioned before, the C/Ps are members of different Code Committees that are in the process of revising the Chilean codes related to earthquake resistant design and construction. In 1996 the Earthquake Resistant Design Code (NCh433) was revised and now includes microzoning, strength reduction factors, and rehabilitation provisions. In 1997 a new code draft for earthquake resistant design of Industrial Structures was developed. The confined masonry code was issued in 1996, and a draft for a new reinforced concrete code was also issued in 1997. New methods for seismic design of tailing dams and for design for abandonment of deposits of soils have been developed by C/Ps and they shall be used in new codes which are presently being prepared. Particularly noteworthy were the seminars held every year, which attracted great interest as mentioned earlier.

5.4 Adequacy of Project Plan

5.4.1 National Policy

The Project contributed to the promotion of the policy for prevention of earthquake disasters, which the Chilean government considers to be important national policy. In fact in the last years the official government policy has shifted from an approach consisting in being prepared to "react" to an earthquake induced catastrophe to an approach where the emphasis is put in "preparedness" to adequately handle earthquake events. This has been implemented through the ONEMI (Oficina Nacional de Emergencia) of the Ministry of the Interior. Therefore the data and improvement in technology provided by the project can be effectively used in this effort.

5.4.2 Project Level

The Project Plan was carried out according to schedule. Although minor changes were necessary to adequately reflect adjustments in equipment characteristics, actual timing of equipment and experts arrivals, and better definition of specific objectives of the different project aspects, they could be implemented without problems. No

dk
fde
3/11
M

negative influences were observed in the project development from the economy or other social aspects.

The project is consistent with government priorities and technological development plans. The country recognizes earthquake engineering as a first priority field towards natural disasters mitigation. The project has been strongly supported by the Chilean Agency for International Cooperation (AGCI).

5.5 Sustainability

5.5.1 Sustainability from the Organizational Aspect

(1) Strengthening of the Study institution.

The project has helped to strengthen the capability of the School of Engineering to perform research and teaching related to Earthquake Disaster Mitigation. This is reflected in the possibility of obtaining research funds from other sources, like FONDECYT and FONDEF (government funds), and an increase in the number of students joining the study programs offered in the department both at the graduate and undergraduate levels.

(2) Prospect and proposal for sustainability.

The equipment provided and installed in the project will continue to operate in the future and should continue to provide useful information for research and practice. As the equipment has proven to be extremely reliable, it is expected that it will continue in operation for many years without any problems. Furthermore, whenever problems occurred it was possible to adequately solve them either locally or through adequate communication with Japanese experts and factory technicians. The results of the project in each of the three areas are being effectively used in developing new and improved earthquake disaster mitigation technology. This is being done in different forms: participation in code committees, provision of basic data to other institutions for further studies.

(3) Evaluation of other Study institutions.

A listing of the institutions the Mission visited follows:

AGCI, Chilean Agency for International Cooperation, Mr. Bernardino Sanhueza, Ms. Adriana Lagos T., Mr. Carlos Ortíz, and Mr. Mitsuo Oba.

Ministry of Housing, Mr. Germán Díaz, Head of the Department of Technology.

University of Chile, Prof. Edgar Kausel, Department of Geophysics, Mr. Emilio Lorca, Seismological Service.

ICOLD, International Committee on Large Dams, Mr. Guillermo Noguera, President.

ONEMI, National Emergency Office, Mr. Víctor Hugo Illanes Director, and Mr. Mariano González, Mr. Juan Cayupi Professionals for Civil Protection.

CCHC, Chilean Chamber of Construction, Mr. Hernán Doren, President.

INN, National Institute for Standardization, Mr. Lee Ward, Executive Director.

[Handwritten signatures and initials]

The most relevant comments of the persons met were:

The various groups recognized the importance of Earthquake Disaster Mitigation Technology.

The Mission noticed that it is necessary to emphasize the policy change with regard to emergency measures: it is more important to prevent the occurrence of earthquake disasters rather than concentrate efforts in providing assistance to the people after the disaster.

The convenience of continuing the Chile-Japan cooperation in this area is widely recognized.

Information produced by the project is well known through seminars, reports, and papers.

5.5.2 Sustainability from the Financial Aspect

(1) Government policy application of the results at the Projects.

The code revision procedure in Chile depends on the INN, a government funded institute. The C/Ps continuously participate in Code Committees for the revision and creation of new codes. This activity is highly valued and considered very important by the Universidad Católica, that financially supports it. As mentioned before, the official government policy regarding Earthquake Disaster Mitigation is based on the concept of "prevention or preparedness" and therefore the improved technology obtained by Universidad Católica should receive funding to further develop research and studies in that area.

