

# 日本・ペルー地震防災センター 長期調査員チーム報告書

昭和61年8月

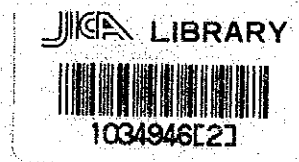
国際協力事業団  
社会開発協力部

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

海七
J R
86-105



# 日本・ペルー地震防災センター 長期調査員チーム報告書



昭和61年 8 月

国際協力事業団  
社会開発協力部

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

国際協力事業団

受入 月日	'87. 2. 13	709
登録 No.	15988	55.3
		SDC

## 序 文

ペルー国は、地理的に環太平洋地震帯の一翼に位置しており、歴史的に地震による被害を何度となく経験しており、地震による人的、物的被害が、国の経済発展の脅威となっており、地震による災害防止は重要な課題となっている。

こうした事情を背景に、ペルー政府は、地震科学の水準の引上げ、構造物に関する耐震基準を設定するなど地震による災害を最小限にとどめることを目的として、既存のペルー国立工科大学に地震防災センターの設立を計画し、地震学及び地震工学等の面で国際的に指導的立場にあるわが国にこれに係る技術協力を要請してきたものである。

国際協力事業団は、この要請を受け、本件要請の背景、内容規模、協力の可否等につき調査するため、昭和59年6月事前調査団を派遣した。

同事前調査の結果を受け、マスタープランの見直しに関する協議と基盤整備事業の実施準備（材料調査、価格調査、業者調査等の市場調査と反力壁・床の実施設計に関する打合せ）を行うため、建設省建築研究所第4研究部長岡本伸氏を団長とする長期調査員チームを昭和61年3月31日から4月28日まで派遣した。

本報告書は、同調査員チームによる現地調査結果をとりまとめたものである。

ここに調査の任にあられた調査員各位並びに調査員派遣に際し、ご協力いただいた外務省、建設省、在ペルー日本大使館及び内外各関係機関の方々に対し、深甚の謝意を表するとともに、併せて、今後のご支援をお願いする次第である。

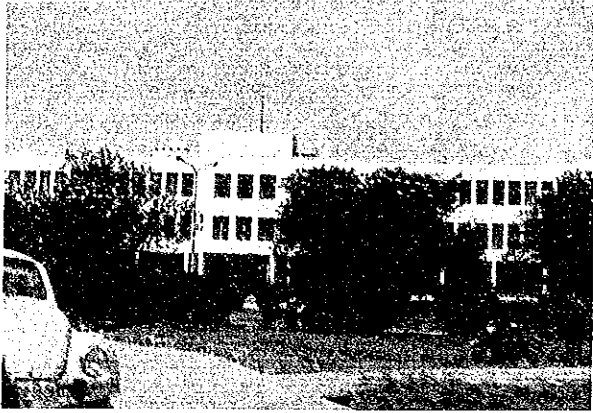
昭和61年8月

国際協力事業団

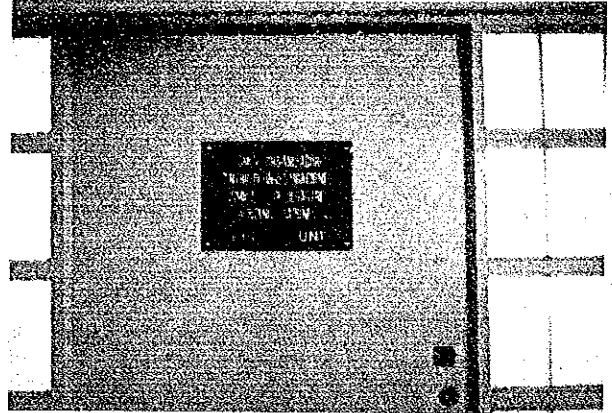
理事 玉光弘明



国立工科大学 (UNI) 訪問



大学構内



日本・ペルー地震防災センター組織委員会室

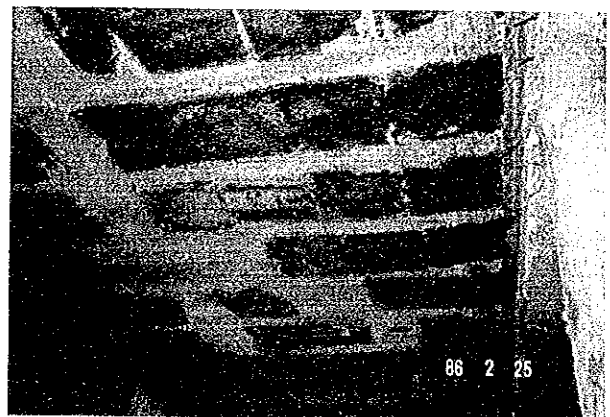
日本・ペルー地震防災センター建設現場



防災センター建設予定地並びに管理棟建設状況



管理棟



管理棟





国立工科大学材料実験棟視察



土質実験棟



UNI 材料試験室



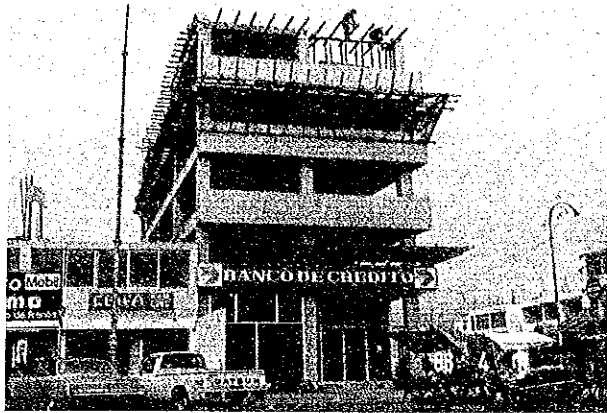
同右上

4月8日(火) MINUTES 署名式 ( PAVILLION DE CASA 於 )

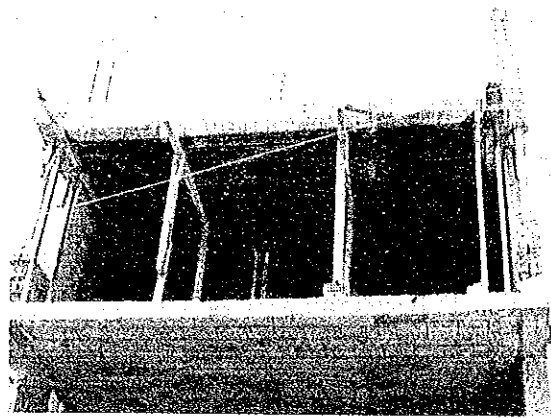


左から国立工科大学土木工学科 KUROIWA 教授、国立工科大学総長 JOSE IGNACIO LOPEZ 氏、岡本団長、JICA 田辺課長代理、

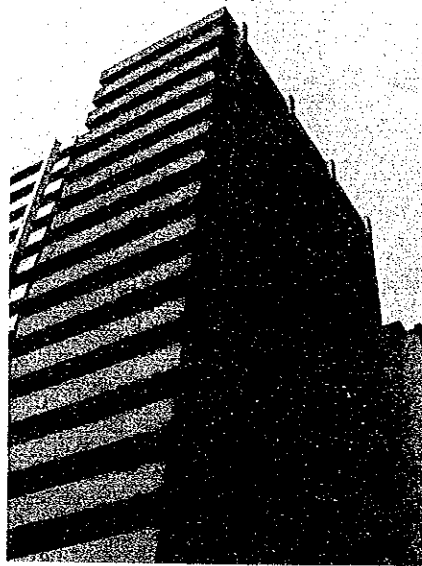




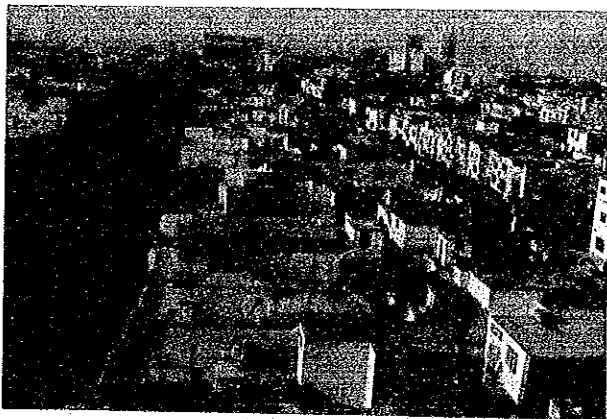
市内の建設中ビル



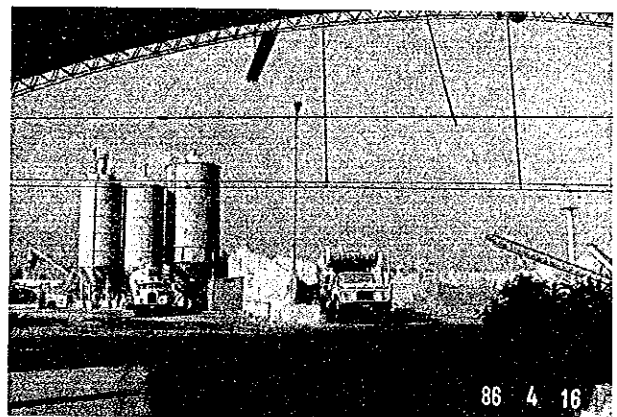
柱、梁のフレーム部のみR C構造  
壁は、レンガ積みで、スラブはホローブロック  
を使用している。



建設中途のビル



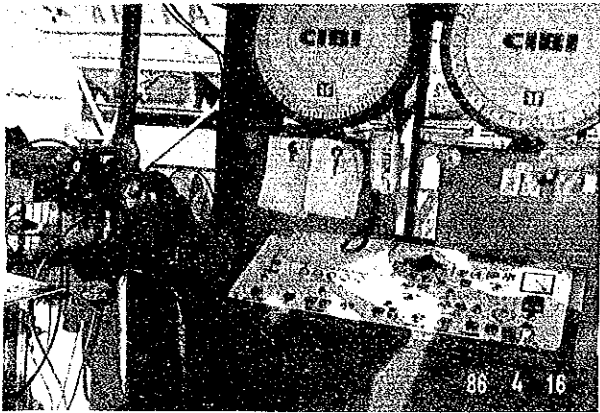
市内の建物



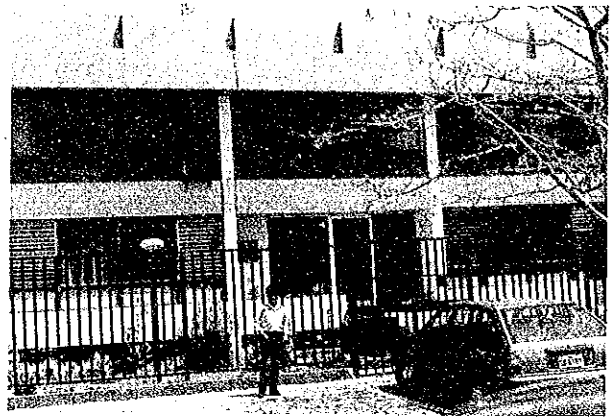
HORMEC社(生コン会社)



CESAR FUENTES 社



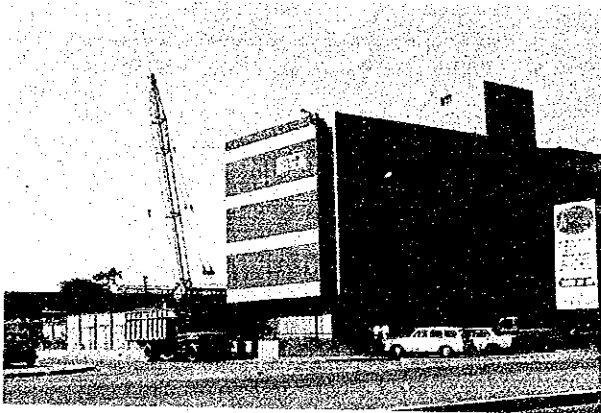
コンクリートプラントの制御装置



建設会社社屋外観



インタビューと見積り依頼状況  
社長CESAR FUENTES ORTIZ (右から2人目)

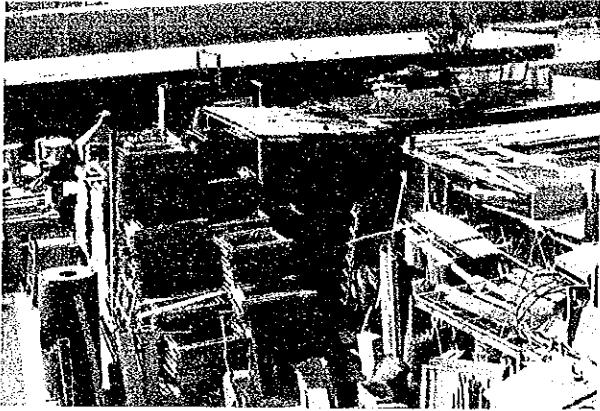


社屋外観3F

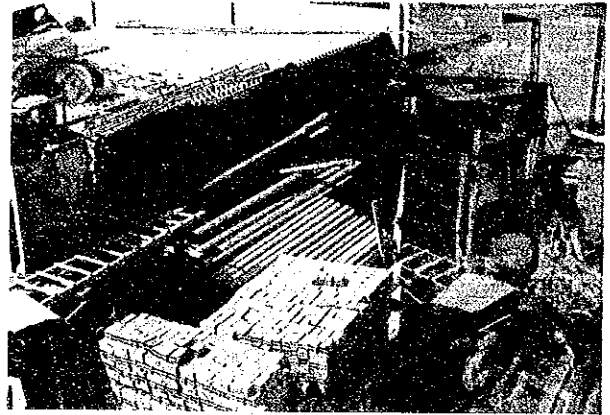


社屋裏の資材置場状況





社屋裏の資材置場



資材置場

GRAÑA Y MONTERO 社訪問 (建設会社)



社屋外観

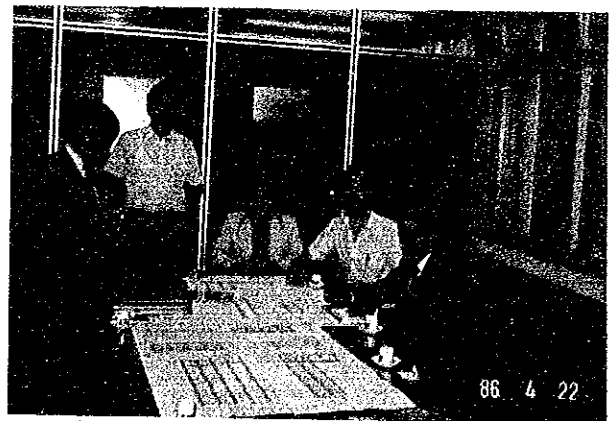
左から MISHIMA 氏 (日系二世), 社長  
TEODORO E. HARMSSEN 氏



COSAPI 社



Jy J CAMET 社訪問



COSAPI 社訪問

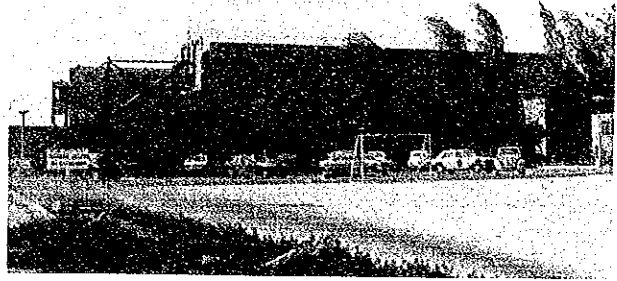




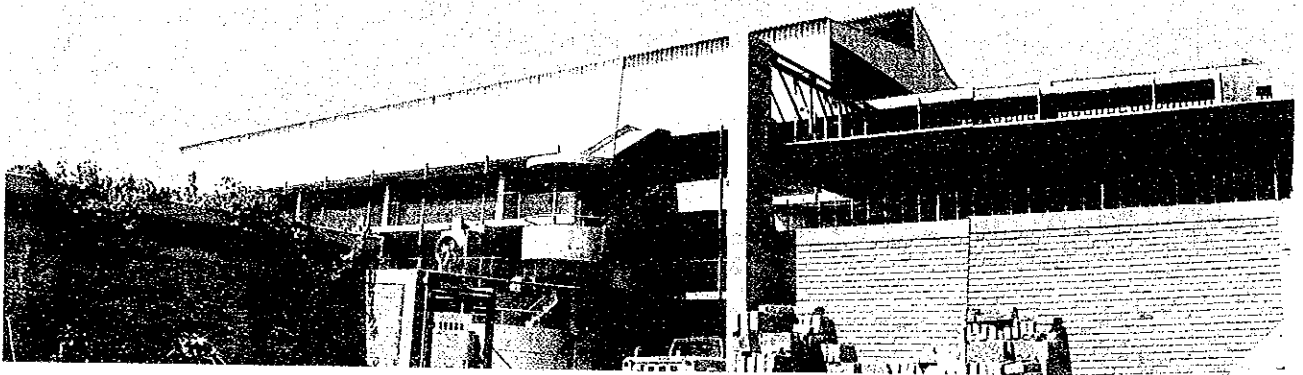
CATOLICA 大学構造実験棟視察



構造実験棟内



構造実験棟外観



CATOLICA 大学構造実験棟

CATOLICA 大学構造実験棟視察

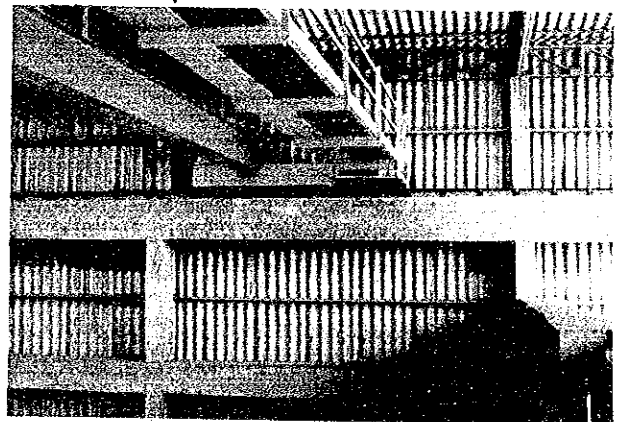
振動台 (4 m × 4 m)



反力床

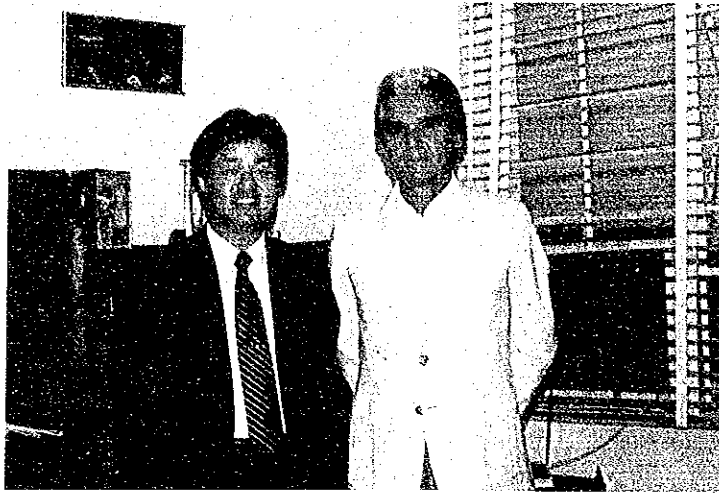


16 ton 天上クレーン

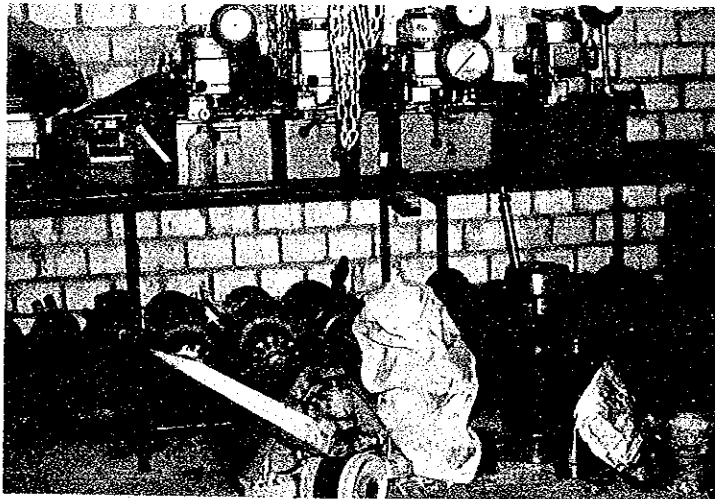




Freyssinet Representative 訪問

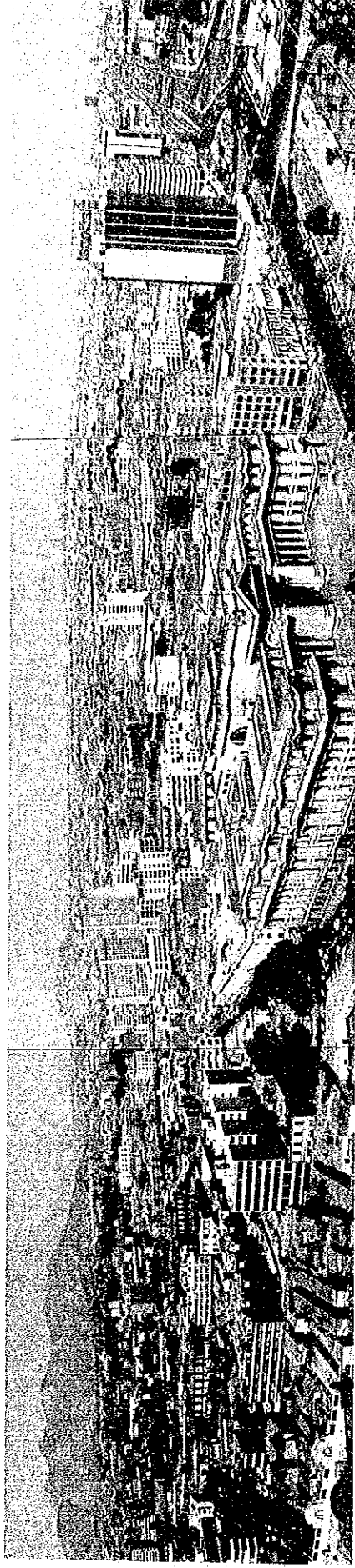


Freyssinet Representative In  
Peru EDUARD GALLO DEZA 氏  
( 右側 )