(2) Maintenance condition of the management structure.

The Universidad Católica is ranked number one or two among all the Chilean universities in many different aspects: student preferences, research projects obtained, published papers, etc. and as such has a long tradition of supporting both education and research in all fields of knowledge. This will continue in the future, providing adequate support for the activities related to Earthquake Disaster Mitigation, as part of the areas of interest of the School of Engineering.

(3) The recipient institution.

The Universidad Católica receives its funding in a large part from the Chilean government, but also receives funding from student fees, and several other independent sources, like private donations, philanthropic foundations, and Trust Funds. On the other hand, the research being carried out at the University gets independent funding from some government agencies as FONDECYT, FONDEF, FONTEC, etc. but also from private companies and industries.

5.5.3 Sustainability from the Technical Aspect

(1) Ground Motion and Building Response Evaluation.

Data from real earthquakes will continue to be a very important aspect of earthquake engineering, especially regarding aspects as "earthquake zoning" and "microzoning". Adequate Earthquake Disaster Mitigation policies and programs are dependent on this type of data and therefore should continue to require it in the future. The possibility of continuous operation of the earthquake observation array

and the building response monitoring system and the dissemination and use of the data obtained for further studies is considered as a long term objective of the group at Universidad Católica.

- (2) **Structural Damage and Rehabilitation.**
The technical results obtained in this project increase the reliability of future rehabilitation process in the country.
The improvement of the equipment provided to Universidad Católica Structural Laboratory increases the ability of the C/Ps in the development of new technologies in the field of seismic rehabilitation of structures.
 - (3) **Geotechnical Hazard Evaluation.**
Geotechnical Hazard Evaluation should be sustained on the basis of the good results obtained in the Project.
Influence of soil properties in the effects of earthquakes on buildings and earthworks has been proved to be most important. This statement is sustained by the knowledge obtained by Chilean C/Ps in site inspections of damages of the 1995 Hyogoken-Nanbu (Kobe) Earthquake, where liquefaction and ground displacement were the main causes for heavy damages.
- 5.6. **Project Design Matrix**
To clarify each side's concept, PDM is described including development goal. (Annex 1)

6. CONCLUDING REMARKS

The Joint Evaluation team concluded that the objectives of the project were fully attained as outlined in the Evaluation Summary.

The research potentiality of the group at Universidad Católica was greatly enhanced by the assistance of Japanese experts and with the equipment provided by JICA. The specific goals of the various study items were successfully achieved and various reports and technical publications were produced. Japanese experts and Chilean C/Ps found that the exchange of information and experience was of the utmost benefit for both sides.

The Japanese Mission has realized that the Chilean group has come to an excellent condition to make efficient use of the resources and technical cooperation provided by JICA, so that research activities shall continue towards development and improvement of seismic design, not only for the benefit of the Chilean people but also for other earthquake prone countries through horizontal cooperation within the Latin-American region.

[Handwritten signatures and initials]

7. OTHERS

The Chilean team wishes to express its sincere gratitude to JICA and to all and every one of the Japanese experts and Government Officials that participated in the Project for their great efforts, which made possible not only the technical success of this project but also contributed to better mutual understanding and friendship.

7.1 Proposal for Future Cooperation

7.1.1 Background

After 14 years of cooperation in this field, including two three-year projects successfully completed, the Department of Structural and Geotechnical Engineering of the Universidad Católica de Chile is prepared for leadership in the Earthquake Engineering discipline in Chile and the Latin-American region.

All the professors of the Department bear doctoral degrees from the US and Europe. They have been exposed to Japanese technology in earthquake engineering, during all these years of cooperation, working together with the Japanese experts in Chile, and having the unique opportunity of visiting Universities, public and private research centers, and modern constructions in Japan in the training periods offered by JICA.

Japan also provided modern equipment, which has been used for experimental research and to gather essential data. The equipment has enhanced the potential of the group to continue conducting research and to train engineers at the highest level.

For this reason, the Japanese Evaluation Team agreed to convey to JICA Headquarters the request for future JICA support to irradiate the expertise attained at Universidad Católica de Chile throughout Latin-America, forming highly qualified professionals and academic personnel, by offering them scholarships to pursue a training course at the Universidad Católica de Chile. This proposal is based on the interest shown in other countries of Latin-America to pursue specialization studies at Universidad Católica. The scholarships shall also be available to young faculty members of regional Chilean Universities.

7.1.2 Format of the Training Course

The course will be opened to a number of participants of about 8 to 10. The duration of the course will be one academic semester (5 months: March to July, or August to December).