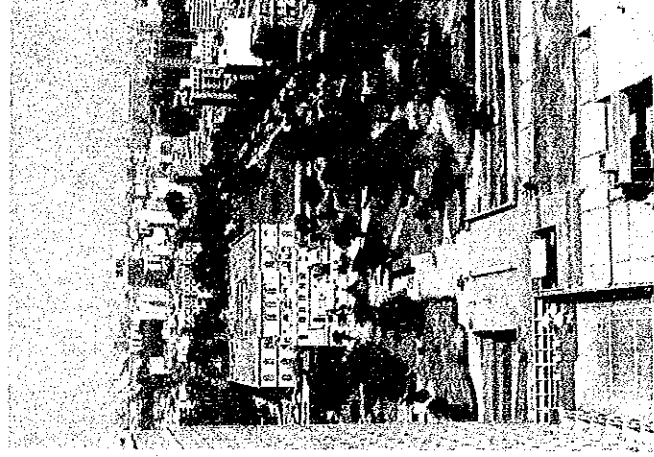
Freyssinet Jack in Warehouse





ペルー国首都リマ市：人口約600万人（リマタワーより南の方向を眺望）

リマ市街



町の中心街より南西の方向を望む  
（新市街地方面）



北の方向の旧市街を望む



# 目 次

## 写 真

I 長期調査団の派遣	1
I-1 調査団派遣の目的	1
I-2 調査団員の構成	1
I-3 調査日程表と調査活動内容	1
II 協議・調査概要	5
II-1 案件の概要	5
II-2 反力壁の概略設計	5
II-3 概略設計に対するコスト分析	12
II-4 仕様及び設計に関する重要な事項	17
II-5 建設に要する期間	20
II-6 施工会社の技術的能力等	22
II-7 工事監理	23
II-8 発注及び契約について	24
II-9 構造実験棟建屋の設計について	25
III 関連施設視察	28
カトリック大学について	28
IV ベルーにおける建築事情	29
V クスコ地震について	32

## 附 属 資 料

- ① 資料リスト
- ② 文献リスト
- ③ 添付資料リスト





## I 長期調査団の派遣

### I-1 調査団派遣の目的

反力壁は特殊な構造物であり、この建設には高度な施工技術と施工精度が要求される。

このような構造物のペルーでの施工実績は皆無であり、したがって現地では施工会社・技術者ともに建設のためのノウハウに乏しい。<sup>※2</sup> また、現地では建設材料の入手、建設工事の仕様、契約方法、建設コスト等に日本と異なる特殊性が存在する。これらの事情を調査し、反力壁の建設を円滑に進めるため、下記の事項について調査を行った。

- (1) 反力壁の建設に関する現地施工会社の技術的能力及び実績
- (2) 必要な建設資材の入手に関する事項
- (3) 反力壁の現地での建設コスト
- (4) 建設工事の契約に関する事項
- (5) 反力壁の建設に要する期間
- (6) 工事監理に関する事項
- (7) ペルー側で建設する構造実験棟建屋に関する調査及び指導
- (8) 反力壁の設計図面作成に必要な事項
- (9) 建築に関する一般的事項
- (10) mission が来秘中に生じたクスコ地震の被害調査

※2 カトリック大学の反力床に唯一の経験がある。

### I-2 調査団員の構成

団 長	： 岡 本 伸	建設省建築研究所第4研究部長
団 員	： 田 辺 耕 治	JICA 社会開発協力部 課長代理
〃	： 清 水 豊 和	建設省大臣官房営繕部 営繕設計官
〃	： 岸 本 章 士	榊奥村組筑波研究所 主任研究員

### I-3 調査日程表と調査活動内容

調査期間 : 昭和61年 3月31日～4月28日

表-1 調査日程

3月31日(月)	成田発
4月1日(火)	ロスアンゼルス発(メキシコ、ボコタ経由)
4月2日(水)	リマ着
4月3日(木)	JICA 事務所表敬訪問 日本大使館表敬訪問

- UNI 学長表敬訪問  
地震防災センター建設現場視察  
黒岩教授による反力床壁に関する説明
- 4月4日(金) ペルー側で準備した反力床壁の設計図書見積書の検討
- 4月5日(土) JICA の予算内で収まる反力床壁の検討
- 4月6日(日) 反力床壁の設計  
見積り単価の依頼
- 4月7日(月) 見積り依頼用反力床壁の検討 (UNI 於)
- 4月8日(火) 反力床壁の基本断面の検討, 打合せ (UNI 於)  
UNI 材料実験棟視察  
クスコ地震被害調査日程打合せ (JICA 事務所於)
- 4月9日(水) 反力床壁見積り依頼用図面作成打合せ  
クスコ地震被害に関する資料収集
- 4月10日(木) クスコ着  
クスコ大学訪問  
地震被害状況調査
- 4月11日(金) 地震被害状況調査  
被害状況に関する討議  
クスコ大学の被害調査報告の聴取
- 4月12日(土) クスコ〜リマへ移動
- 4月13日(日) 休日
- 4月14日(月) 見積り依頼並びに事情聴取の為の建設, 設計会社訪問日程の打合せ  
見積り依頼用図面のチェック (UNI 於)
- 4月15日(火) 見積り用特記仕様の作成  
VSL REPRESENTATIVE 社訪問  
JyJ CAMET 社訪問
- 4月16日(水) CESAR FUENTES S. A. 訪問  
FUJITA-GUMI S.A. 訪問  
HORMEC 社 (生コンプラント業者) 訪問
- 4月17日(木) ペルーでのコンクリート工事関係標準仕様の英文版の作成  
今後の日程打合せ (UNI 於)  
クスコ地震調査報告書作成
- 4月18日(金) GRANA y MONTERO S. A. 社訪問  
UPA CA S. A. 社訪問

- 反力床壁に関する英文の仕様書作成 (JICA 於)
- 日本大使館へクスコ地震調査報告書提出
- 4月19日(土) 日程打合せと資料整理
- 4月20日(日) 市内見学
- 4月21日(月) 帰国迄の日程打合せ (UNI 於)
- 入手資料の整理
- 4月22日(火) JyJ CAMET 社 (見積書ヒアリング)
- CESAR FOENTES 社 ( " )
- FUJITA-GUMI S.A. 社 ( " )
- 4月23日(水) CATOLICA 大学構造実験棟
- GRANA y MONTERO 社
- BUCKLY-KONNO 設計会社訪問
- 4月24日(木) BUCKLY-KONNO 社
- MARCO A. DE LA FUENTE 氏よりPC工事に関する事情聴取
- Freyssinet Representative 社訪問
- EDUARD GALLO DEZA 氏よりフレシネ工法に関する情報収集
- 4月25日(金) 建屋と反力床壁工事との工程打合せ並びに設計に関する討議
- 地震防災センター工事現場視察 (UNI (国立工科大学) 於)
- 収集資料の整理, 手渡し
- 調査報告 (JICA事務所於)
- 4月26日(土) リマ発
- メキシコ着
- メキシコ市内視察
- 4月27日(日) メキシコ発
- ロスアンゼルス経由
- 4月28日(月) 成田着

## 調査活動内容

ミッションの活動のうち反力壁の建設に関する調査活動内容を以下に示す。また活動のスケジュールの詳細は表-1のとおりである。

### (1) カウンターパートとの討議及び打合せ

- ・反力壁の仕様、構造、建設スケジュールに関する意見交換
- ・構造実験棟の設計並びに仕様及び建設スケジュールに関する意見の提示及び討議
- ・構造実験棟と反力壁及びクレーンの設置に関する意見の提示

### (2) 設計事務所及び施工会社よりのヒアリング

- ・BAUTISTA (UNI建設の建屋の構造設計者)との反力壁及び一般建設工事の標準仕様書に関する意見交換
- ・反力壁のコスト分析に関する意見交換

下記6社より、反力壁の概略設計について図面及び仕様を示し、建設コスト・工期についての見積書収集をした。

また、会社概要及び技術力等についてカタログ等の資料収集及びヒアリング等の調査を行った。

FUJITA-GUMI S. A., CESARFUENTES, CAMET, GyM, UPACA, COSAPI,

### (3) 材料メーカーよりの事情聴取

- ・下記2社のPCメーカーよりPC工事についてコスト及び技術的問題について事情聴取した。  
LINEZ-LOZADA(VSC), GALLO DEZA (フレネシー)
- ・下記の生コン業者より生コンに関する事情聴取及び工場設備、骨材についての現地調査  
HORMEC 社

なお、他に下記の2社の生コン業者があり、これについてはヒアリングによった。

COPRESA 社, PREMIX 社

### (4) JICA Lima 事務所との打合せ

設計及び工事の内容、スケジュール、契約方法等について討議した。

### (5) カトリック大学の構造実験施設及び研究の視察

カトリック大学の構造実験施設(反力床・振動台)及び周辺施設の見学と研究の現状及び研究方法についての討議及び意見交換。

### (6) 設計事務所 VICTOR KONNO氏よりの事情聴取

## II 協議・調査概要

### II-1 案件の概要

地震、防災センターの建設に関してペルー側は構造実験棟内の反力壁の建設について日本側に財務的援助を要請した。<sup>\*1</sup>

これを受けて JICA では反力壁の建設を日本側で行う必要性を認め、今回のミッションにおいて反力壁の現地建設に関して必要な調査及び情報収集を行うこととした。

ペルー側の要望した反力壁の概要及び仕様は図-1のとおりである。

※1 日本、ペルー地震防災センター事前調査報告書 60,2 21P(9)

### II-2 反力壁の概略設計

#### (1) 日本における試設計

ペルー側の要望に基づき、日本であらかじめ反力壁の試設計を行った。これは3階建の実大建物の破壊実験を行なえるものであり、反力壁の規模及び壁脚部の許容応力をペルー側の要望に沿ったものとしている。この設計は主としてミッションが反力壁の設計を把握するためのものであり、ペルーで行われる諸調整のためのベースとして作成したものである。なお、この試設計に基づく日本における反力壁の建設コストは約120,000千円であり、ペルーにおける建設コストは約70,000千円程度と予想された。

資料1はこの試設計の設計図並びに構造試算書及び数量調書である。

#### (2) ペルーにおける概略設計

UNIは反力壁に関して2つの設計案及びその見積書を保有していた。案-1は日本で設計されたものであり、反力壁のみにプレストレスを導入することとしている。反丁型の形状であることを除き規模はほぼ同等である。

資料では案-1の設計図及び FUJITA-GUMI S. A. のこれに対する見積書である。

案-2はUNIが案-1をもとに設計事務所 BAUTISTA に依頼して設計したもので形状等は案-1とほぼ同様である。これには設計図面の他、仕様書及びコスト試算が示されている。なお、この仕様書は mission の来秘中に英訳したものがあり、これらを資料-3に示しておく。

この2つの設計案にはプレストレスの導入に関しての設計の不備、アンカーホール用パイプの鉄骨製仮設ホルダーに対する誤解等があった。

この2案に対し、UNI及び BAUTISTA 並びに FUJITA-GUMI S. A. よりヒアリングを行い、これをもとに概略のコスト分析を行った。またコンクリート工事、型枠工事、鉄骨工事に対し施工仕様及び要求精度等工事の特殊性と現地の建設事情を考慮した調整を行なったのち各工事種別ごとの単価の予測を行った。