Each participant will take 3 or 4 regular graduate level courses (30-40 credit units) plus one individual study course ICE-2995 (10 units). The courses can be selected from the following list (the semester I or II in which they are regularly scheduled is shown):

SEM	CODE	NAME
II	ICE 2702	Earthquake Engineering
I & II	ICE 2995	Individual Study

I	ICE 3142	Nonlinear Analysis
II	ICE 3202	Computing Methods in Structural Engineering
I	ICE 3212	Advance Structural Analysis
II	ICE 3232	Finite Element Analysis
II	ICE 3372	Experimental Analysis
I	ICE 3432	Prestressed Concrete
I	ICE 3612	Advanced Soil Mechanics
II	ICE 3622	Foundation Engineering
II	ICE 3632	Soil Dynamics
I	ICE 3712	Earthquake Resistant Design
I	ICE 3722	Structural Dynamics
I	ICE 3732	Computational Dynamics
I	ICE 3742	Seismic Analysis
II	ICE 3752	Innovative Systems in Earthquake Resistant Design
I	ICE 3762	Random Vibration Analysis
II	ICE 3772	System Identification
I	ICE 3782	Structural Reliability

7.1.3 Budget

The total budget for this training course has been preliminarily estimated in US\$110.000.- per semester. This amount includes tuition fees, living expenses, travel expenses, and training materials.

7.1.4 Support from AGCI

The Chilean Agency for International Cooperation (AGCI) strongly supports the previously described Training Program proposed by Universidad Católica.

[Handwritten signatures and initials]

Earthquake Disaster Mitigation PDM

Annex 1

Narrative Summary	Verifiable Indicator	Means of Verification	Important Assumptions
<p>(Development Goal) Earthquake disaster mitigation technology is used.</p>	<p>Revision and improvement of Building Codes. Upgrade of engineering practice</p>	<p>Contents and changes of Building Codes.</p>	<p>Building Codes can be amended and the new Code is observed.</p>
<p>(Project Purpose) C/Ps acquire appropriate technology, produce, and disseminate study result in earthquake disaster mitigation.</p>	<p>Capability of C/P related to research and development of technology</p>	<p>Study results and reports in UC Contents of text for students Academic thesis in UC</p>	<p>Operational expense of UC is continued to be allocated.</p>
<p>(Output) 1. C/Ps Ground Motion and Building Response Evaluation technology is upgraded. 2. C/Ps Structural Damage and Rehabilitation technology is upgraded. 3. C/Ps Geotechnical Hazards technology is upgraded. 4. Equipment and facilities are properly utilized and maintained.</p>	<p>1. Analytic results and presentation of geotechnical characteristics and data of buildings in Santiago. 2. Proposal of earthquake-resistant wall model. 3. Useful data generated from the results. 4. Use frequency and the rate of operation of equipment and facilities.</p>	<p>1. Data of strong earthquake reports/Seminar reports. 2. Conference on earthquake engineering / Seminar reports. 3. Ground and soil deposits survey reports. 4. Record of definite points and routine observations.</p>	<p>a. C/Ps who participate in the project continue working for UC.</p>
<p>(Activities) 1. Ground Motion and Building Response Evaluation (1) Observation and analysis of building response. (2) Data collection of strong earthquake reports. (3) Characteristic Analysis of ground motions in Santiago 2. Structural Damage and Rehabilitation technology (1) Structural element testing. (2) Seismic design of shear-wall buildings. 3. Geotechnical Hazards technology (1) Evaluation of hazards related to soil deposits and earth structures. (2) Landslide hazards reduction. (3) Microzonation for the City of Santiago. (4) Seismic design of soil structures. 4. Installation and maintenance of equipment and facilities (1) Provision and upgrading of equipment. (2) Maintenance and repair of equipment. 5. Seminar and technology information exchange</p>	<p>(Input) <u>Japanese Side</u> Experts assignment - Long - term experts 2/3 yrs - Short - term experts 1/3 yrs Counterpart training 5/3 yrs Equipment</p>	<p><u>Chilean Side</u> Land and facilities Counterpart Equipment Running cost of the project</p>	<p>a. Technical equipment sent from Japan has no troubles at the Customs and while being transported.</p> <p>(Pre-Conditions) a. Present governmental policy on earthquake disaster prevention measures is maintained. b. Operation System of UC is kept stable.</p>

13/2

ANNEX 2

LIST OF PUBLICATIONS

1. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1994)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 95-1, April, 1995, pp.116.
2. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1995)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 96-1, August, 1996, pp.113.
3. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1996)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 97-1, August, 1997, pp.160.
4. Cruz, E., Riddell, R., Valdivia, D. "Annual Report on Strong Motion Records from SMASCH Array (1997)", "Departamento de Ingeniería Estructural y Geotécnica, Universidad Católica de Chile, DIE N° 98-1, March, 1998, pp.175.
5. Lüders C., "Marco de Carga Donado por Jica al Laboratorio de Ingeniería Estructural de la Pontificia Universidad Católica de Chile", Características, Ensayos Realizados, Potencialidades. Apuntes de Ingeniería, Vol. 18, N° 2, 5-26.
6. Lüders C., Jordán R., "Determinación no Destructiva del Deterioro Sísmico de Muros de Corte de Hormigón Armado", Actas XXVII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, Tucumán, Argentina, 18-22 Septiembre 1995, Vol. 6, 539-550.
7. Hidalgo, P., "Seismic Design Provisions for Building Structures in Japan", International Symposium Lessons Learned in Recent Earthquakes, Santiago, julio 1995, pp. 203 a 220.
8. Lüders C., "Determinación del Daño Sísmico de Columnas Cortas y Vigas de Acoplamiento Mediante Mediciones de Ultrasonido", III Congreso Iberoamericano de Patología de la Construcción y V Congreso de Control de Calidad. La Habana, Cuba, 17-20 Octubre 1995, Diskette N° 1, Trabajo N° 141.
9. Hidalgo P., Jordán R., "Strength and Energy Dissipation Characteristics of Reinforced Concrete Walls Under Shear Failure", Proceedings of the Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, México, 23-28 Junio 1996, Paper N° 816.
10. Lüders, C., "Laboratorio de Ingeniería Estructural de la Pontificia Universidad Católica de Chile (historia, capacidad actual, planes futuros)" 3er. Encuentro de Investigadores y Profesionales Argentinos de la Construcción (EIPAC), noviembre 1997.

11. Hidalgo, P., Ledezma, C., Jordán, R., "Estudio Experimental de Muros de Hormigón Armado que Fallan por Esfuerzo de Corte", 7as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, La Serena, noviembre 1997, Vol. 1, pp.235-245.
12. Hidalgo, P., Ledezma, C., Jordán, R., "Resistencia Última de Muros de Hormigón Armado que Fallan por Esfuerzo de Corte", 7as Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, La Serena, noviembre 1997, Vol. 1, pp. 247-255.
13. Hidalgo, P., Jordán, R., Ledezma, C., "Experimental Study of Reinforced Concrete Walls under Shear Failure", Sixth U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Seattle, Washington, USA, junio 1998, Paper N° 297, Topic Area TS.
14. Troncoso, J.H. (1994) "Mitigation of Damages Caused by Flow Failures Induced by Earthquakes", Proceedings, VI Chilean Conference on Earthquake Engineering, Santiago, Chile (in spanish).
15. Troncoso, J.H. (1997) "Geotechnics of Tailings Dams and Sediments", Proceedings, 2nd International Congress on Environmental Geotechnics, Osaka, Japan.
16. Troncoso, J.H. (1997) "Dredging and Storage of Sludge and Tailings Soils", Proceedings, XIV International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Hamburg, Germany.
17. Verdugo, R., Meersohn, Y., Troncoso, J.H., Bard, E., (1997) "Shear Modulus and Damping Ratio Related to Inherent Anisotropy of Non-cohesive Soils", V Chilean Conference on Geotechnical Engineering, Viña del Mar, Chile (in spanish).
18. Troncoso, J.H., (1997) "Seismic Design of Tailings Deposits for Abandonment Conditions", JICA-PUC International Seminar on Earthquake Engineering, Santiago, Chile.
19. Troncoso, J.H. (1998) "Stability and Environmental Impacts of Upstream Built Tailings Dams", Proceedings, 3rd International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Lisboa, Portugal.

6
JK
MA
M

RECORD OF DISCUSSIONS

THE RECORD OF DISCUSSIONS BETWEEN THE JAPANESE IMPLEMENTATION SURVEY TEAM AND THE AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF CHILE ON THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR THE JOINT STUDY PROJECT ON EARTHQUAKE DISASTER MITIGATION OF STRUCTURES IN CHILE.

The Japanese Implementation Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Dr. Tatsuo OMACHI, Professor, Tokyo Institute of Technology, visited the Republic of Chile from August 6, 1994 to August 16, 1994 for the purpose of working out the details of the technical cooperation program concerning the Joint Study Project on Earthquake Disaster Mitigation of Structures.