この単価予測に基づき、日本における試設計の見なおしを行い、JICA 予算の範囲内で実施見込

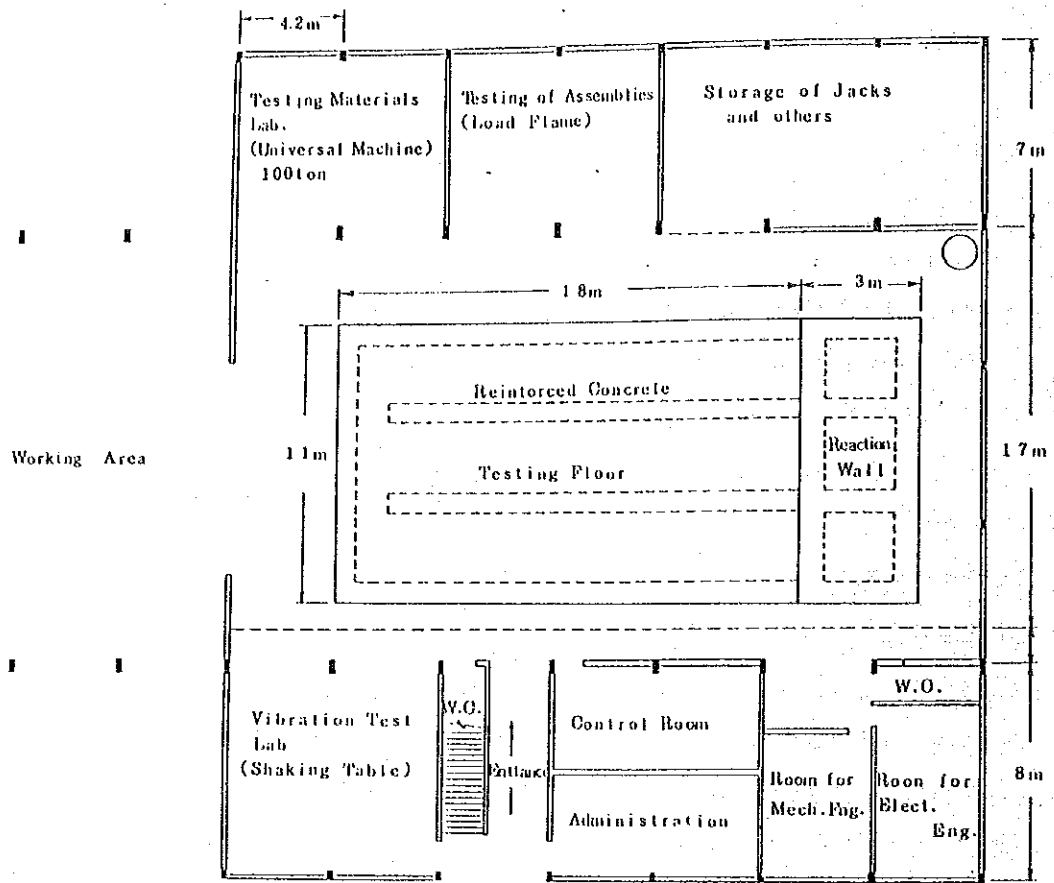


図 1-1 STRUCTURAL TESTING LAB: 1<sup>st</sup> STORY 1/200

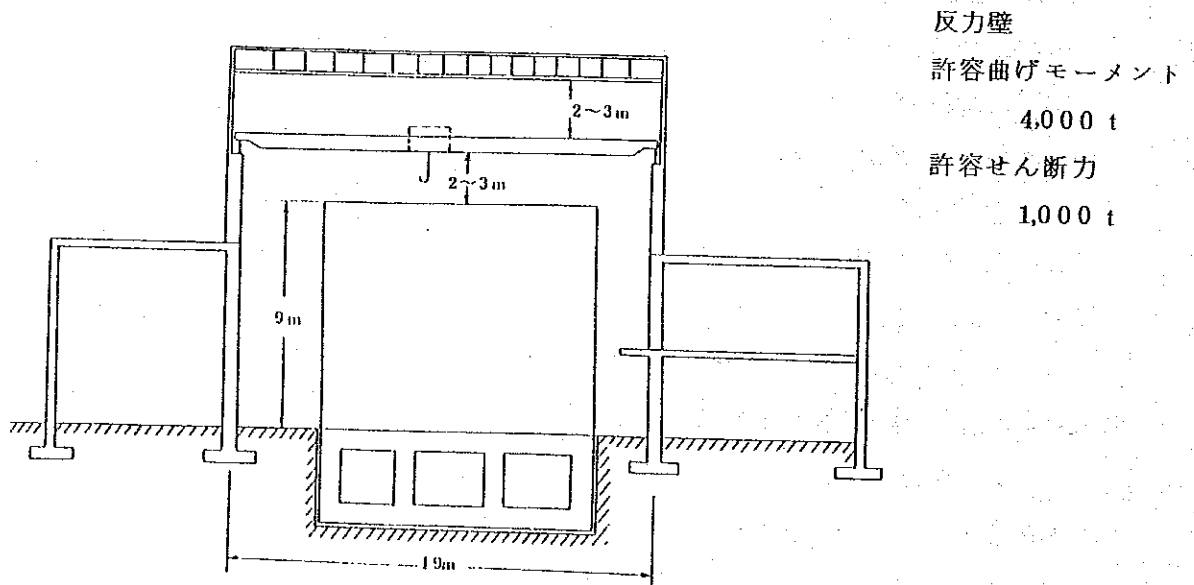


図 1-2 STRUCTURAL TESTING LAB ELEVATION 1/200

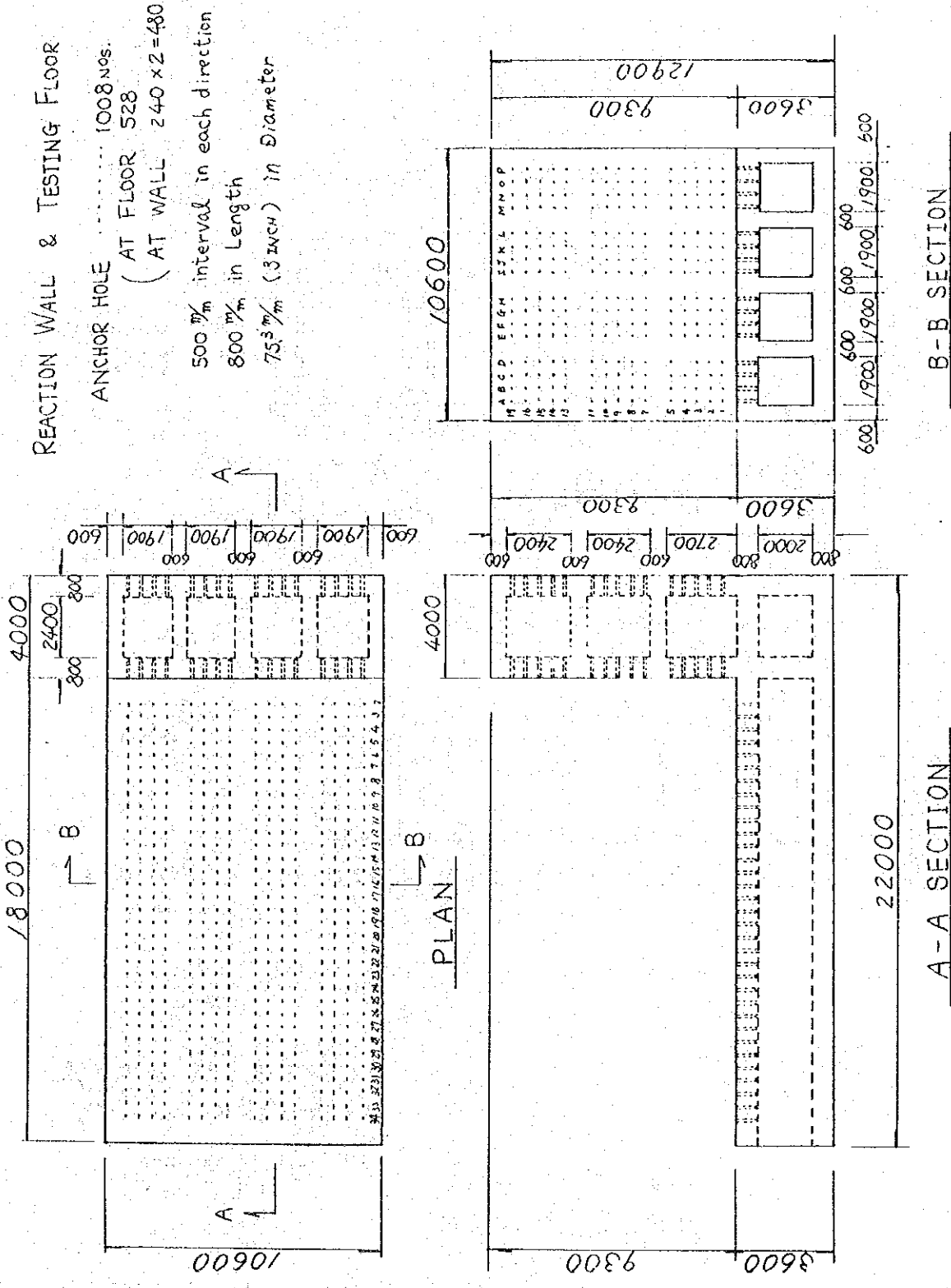
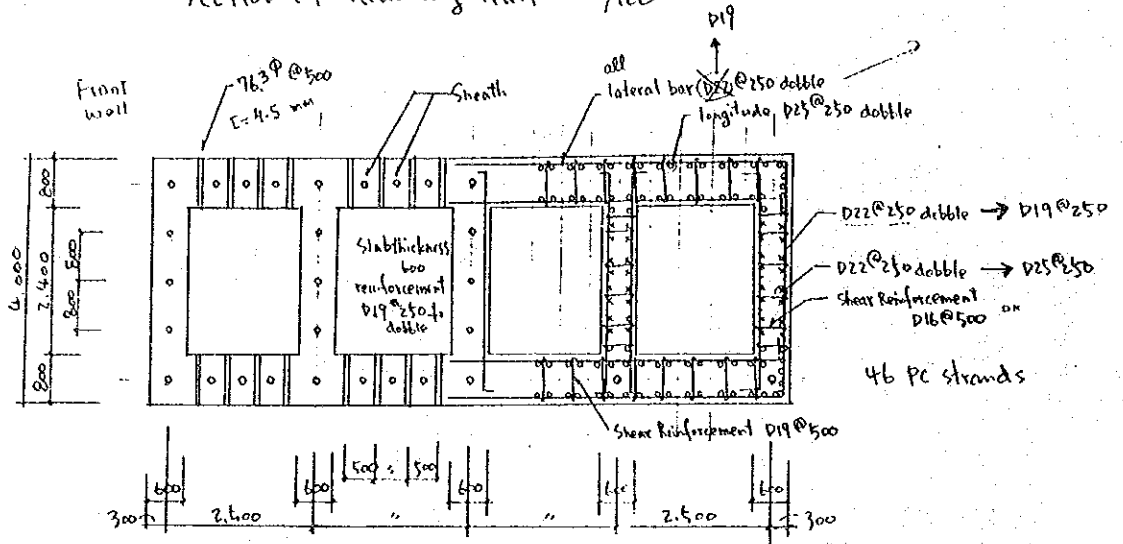


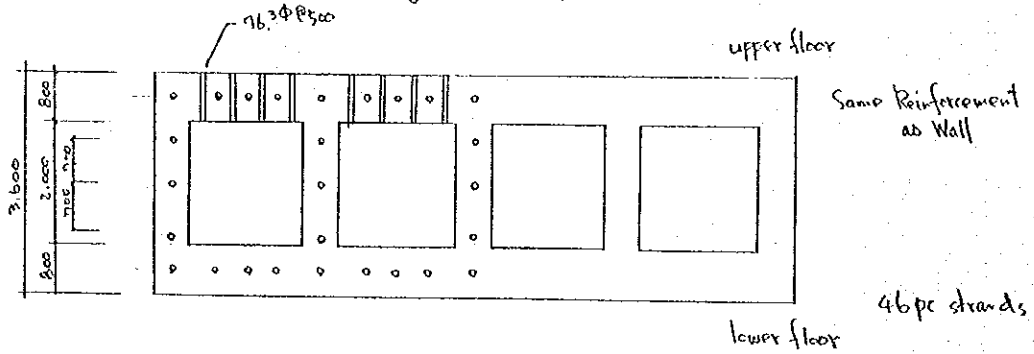
図 2 - 1 反力壁の概略

1986.01. APR.

Section of Reacting Wall 1/100



Section of Testing Floor 1/100



Dibujar  
ESC 1:50

CONCRETE  $f_{c28} = 350 \text{ kg/cm}^2$   
Reinforcing Bar  $f_y = 42 \text{ kg/mm}$

PC cable [ SPWR7B  
12T12.7

図 2 - 2 反力壁の配筋



Particular Specification

1. Concrete

Specified concrete strength :  $F_c=350 \text{ Kgf/cm}^2$

Ready mixed concrete shall be used.