During its stay in the Republic of Chile, the Team exchanged views and had a series of discussions with the officials of the Government of the Republic of Chile concerned, including Universidad Católica de Chile in respect of the desirable measures to be taken by both Governments for the successful implementation of the above-mentioned Joint Study Project.

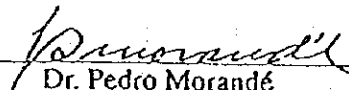
As a result of the discussions, the Team and Universidad Católica agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the Document attached hereto, based on "ACUERDO SOBRE COOPERACION TECNICA ENTRE EL GOBIERNO DEL JAPON Y EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE CHILE" (the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Republic of Chile) signed at Santiago on July 28, 1978.

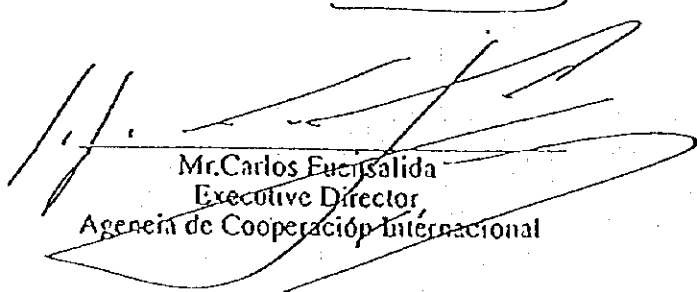
Santiago, Chile, August 11, 1994. (署名日)

大町 達夫

Dr. Tatsuo OMACHI
Head of Japanese
Implementation Survey Team
Japan International Cooperation Agency.


Dr. Gonzalo Urdurruga
Minister (Subrogant) of Education
Republic of Chile


Dr. Pedro Morandé
Rector (Subrogant)
Universidad Católica de Chile


Mr. Carlos Fuentesalida
Executive Director
Agencia de Cooperación Internacional

THE ATTACHED DOCUMENT

I. COOPERATION BETWEEN BOTH GOVERNMENTS

1. The Government of Japan and the Government of the Republic of Chile will cooperate with each other in implementing the Joint Study Project on Technical Assistance in Earthquake Disaster Mitigation of Structures (hereinafter referred to as "the Project"), for the purpose of the systematic studies, development and improvement of the scientific techniques against earthquake disasters.

2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan with is given in ANNEX I.

3. General Conditions of cooperation between both governments in implementing the Project will be based on the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Republic of Chile (hereinafter referred to as "the Agreement").

II. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense the services of the Japanese experts as listed in ANNEX II through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.

2. The Japanese experts referred to in 1., above, will be granted in the Republic of Chile privileges, exemptions, and benefits by the Government of the Republic of Chile according to the provision of article VI of the Agreement.

(137)



III. PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense such machinery, equipment, and other materials necessary for the implementation of the Project as listed in ANNEX IV, through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.

2. The articles referred to in 1. above will become the property of the Government of the Republic of Chile upon being delivered to the Chilean authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation, and will be utilized exclusively for the implementation of the Project in consultation with the Japanese experts referred to in ANNEX II.

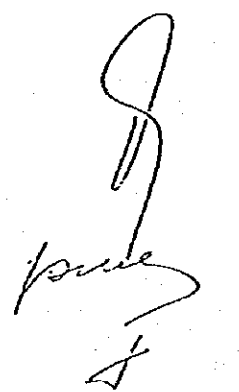
IV. TRAINING OF CHILEAN PERSONNEL IN JAPAN

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to receive at its own expense the Chilean personnel connected with the Project for technical training in Japan through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.

2. The Government of the Republic of Chile will take necessary measure to ensure that the knowledge and experience acquired by the personnel from technical training in Japan will be utilized effectively for the implementation of the Project.

V. LOCAL EXPENSES

The budget to meet the local expenses necessary for the implementation of the Project will be provided to the Japanese experts by JICA in accordance with the laws and regulations in force in Japan. The budget which is to be used exclusively for the (18/17)

A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, stylized 'S' shape followed by a horizontal line and a small mark below it. To the right of the signature, there is a circled number '18/17'.

implementation of the Project will be managed by a Japanese expert designated by JICA.

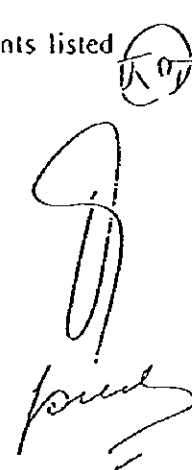
VI. DATA OWNERSHIP AND PUBLICATIONS

The data accumulated through joint study will be jointly owned by the participating organizations (JICA and Universidad Católica). When reports or documentations concerning this project are compiled, it is to be mentioned that the Project has been implemented by JICA and Universidad Católica as Technical Cooperation Project between the Government of Japan and the Government of the Republic of Chile.

II. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF CHILE

1. In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Chile, the Government of the Republic of Chile will take necessary measures to provide at its own expense:

- (1) Services of the Chilean counterpart personnel and administrative personnel;
- ✓(2) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts, and any other materials necessary for the implementation of the Project other than those provided through JICA under III, above;
- (3) Urban transportation means for official trips of Japanese experts within the Republic of Chile;
- (4) Facilities necessary for the maintenance and protection of the equipments listed in ANNEX IV.

A handwritten signature and initials are present in the bottom right corner of the page. The signature is written in cursive and appears to be 'Kuroki'. Above the signature, there are some initials or a small mark, possibly 'KJ' or similar, enclosed in a circle.

2. In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Chile, the Government of the Republic of Chile will take necessary measures to meet:

- (1) Expenses necessary for the transportation within the Republic of Chile of the articles referred to in III. above as well as for the installation, operation and maintenance thereof;
- (2) Customs duties, internal taxes, and any other charges imposed in the Republic of Chile on the articles referred to in III. above;
- (3) All local expenses necessary for the implementation of the Project other than those provided through JICA under V. above.

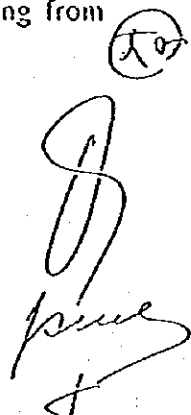
VIII. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. The leader of the Japanese Study Team and the leader of the Chilean Study Team will collaboratively assume the overall responsibility for the implementation of the Project.

2. The Resident Representative of JICA in the Republic of Chile will undertake the role of advice and coordination for the successful implementation of the Project.

IX. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

In accordance with the provision of article VII. of the Agreement, the Government of the Republic of Chile will undertake to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Republic of Chile except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'S' shape followed by a cursive name. Above the signature, there are handwritten initials 'TO' enclosed in a circle.

X. MUTUAL CONSULTATION

There will be mutual consultation between the two Governments on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

XI. MEASURES TO PROMOTE UNDERSTANDING AND SUPPORT TO THE PROJECT

For the purpose of promoting the support of the people of the Republic of Chile to the Project, the Government of the Republic of Chile will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Republic of Chile.

XII. TERM OF COOPERATION

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be from October 1, 1994 to September 31, 1997.

ANNEX I MASTER PLAN

ANNEX II PROJECT TEAM AND PARTICIPATING ORGANIZATIONS

ANNEX III PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS

ANNEX IV LIST OF ARTICLES

ANNEX V TENTATIVE IMPLEMENTATION SCHEDULE

(167)


ANNEX I. MASTER PLAN

1. BACKGROUND AND OBJECTIVE

Chile, situated on the Circum-Pacific Belt like Japan, has suffered tremendous damage due to past destructive earthquakes, therefore, it is a top priority for Chile to take measures against future disasters.

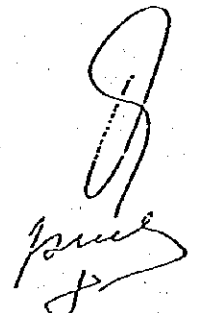
The Joint Study Project on Seismic Design of Structures in Chile carried out at the Universidad Católica de Chile with support from the Government of Japan, through its International Cooperation Agency (JICA), was successfully completed after three years of operation (1989-1991).

The objectives of the project were fully attained. The research potentiality of the group at Universidad Católica was greatly enhanced by the assistance of Japanese experts and with the equipment provided by JICA. The specific goals of the various study items were achieved and various reports and technical publications were produced. Chilean and Japanese experts found that the exchange of information and experience was of the utmost benefit for both sides.

The evaluation mission realized that the Chilean group was in an excellent condition to make efficient use of the resources and technical cooperation provided by JICA, so that research activities would continue towards development and improvement of seismic design of structures in Chile after completion of the Joint Study Project in November 1991.

Based on the great success of Joint Study Project, it has been also concluded that it is strongly recommended to continue cooperation in some key research areas. Therefore, it is proposed to extend research to practical applications in earthquake disaster mitigation based on extension of research to some new seismic design topics as well as to further continue research

(KOP)



in topics related to the first project.

On the premise of the above mentioned background, the Joint Study Project on Earthquake Disaster Mitigation of Structures in Chile aims to make a direct contribution, in the near future, towards prevention of human life loss and public and private property loss at high risk areas in Chile.