Normal portland cement or moderate heat portland cement shall be used.

Maximum size of aggregate shall be 25 mm in diameter.

AE water reducing agent shall be used.

Mix proportion shall be approved by the Engineering Inspector prior to commencement of works.

2. Form Work

Plywood, that thickness is 15 mm, or metal form shall be used.

Upper floor's supports, which are steel pipes, shall be allocated 500 mm interval in both direction.

Form tie shall be used 500 mm interval in both direction at wall.

Severe accuracy of forming shall be requested that tolerance of construction error shall be no more than 1/1000.

3. Placement of concrete of consolidation

The number of vibrator might be needed two times as much as ordinary case.

If construction joints might be needed at the floor level concreting, approval of the Engineering Inspector shall be required.

Finishing of the floor shall be required severe construction accuracy such as tolerance of construction error shall be no more than 1/1000 and smoothness of the surface shall be within the limitation of  $\pm 2\text{mm}/2\text{m} \times 2\text{m}$ .

In addition, local roughness of the surface caused by sinking of fresh concrete shall not be allowed.

4. Anchor holes

Anchor holes shall be allocated 500 mm interval in both direction at the upper floor and wall.

They shall be fixed by a adequate steel frame supporter in order to keep the position.

Severe construction accuracy shall be required such as tolerance of construction error shall be no more than 1/1000.

表 - 2 ESTIMATED CONSTRUCTION COST OF THE  
REACTION WALL & TESTING FLOOR

	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	RATE	AMOUNT	TOTAL(I/)
1.00	<u>PRELIMINARY WORKS</u>	LS			54,000	54,000
2.00	<u>EARTHMOVEMENT</u>					88,000
	LEVELING	m <sup>3</sup>	315	7.00	2,200	
	EXCAVATION	m <sup>3</sup>	1,800	41.00	73,800	
	BACKFILLING	m <sup>3</sup>	600	20.00	12,000	
3.00	<u>REINFORCED CONCRETE</u>					2,024,000
3.01	CONCRETE Fc=350kgf/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	720	1,200.00	864,000	
3.02	FORM	m <sup>2</sup>	1,300	200.00	260,000	
3.03	REINFORCEMENT	kg	90,000	10.00	900,000	
4.00	<u>METAL &amp; STEEL FRAME WORK</u>	kg	40,000	22.00	880,000	880,000
5.00	<u>PC WORK</u> (PC STEEL) 15T)	LS			1,350,000	1,350,000
A	DIRECT COST		1 + 2 + 3 + 4 + 5			4,396,000
B	GENERAL EXPENSES + UTILITY		A × 20%			879,200
C	TOTAL COST		A + B			5,275,200

みのあるものに設計変更を行った。

図-2はこの概略設計のうち反力壁の規模及び配筋等を示したものでこのうち規模に関するものは minutes に盛り込まれている。反力壁に関する当面の特別な仕様は以下のとおりである。

また、表-2はその時点での mission の行った概算である。

資料4は図2に基づき Bautista に依頼して図面化したものである。(図面化コスト I / 3,500(イン  
チ)200US\$)

## II-3 概略設計に対するコスト分析

### (1) 反力壁の試設計に対する概算

反力壁に特有の仕様及び資料3の図面に基づいて建設会社5社に概算見積りを依頼した。この見積書を資料5に示しておく。

なお、パイプホルダー用の仮設鉄骨については設計を行っていないため総量で40tonと仮定して見積りをとっている。<sup>※3</sup>

※3 FUJITAGUMI S. A. は約8t程度で可能と回答、CESARFUENTES は見込んでいない。

見積結果の一覧を表-3に示す。これに基づき試設計に対する61年5月現在での反力壁の現地建設価格は表-4程度であると予想される。

なお、仮設の鉄骨の総量は20tonと仮定し、経費率は現地事情を考慮して20%とした。

これをペルーでの市場レート<sup>※3</sup> (1US\$ = 1/17.3) でドルに換算し、さらに1ドル170円程度として日本円に換算すると建設費は約49,000千円となる。

※3 オフィシャルレートは1US 弗 = 1/14.0に固定されている。

### (2) 公共工事に対する減税措置

ペルーでは公共工事についてはコンクリート、鉄骨等について減税措置が適用され建築材料は市場価格の8割程度となり、全体工事費については10%弱安くなると思われる。反力壁についてもこの減税措置の適用の可能性はある。なおこれは前期のコスト試算に考慮していない。

FABRICAS DE ESTRUCTURAS METALICAS

( 鉄骨製作業者リスト )

Estructuras Metálicas  
Las Tiendas 269-of.L Surquillo  
Telfns 412743 - 415591

Estructuras metálicas E.I.R.L A. G. O  
Avda. Angamos este 1971 - Surquillo  
Telf 476525

Estructuras metálicas ADO S.R.L  
Avda. Macuinarias 2305  
Telf 633489

Cornetal S. A  
Los talladores 357 Urb. el Artesano - Ate  
Telf. 368336

Coop. Ind. FAMELPE  
Psaje Sta. Rosa 115 altura km 2.800 Carretera Central  
Telf. 315889

Fabrimet Fabricaciones Metalmeccánicas E.P.S  
Avda. Cmte Mora 590 - Callao  
Tlfns 654565 - 655177

Maestranza Bocanegra  
Avda. Punta Pescadores 1t-15 Callao  
Telf. 297405 - 292793

表-3 建設会社5社見積り比較表

単位I/(インテイス)

	FUJITA-GUMI S. A.	G y M	UPACA	J y J CAMET	CESAR FUENTES	COSAPI	(参考) V S L	(参考) FUJITA-GUMI S. A. (案1 図面見積り)
1. 仮設工	117,000.00	16,015.95	170,000.00	190,900.00		83,218.50		360,000.00
2. 掘削地業	124,940.00	187,032.15	130,700.00	82,664.38	92,559.44	102,578.94		153,910.00
3. コンクリート工	2,655,537.00	1,943,335.13	2,850,218.00	1,980,274.45	2,303,958.80	2,708,843.70		3,007,332.00
4. P C 工事	1,003,032.00	1,150,286.40	1,410,000.00	1,305,000.00	265,017.96	809,820.00	1,305,000.00	800,000.00
5. 鉄骨工事	(703,960.00)	40ton 691,744.78	1,211,000.00	939,440.00	(703,960.00) 92,609.10	40ton 1,420,552.58		703,960.00
6. 一般管理費	6+7=(1+2+3+4) × 20%	15% 611,537.50	15% 865,788.00	20% 899,655.77	20% 550,829.06	12% 615,001.66		
7. 現場経費	776,101.00	45% 206,087.45	10% 577,192.00	12% 539,793.46	10% 275,414.53	8% 459,201.24		20% 1,005,040.40
合計	4,656,610.00	4,806,039.36	7,214,898.00	5,937,728.06	3,580,388.89	6,199,216.76		6,030,242.40
*鉄骨工事20トンの場合	(5,360,570.00)	4,375,629.22	6,564,897.50	5,317,697.66	(4,284,348.89)	5,340,066.30		

表-4 試設計のコスト分析60. 4月現在 ( mission の想定)

工 種	単 位	数 量	単 価	金額 (1/.)
仮設工事		一 式		110,000
掘削埋戻し		一 式		85,000
捨てコン @100	m <sup>2</sup>	250	36	9,000
コンクリート工事Fc=350打込費	m <sup>2</sup>	780	1300	1,014,000
型枠 ①19mm	m <sup>2</sup>	1400	130	182,000
鉄筋工事	t	90t	9000	900,000
仮設鉄骨	t	20.0	20,000	400,000
パイプ3インチ ℓ=800	個	(1008)	170	171,360
PC工事				
横 22.00m×120t PCケーブル	本	36	16,000	576,000
縦 12.2m PC鋼棒	本	36	14,400	518,400
照 明		一 式	60,000	
手すり階段等		一 式	90,000	
小 計				4,115,760
経 費 20%				823,152
合 計				4,938,912

(3) インフレとエスカレーション条項

現地ではインフレが激しく契約時には工事費のエスカレーションについてのとりきめをする必要がある。

エスカレーションは公的機関が毎月発行する物価調査にもとづいて工事金額を計算するもので、あらかじめ計算しておいた工事ごとの人件費、建築材料、経費などの割合を物価上昇にしたがってスライドするものである。公式は各社の見積りと同時に提出してもらっているものを資料5に示しておく。

工期8ヶ月の場合、たとえ円建の予算であっても15%程度の工事費の割り増しは覚悟する必要がある。

表-5 ペルーの建設会社の公共手持ち工事契約可能額  
(The Andean Report 1983.10月による)

PERU: TOP TWENTY CONSTRUCTION COMPANIES (contract capacity*, S/.mn)		
	31.8.83	31.8.82
○Cosapi	180,000	87,376
Construcciones Villasol	148,000	29,541
Carlos Tizon P.	144,115	24,500
Vera Gutierrez	113,328	65,000
○Grana y Montero	105,000	25,500
Octavio Bertolero	60,000	19,875
Caceres Contratistas Generales	55,000	24,000
Impresit del Pacifico	55,000	n.a.
○Constructora Upaca	35,400	25,000
Guiulfo Constructora	35,000	15,000
Bruce	32,500	15,000
○J. & J. Camet	32,000	15,000
Ingenieros Ejecutores	31,055	12,700
Cilloniz, Olazabal, Chipuaga	27,274	19,500
Woodman y Mohme	25,000	25,000
○Cesar Fuentes Ortiz	25,000	11,400
○Fujita Gumi	24,000	n.a.
Massa	22,500	n.a.
Aramayo	22,260	22,260
Superconcreto	22,000	n.a.

\* Construction sources say this is an "elastic" concept used by the National Council of Bids and Tenders for its construction company register. It is based partly on the number of engineers on the payroll, previous building experience, equipment and size of capital.  
Source: El Paruano.

○印は調査を行なった建設業者



したがって、当初の契約金額は42,000千円程度以内としなければならない。

なお、上記見積書には反力壁及び床内部の照明階段手すり等の工事は含んでおらず、これに1,500千円ぐらいを見込む必要がある。

## II-4 仕様及び設計に関する重要な事項

### (1) 一般的事項

ペルーでは日本で用いられているような共通仕様書はない。仕様としては工事種別ごとにアメリカの諸基準を適用していることが多い。仕様の決定についてはこれらを考慮し工種ごとの適用基準を明確にするとともに特記仕様書で補う形式とせざるを得ない。又、検査等も時期・回数等を明記する必要がある。

下請及び材料の受入れ等についても監理者の承認事項とすべきである。この他、役所との関係、責任範囲、雑役務等についても仕様書または契約書中に詳細に規定する必要がある。

設計についてはペルーでは建設業者が施工図を書く習慣がないことに注意すべきである。

仕様書及び設計図は契約上のトラブルを避け監理を意味のあるものとするためにも重要であり、緻密でなければならない。

日本で詳細設計を行う場合にはこの点に留意し成果品の受け取りに細心の注意を払う必要がある。

また、なんらかの意味で設計変更に対する担保が必要である。

### (2) コンクリート工事

セメントはリマ社、アンディノ社、エルソル社及びこれ以外の3社計6社が生産しているが品質はあまりよくない。

強度が日本と比較して小さい他、収縮が大きいという欠点がある。さらに品質のバラツキが大きいことに注意する必要がある。

粗骨材には碎石を用いている。細骨材は微粒分を多く含んでいることがあるので注意が必要である。

コンクリートには品質監理上生コンを使うことが是非とも必要であるが会社により骨材の採取の条件が違うため品質の差がある。生コン会社3社のうちHORMEC社は細骨材に微粒分を多く含んでいた。COPRESA社またはPREMIX社の生コンを選択すべきである。

混和剤（減水剤）の使用経験に対しては問題がない。ただ種類が豊富でないことに注意する必要がある。

配合についてはHORMEC社の資料（資料6）を入手したのでこれを参考にするとよい。

一般にセメント強度が日本より小さいため単位セメント量は多めになる。生コンは自動計量をおこなっている。しかしながら日本のようにmixはプラントで行わず生コン車のアジテータでおこなっている。

なおコンクリートについては日本と比較して品質が悪いため試験練等を十分に行い必要な情報を

得なければならない。また、セメント、骨材、コンクリートについては各種の試験を十分に行い品質監理を徹底する必要がある。各種試験は UNI で行うことができる。

コンクリート強度はセメント量などの関係から  $F_c = 350 \text{ kg/cm}^2$  またスランブは 12cm 程度が適切であると判断する。

コンクリートの打込みにはポンプ車を使うこととする。打込みには特別の注意が必要である。スラブの 1 回の打込み量は 200  $\text{m}^3$  前後であり、ポンプ車を使用すれば 1 度に打込むことが可能である。ポンプ車は日本ほどはひんぱんに用いられてはいないが施工会社は十分な経験を積んでいる。なお、ポンプ車はスクイーズ式のみである。

マスコンクリートであること、鉄筋量が多く、さらに鉄骨、PC ケーブル用ソース等がコンクリートの中に大量に埋めこまれることを考慮して仕様（バイブレータの使用等）を決定すべきである。反力床の表面仕上げは精度を要求されるため特別な仕様とすべきである。<sup>※4</sup>なお、左官の技術は日本に比べ劣っていない。

カトリカ大学の反力床は表面を研磨仕上げとしていたがその必要はない。

※4 初期沈下の問題があることを徹底する。

### (3) 型枠工事

型枠は通常の構造物に比べより精度が要求される。仕様ではこの点数値的を明確にしておく必要がある。

このため型枠の材料は厚さ 19mm の型枠ベニヤまたはメタルフォームを使用することが適当と思われる。メタルフォームは大きな施工会社は保有しているし、これをリースする会社も存在する。

両者とも使用経験に関して問題はない。また、スチールのサポート、フォームタイもそれなりのものがあるがピッチ等は型枠の精度に見合うよう規定する必要がある。

なお、型枠の検査についても時期方法等を規定する必要がある。

### (4) 鉄筋工事

鉄筋はペルー国内生産のものを使うことで問題はない。異形鉄筋は Siedel Peru 社が生産しており、仕様はアメリカのものに準じている。強度は grade 60 と呼ばれるもので引張強度  $F_y = 42 \text{ kg/mm}^2$  のみが入手可能である。

サイズは  $\frac{1}{4}$ "  $\frac{3}{8}$ "  $\frac{1}{2}$ "  $\frac{5}{8}$ "  $\frac{3}{4}$ " 1" の 6 種類で D22 に相当するものがないことに注意する必要がある。

反力壁は通常の鉄筋コンクリート構造物に比較して鉄筋量が非常に多く、ペルー業者のこの種の経験はきわめて少ない。しかしながら、鉄筋の加工組み立てに関する技術に関して特に問題はなく、職人に適切な指示さえあたえればよいと判断される。むしろ、大量の鉄骨も埋め込まれるためコンクリートの打込み等に注意する必要がある。なお、鉄筋の圧接は一般に行われていないので重ね継手とする必要がある。

## (5) 鉄骨工事

鉄骨工事は床、壁用のアンカーホール用スチールパイプを保有するためのもので仮設である。これを図面化し指定することは契約上絶対に必要である。

日本である方法を図面化し、それに基づいた積算を行なっておくべきである。また、監理ということもからむが施工会社が施工にあたり、別の方法を提案しこの鉄骨量に増減が生じた場合、契約上どうするか、対処方法を決めておく必要がある。なお、鉄骨量は日本での施工経験より類推すると20t弱と考えられるが<sup>※5</sup> FUJITA-GUMI S. A. は10t程度の鉄骨で十分やれると提案している。<sup>※6</sup> 契約・設計変更とからみかなり大きな問題である。

※5 奥村組筑波研究所の反力壁よりの種類 奥村組は精度を非常にきびしく考えている。

※6 カトリック大学ではL-40×40～L-50×50程度のアングルを用いて施工していた。これでいけば10t程度で十分である。

鉄骨材料の入手に関しては大きな問題がある。ペルーではL-40×40ないしL-50×50程度のアングルまでは国産化している。

これ以上の断面のアングル、チャンネルはPCを曲げ加工若しくは溶接して作っている。(PCの曲げ加工は工場で行うことができる。)

しかしながら、反力壁のための鉄骨部材は精度を要するための大型の形鋼を仕様する場合は輸入したほうがよいと判断される。4インチまでのパイプは比較的容易に入手できる。

ペルーでも鉄骨工事はゼネコンが自ら行うことはせず、ファブリーケータが下請で行うことが通常であるが、よい施工を期待するためには、技術力のあるファブリーケータを指定する必要がある。次ページの7社はペルーでは十分な実績のある会社である。なお、ファブリーケータについては時間の関係で工場及び技術力施工経験等についてヒアリング等の調査は行っていない。なんらかの形で調査する必要がある。

## (6) PC工事

構造物実験の際には、反力壁には大きな曲げ応力が発生し、曲げひび割れを生ずることになる。これを防ぎ、耐久的なものとするためにあらかじめコンクリート断面に15kg/cm<sup>2</sup>程度のプレストレスを導入することが必要である。

PC工事は、この反力壁建設でも大きなウエイトを占めており、概略設計にもとづくコスト試算では建設費の1/4がこれに要する費用である。ペルーにおけるPC工事の経験については実際に土木の橋架工事や上水用PCタンクの建設に数多くの施工経験を有しており、また施工技術も比較的良好である。フレンネー、VSL、CCLの代理店もある。ただし、PC鋼棒によるプレストレスはコスト的に不利であるため、経験はなきに等しい。

PC鋼線及びPC鋼棒はペルーでは生産されていない。主に日本からの輸入であり、一例としてVSLでは三菱商事を通じ神戸製鋼の製品を入手していた。鋼材価格はペルーの港で650US弗、これに関税を加えると1500US弗ぐらいである。(鋼棒については不明)これは商社を通じ確める

必要がある。反力壁のプレストレスにはポストテンション方式を採用する。

反力床のプレストレスにはPCケーブルを使用する。工法についてはVSL, Fveyssinet, CCL 3種類の採用が可能であるがいずれの方法を用いても問題はないと判断される。

反力壁のプレストレスにはPC鋼棒を使用すべきである。

前述のようにペルーではPC鋼棒を使用した経験は皆無に等しい。またコスト的にも2割程度不利になる。しかしながら以下の理由でPC鋼棒の選択がより適切である。

(1) 施工中のシースの保持等の必要がない。

たて方向のシースは施工中長期にわたり保持しておく必要があり、養生等の問題は全くなくなる。

(2) グラウト工事の必要がない。

たて方向のグラウトを完全に行うことは難しくペルーでのこの経験は少ない。また12.5mものグラウトを行う必要があり、グラウト材の沈下等の問題点が生ずる。

(3) プレストレスの導入が容易である。

一本あたりのプレストレス力がケーブルに比べて小さく、また締めつけ方法も簡易である。

(参 考)

三菱商事 田村氏より得たPC鋼材入手に関する情報

PC鋼材を日本から輸入する場合の手続き

Step1 IMPORT LICENSE (IL) の取得 通常1ヶ月かかる

Step2 鋼材メーカーへの注文

船積みまで40~60日(2~3ヶ月)必要

Step3 日本からの航海日数1ヶ月

船便は、月2船ある(日本からの便)

Step4 税関(ペルー国リマ港着後)通貨のための2週間は必要

鋼材入手までには(通常の場合)

ILの申請から4ヶ月半は必要である。

(輸入免許)

反力床壁工事の発注時期と工期にPC鋼材の入手に要する期間を考慮する必要がある。

(7) 建設地の地耐力

反力壁の建設地点の支持層は玉石混じりの礫層で長期地耐力度は40 t/m<sup>2</sup>は十分にあると判断される。

II-5 建設に要する期間

ペルーでの建設に要する期間は日本での場合と大差はない。中及び大規模のビルでは1階分のコン

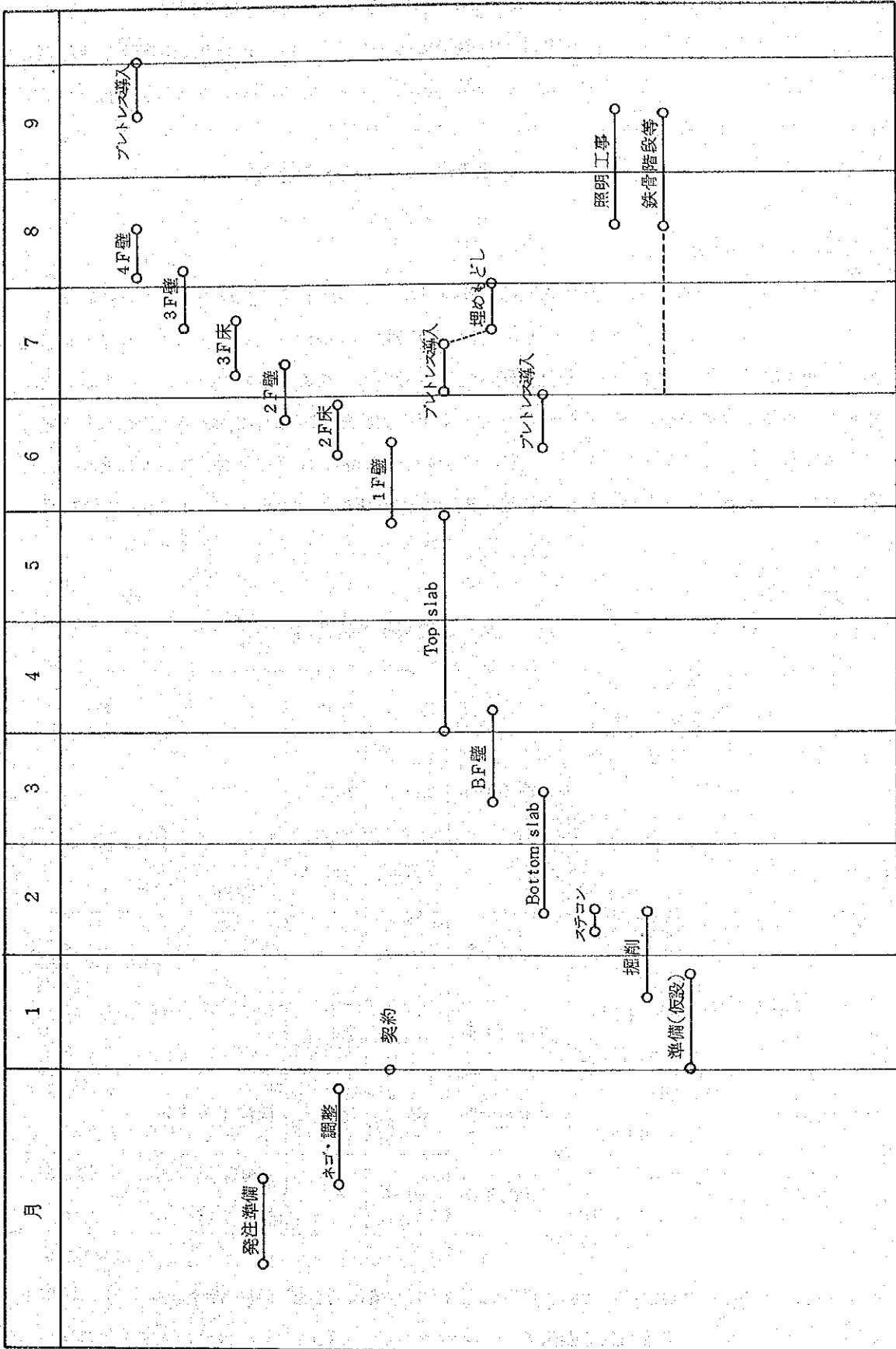


図-3 反力壁の概略工程 (mission 提案)