2. Study Framework

The Joint Study Project on Earthquake Disaster Mitigation of Structures in Chile will cover the following specific study areas:

- (1) Ground Motion and Building Response Evaluation
 - a) Characteristics of ground motions
 - b) Observation and analysis of building response

- (2) Structural Damage and Rehabilitation
 - a) Seismic design of shear-wall buildings
 - b) Assessment of strength-loss as a function of damage
 - c) Evaluation of seismic resistance of existing buildings
 - d) Retrofitting of hazardous and damaged buildings
 - e) Building damage assessment by means of micro-vibration measurements

- (3) Geotechnical Hazards Evaluation
 - a) Evaluation of hazards related to soil deposits and earth structures
 - b) Landslide hazards reduction
 - c) Microzonation for the City of Santiago

(10)


ANNEX II. PROJECT TEAMS AND PARTICIPATING ORGANIZATIONS

The project will be jointly implemented by the Japanese and the Chilean Study Teams.
Each team consists of the following experts:

1. The Japanese Study Team

Team Leader:

Researchers/Experts in the field of:

- Ground Motion and Building Response Evaluation
- Structural Damage and Rehabilitation
- Geotechnical Hazard Evaluation

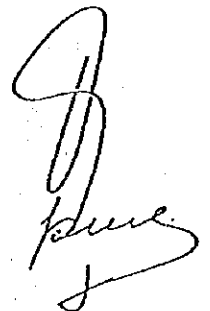
2. The Chilean Study Team

Team Leader: Rafael Riddell

Researchers/Experts in the field of:

- Ground Motion and Building Response Evaluation
(Earthquake Engineering)
 - E. Cruz (Coordinator)
 - R. Riddell
 - J. Vásquez
 - F. Rodríguez
 - J.C. De La Llera
- Structural Damage and Rehabilitation
(Structural Engineering)
 - C. Lüders (Coordinator)

(大島)



P. Hidalgo

R. Jordán

J. Vázquez

- Geotechnical Hazard Evaluation
(Geotechnical Engineering)

J. Troncoso (Coordinator)

F. Rodríguez

M. Van Sint Jan

E. Cruz

(G)

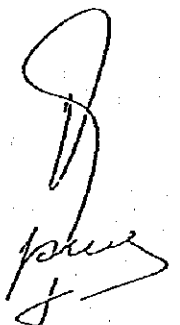
J
J
+ /

ANNEX III. PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS

1. In accordance with the provision of article VI of the Agreement, the Government of the Republic of Chile will grant exemptions from income tax and charges of any kind imposed on, or in connection with, the living allowance remitted from abroad.

2. In accordance with the provision of article VI of the Agreement, the Government of the Republic of Chile will grant exemptions from customs duties in respect of the importation of personal effects by the Japanese experts and their families as well as for importation of machinery and equipments relating to their activities.

(大印)

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'J' followed by several cursive letters, likely representing a Japanese name.

ANNEX IV. LIST OF ARTICLES

ITEM

1. Ground Motion and Building Response Evaluation
 - (1) 3-Channel Digital Strong Motion Accelerograph (SMAC-MD) 3 sets
 - (2) GPS Absolute Timing System 1 set
 - (3) Multi-Channel Digital Strong Motion Accelerograph 1 set

2. Structural Damage and Rehabilitation
 - (1) Control System for Constant Vertical Load 1 set
 - (2) Reinforcement of Loading Frame to Increase Stiffness 1 set
 - (3) Reinforcement Detector (Pachometer) 1 set
 - (4) Static Switching Box with 50 channels 1 set
 - (5) Additional Pin for ± 50 ton Actuator 1 unit

3. Geotechnical Hazards Evaluation
 - (1) PS Logging System 1 set
 - Data Acquisition System (McSEIS-170f)
 - Borehole Pick
 - Hydrophones
 - Geophones

4. All Programs (Computer System) 1 set
 - (1) Server System
 - Work Station
 - Monitor
 - External Hard Disk
 - Backup Unit
 - Printer
 - (2) Terminals 3 sets