クリートの立ち上がりに約4週間を要する。

ヒアリング結果を総合し、日本での施工の経験等を勘案してミッションは約270日の工期が適切であると判断する。なお、この工期は詳細設計の結果によって多少増減する。図3は反力壁完成までの概略スケジュールである。

ヒアリングを行った建設会社より得られた建設スケジュールは資料5に示しておく。

## II-6 施工会社の技術的能力等

表-5は経済誌 Andean Report 1983年10月号のペルーにおける建設会社のランクである。

この表の contract capacity は公共工事の手持ち契約額の upper limit を示すもので住宅省が技術者の数、工事の経験、施工機械の保有量及び資本金等を考慮して決めたものである。

このうち建築工事に経験が多く、今回の反力壁工事の契約相手側として適すると思われる6社について調査を行った。ヒアリングに基づいた現在の contract capacity (インフレにより改定がひんぱんに行われている) 及び従業員数、技術者数等を表-5に及び最新の contract capacity を資料7に示す。

表-6 ペルー建設会社の概要

	公共手持ち工事 可能額 日付	1985売上げ	技術者	従業員	備 考
cosapi	800,000 INTIS 85.5.27	65,000千弗	200 人	700 人	
Granay Montero	314,000 85.5.28	30,000千弗	100 人	300 人	カトリック大学の反力床設計 経験有
Upaca	200,065 85.5.03	40,000千弗	38 人		
J & J Camel	172,500 4INT 85.10.30	15,000千弗	40 人	250 人	
Cesar Fuentes	67,264 86.5.31	10,000千弗	65 人	500 人	港湾工事主体
Fujita Gumi	75,000 85.6.10	15,000千弗	50 人	250 人	建築工事の割合大 幹部が 日本事情に精通

ペルーでは建設会社の規模は小さく、最大でも年間100億円弱の施工高である。これは一般にトップダウンのマネジメントが行われる関係でトップの目とどく範囲でしか会社が大きくなれないためである。

したがって研究開発等が会社レベルで行われることはないし、その能力もない。技術者のレベルは日本の中小規模の建設会社に匹敵している。通常のビル等の建設に関しては特に施工能力及び技術に関して問題はないと考えられる。しかしながら、反力壁のように経験がなく特殊なものの場合、新しい問題に対処する能力及び技術的蓄積は十分とはいいがたく独自で解決する能力はない。ペルーでは数多くの高層ビルがRC造で建設されており、それらの施工状況より判断すると鉄筋工、型枠工等の職人はそれなりの技術を持っていると思われる。また、PC工事については專業業者もあり、問題はないと判断される。

## II-7 工事監理

### (1) 工事監理の必要性

反力壁の建設にはかなり高度な施工技術及びきびしい施工精度を要求されるために、これを実現させるためには施工監理及び管理が是非とも必要である。反力壁の工事監理には主に日本からの専門家がこれにあたらなければならない。これはこの工事が下記に示すようにペルーでの施工経験の非常に少ない業種を含んでいること、また特殊な仕様を含んでいるからである。

(1) PC工事PCケーブルによるもの及びPC鋼棒によるもの両者を含んでいる。特にPC鋼棒による工事はペルーでの経験がないに等しい。

(2) スラブ及び壁の厚さは80cmであり、マスコンクリートとなる。

(3) 配筋量がXY方向とも0.5%と非常に多く、ペルーでのこの種の経験はない。

(4) セメント及びコンクリートの品質が日本に比較してあまりよくない。このため shrinkage 等の問題がある。

(5) 構造物及びジャッキ等のセット用アンカーホルの施工精度が重要であり、かなりのトン数のパイプ保持用鉄骨がコンクリートに埋めこられる。

このため、ペルーの実情をよく知った日本人工事監理者を補助する現地採用の英語の話せる監理補助者が必要である。

監理補助者は工事監理者の意志を工事請負人に伝えるとともに役所の事務処理等も行ふ。工事監理者についてペルーでは法的な規制はない。また監理者は工事が単に図面・仕様書どおりであるかをチェックするのみで、図面・仕様書を変更することはしない。したがってこの意味でも、図面・仕様書を変更する能力のある日本人専門家（監理者でよい）が必要である。

ペルーでも監理者は設計者が行うことが多い（60%ぐらい）。しかし、ペルーでは特に重要な工事では施工にくわしい、建設会社の技術者が監理を行うことも多い。この場合、A社が施工し、B社の技術者が個人として監理することになる。

いずれにしろよい専門家の監理者とよいアシスタントを得ることが成功のカギである。

### (2) 監理コスト

監理コストはペルーでは工事費の3%であるが通常はネゴによりこれをディスカウントすること

が多い。本件の場合は責任は日本人専門家が持つのであるから監理コストのディスカウントは当然可能である。

優秀なアシスタントを雇うためには500~800US\$ /月が目安となる。このアシスタントはUNIとは独立に JICA が用意する必要がある。<sup>\*7,8</sup>

※7 日本における詳細設計にこの監理コストを見込んでおくのがよいと思われる。

※8 おそらくUNIで行う実験棟はスーパーバイザーを雇わずUNIのカウンターパートが共同でスーパーバイズすることになるとと思われる。

## II-8 発注及び契約について

### (1) 建設業者の選定

優良で技術力のある建設業者を3社程度選定し、ネゴシエーションにより施工業者を決定することが最良と判断する。

業者決定にあたり、以下の項目について総合的に検討し、折衝を行う。

- 1) 建設コストの見積書及びその内容
- 2) 施工にあたっての体制
- 3) 業者の信用及び過去の実績
- 4) エスカレーション条項及び支払条件等の契約の条件
- 5) 日本側専門家の負担度

### (2) 支払い条件

ペルーでは工事の前途金としては30%~20%が普通である。通常日本国内で行われる公共工事は前途金40%であり、この条件で問題はない。

なお、前渡金及び出来高払いについては Bond が必要である。また、事務処理上支払い回数を制限することがよいと思われる。

### (3) 工期及び瑕疵に関する規定

ペルーでは一般に建設工期どおり工事が行われることが少ない。契約書に工期の遵守について規定し、詳細な罰則を設けることが是非とも必要である。瑕疵等の処理についても契約書中に規定がなければ無意味である。

### (4) 建屋工事との関係

反力壁の工事はUNI側で発注・契約する構造実験棟建屋の工事と並行して行われる。ペルー側の事情として公共工事はオープンテnderとなるので同一の建設業者が施工する可能性はまずない。このため現場では業者間で種々のトラブルが発生することが予想されるのでこの点に関して日本側はUNI側の契約に関与し調整する必要がある。また、日本側としてはUNI側の契約に先だって契約を行い、有利な立場を確保する必要がある。

### (5) 契約書



現地で収集した下記契約書の例およびその英訳を資料7に示す。

- |           |       |        |
|-----------|-------|--------|
| 1) リマ大学   | 1986年 | (英訳あり) |
| 2) 住宅省    | 1981年 |        |
| 3) 水道局    | 1986年 |        |
| 4) UNI 教室 | 1969年 |        |

## II-9 構造実験棟建屋の設計について

反力壁は日本側で建設供与し、これを覆う構造実験棟の建屋はペルー側が独自に建設する。クレーン、構造実験に用いるアクチュエータ並びにこれを駆動させるためのポンプユニット及び各種の試験機等が日本の供与機材として構造実験棟内に設置される。

したがって構造実験棟はこれらの供与機材に見合うスペースと電力・水等の設備を備えなければならない。これらは供与機材の確定がなされていないこと、またペルー側の建屋の設計が進んでいないこと等の理由のため、いまだに未調整のままである。

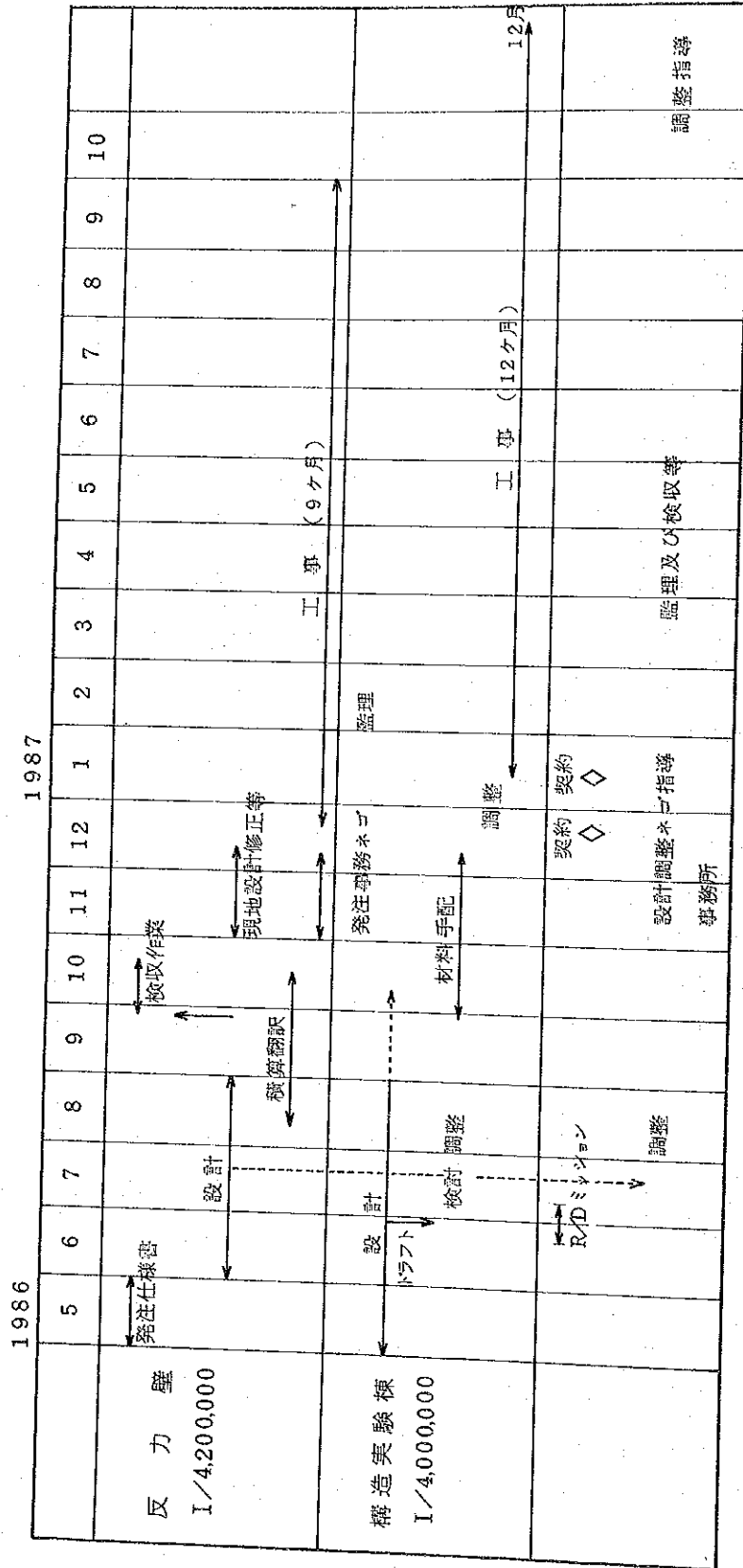
ミッションは構造実験棟の設計に関しての留意事項をUNIに示し、UNI側はこれに基づいて概略設計を進めることを了解した。今後日本側としては供与機材の確定を急ぎ、ペルー側で行われる建屋の概略設計を受けて、前述の調整を行わなければならない。