天



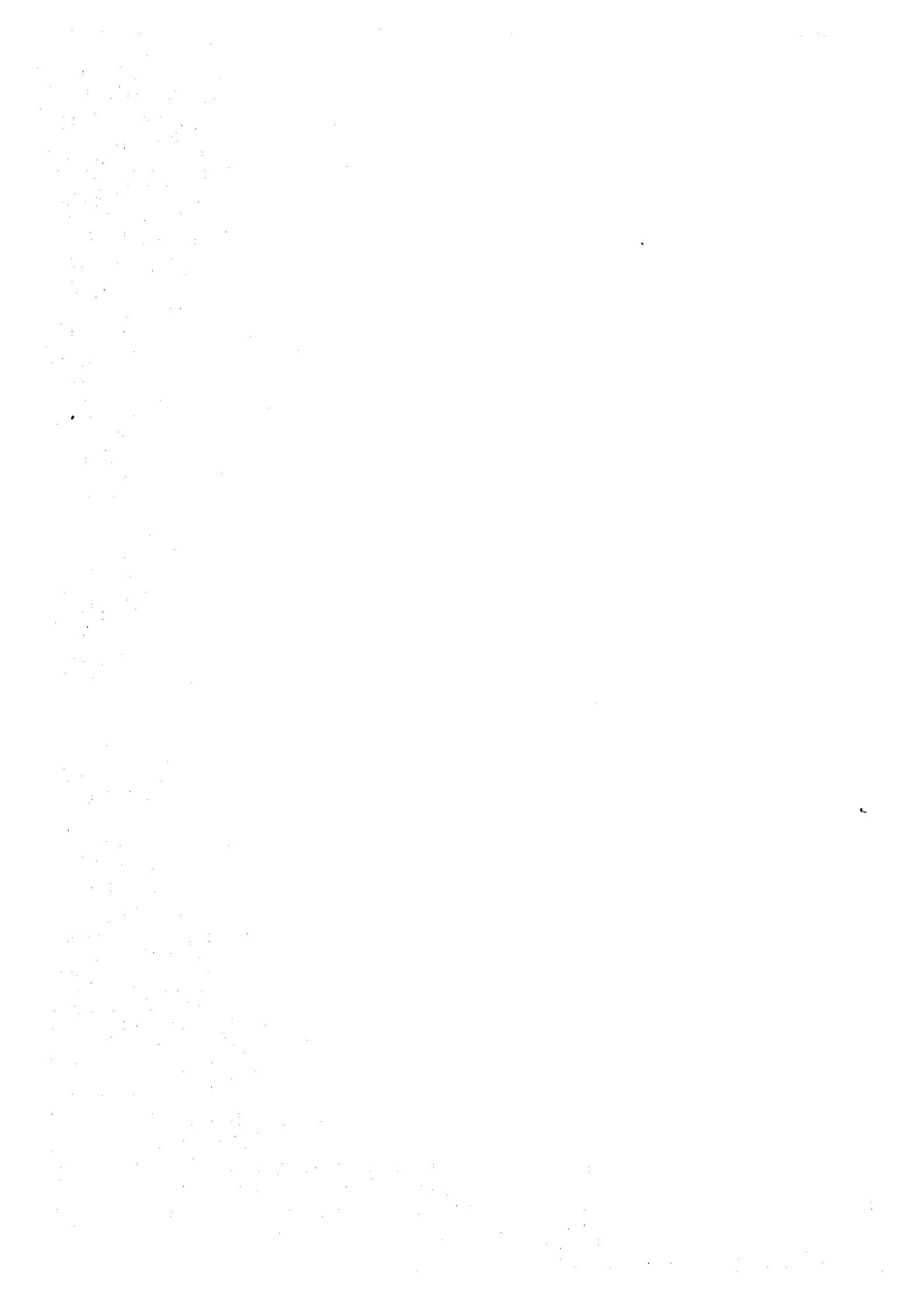
ANNEX V. TENTATIVE IMPLEMENTATION SCHEDULE

ITEM	1994	YEAR 95		YEAR 96		YEAR 97	
	OND	123456	789OND	123456	789OND	123456	789
1. Assignment of Japanese Experts							
1) Long-term Experts							
Geotechnical Engineering	***	*****	****				
Earthquake Engineering			***	*****	***		
Structural Experiment					***	***	
Structural Performance Evaluation						***	***
2) Short-term Experts							
Geotechnical Engineering		***	***	*		*	
Earthquake Engineering		*		***	*	*	
Structural Experiment		*		*		*	
Structural Performance Evaluation		*		*		*	
2. Provisions of Machinery / Equipment							
Geotechnical Engineering	*						
Earthquake Engineering			*				
Structural Experiment					*		
Computer System		*					
3. Training of Chilean Personnel in Japan		*	*		*	*	*
4. Seminar at Universidad Católica		*		*		*	
5. Reporting				I			F
	OND	123456	789OND	123456	789OND	123456	789

I : Interim Report F : final Report

(Handwritten mark)

(Handwritten signature)



JICA