また構造実験棟の建設スケジュールはセンターの技術協力の内容及び機材供与のシーケンス等に重大な意味を持つので、これについての確認も大切である。

構造実験棟及び反力壁の設計等を含めて概略スケジュールを図-4 ペルー側の概略設計(案)<sup>※9</sup>を次ページ以下に示す。

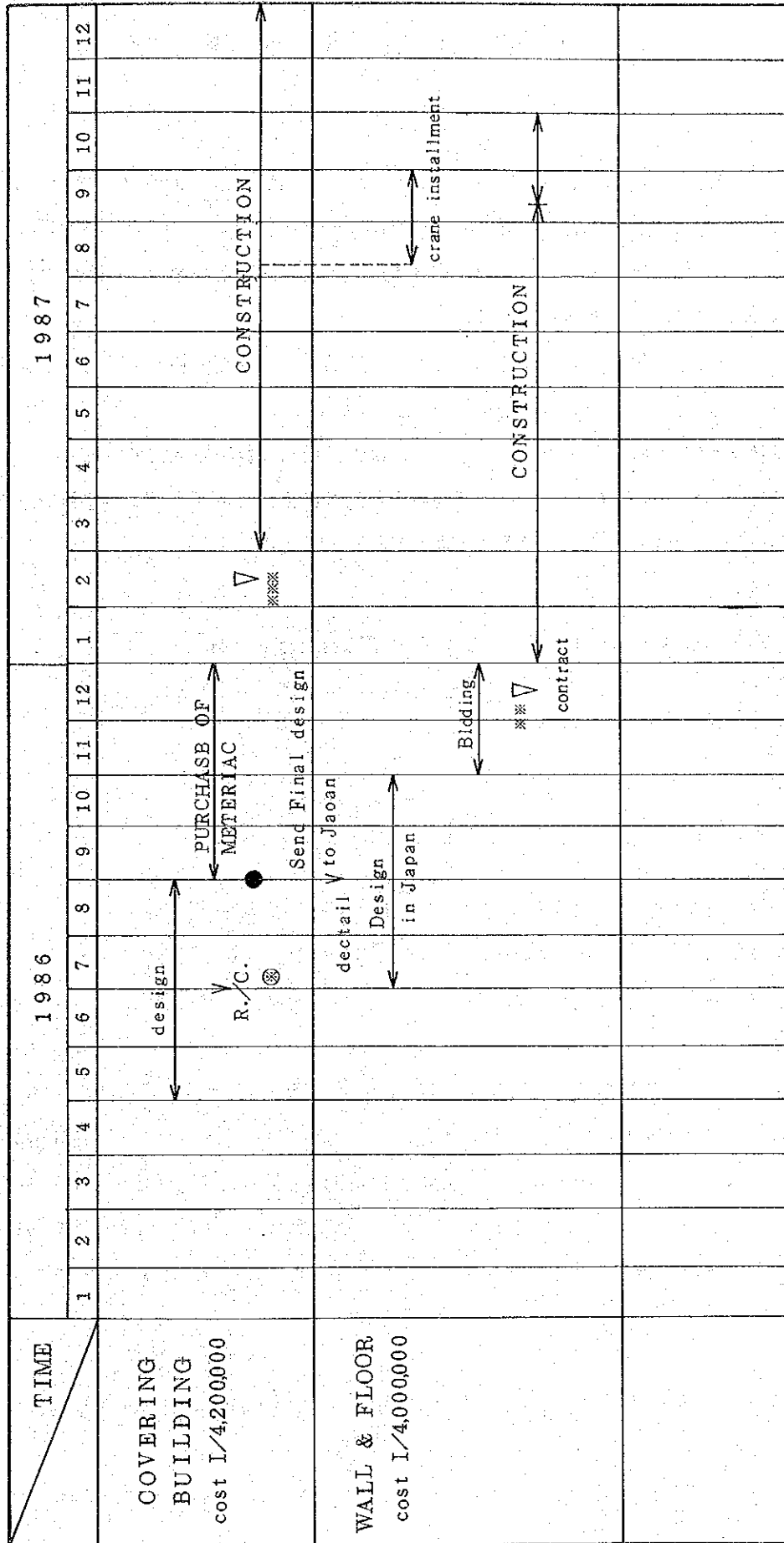
※9 この概略設計はミッションの留意事項に沿って改定される。

図-4 反力壁の設計スケジュール



備考 反力壁の設計発注は遅れており、11月後半の見込みである。  
したがって設計完了も1987年3月となる予定である。

図 4-2 CONSTRUCTION SCHEDULE OF WALL & SLAB/BUILDING  
 (UNI側と打合わせた建設スケジュール)



⊗ DISCUSS ABOUT COVERING BUILDING OF THE TIME OF EXCHANGE OF R/D

\*\*\* DISCUSS ABOUT TENDERDOCUMENT

\*\*\*

"

"

"

25. Apr. 1986

### Ⅲ 関連施設視察

#### カトリック大学について

カトリック大学は私立大学であるが現在ではペルーで土木工学分野で最もステータスの高い大学となっている。また社会学的・学問的影響力も大きくなっている。

カトリック大学には反力床（18m×12.6m厚さ1.2m）及び振動台（最大加速度1G、最大振幅15m一方向加振）が設置されている（資料10）

実験はアドベ造を主体に精力的に行われており、外部よりの依頼実験等を含めると実験のひん度は高い。

施設の利用に関してのマネージメントもよく、報告書類も多数出版されている。

1984年6月のwinvtesにはセンターは他の学術団体にも広く利用させるべき旨をうたっており、カトリック大学の参加について考慮すべき点があると考える。

## Ⅳ ペルーにおける建築事情

### (1) ペルーにおける研究状況

ペルーでは建築学科は独立しており、建築構造は土木学科に属している。土木工学科を持つ大学は8つあり、このうち4大学がリマにある。

土木工学科のある大学一覧

国立・私立	名 称	場 所	一学年学生数	ランク
国	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	LIMA	200	2
私	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA	"	60	1
私	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	"	200	3
国	" FEDERICO VILLARREAL	"	150	4
"	" SAN LUIS GONZAGA DE ICA	ICA	80	5
"	" DE TRUJILLO	LA LIBERTAD	50	6
"	" DE CUSCO	CUSCO	80	7
"	" DE HUAMANGA	AREQUIPA	50	8

UNIはかつてペルーの工学界を完全にリードしていたが最近ではその地位は低下しつつあり、現在ではカトリック大学の評価が高まっている。これは、UNIにいる有能な人材がビジネス界に移っていく傾向が強いからで大学というものにたいする評価が日本ほど高くなく、研究予算も非常に限られているためである。

ビジネス界（建設業界）ではトップないし幹部はほとんどがUNIの卒業生であり、彼らは有能である。土木建築に関する研究の状況は貧弱で、施設及び予算的な制約が非常に大きい。建設会社の規模も小さいことから民間における研究・技術開発もほとんど行われていない。したがってアメリカの基準及び技術を準用または導入することが全てであるといってもよい。

土木学会はあるが研究活動は低調であり、アニュアルレポートも施設報告が大半を占めている状況である。

### (2) 法規

ペルーにも建築基準法 (REGULAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES) がある。(文献

#### 1)

集団規定及び単体規定よりなっている。集団規定は地区ごとに建ぺい率、壁面線等を PLAN DE

ZONIFICACION で規定。

単体規定は防災・避難・設備・構造等を規定している。

確認は市役所が担当しており、基本計画図面に等し、許可を受ける方式となっている。

構造関係でいえばRC造、鉄骨造等はアメリカの基準を準用し、地震せん断力係数等については地震危険度に応じて地域ごとに決められている。

### (3) 公共工事発注契約方式

公共工事の発注方式は、工事金額によって3方式が取られている。

#### ① 800,000pインティス（約8百万円）以上の工事

公開入札方式が取られ、公示の時点で公示予算金額が発表される。入札金額は、公示予算金額を10%越えてはならない。落札の方法は、まず全入札価格の平均値を取る。次にこの1回目の平均値の10%以内に入る入札金額の平均値を取り、この2回目の平均値に最も近くそれより低い札の業者が落札する。

この方式は、役人の汚職を防ぐために考察されたいが、業者の企業努力が反映されないのは問題である。

#### ② 300,000～800,000インティス（約3～8百万円）の公示では、公開入札方式が取られ、最低札の業者が落札する。

#### ③ 300,000インティス（約3百万円）以下の工事

指名入札も可能であるが、一般的には公開入札方式が取られている。

民間工事では、2～3社の指名を行いネゴシエーションによって契約会社を決めるのが通常である。



V クスコ地震について

調査団のリマ滞在中、1986年4月5日にクスコ市の近傍でマグニチュード5.8の地震が発生した。

ミッションは4月10日、11日の2日間クスコ市において地震被害の調査を行った。

以下はその報告書である。



REPORT OF  
THE 1986 CUZCO EARTHQUAKE

PREPARED BY THE  
JAPANESE SURVEY MISSION

April 18, 1986

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

## 1. Introduction and Schedule of Survey

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter JICA) send a mission headed by Mr. S. Okamoto to Lima, Perú, for the final investigation of the construction project of the Japan-Perú Earthquake Mitigation Center.

During the investigation, an earthquake occurred near Cuzco city and the city suffered some damages. The mayor of Cuzco city requested the aid of the Japan Embassy. Therefore, JICA office in Lima organized a survey team formed by the members of the mission: Mr. K. Tanabe (JICA, Tokyo Office), Mr. T. Shimizu (Ministry of Construction of Japan) and Mr. S. Kishimoto (Okumura Corporation), and dispatched them to Cuzco to get further information about the earthquake damages.

This is the brief report of the survey.

During its stay in Cuzco, the team received the kind support of Ing. Carlos Malpartida Mendoza of Cuzco University to whom we would like to express our deep appreciation.

Schedule of Survey

APR 10

9:00 Arrived at Cuzco

10:00 Visited Cuzco University

(Hearing general information about the earthquake and the damages it had caused.

Visiting the structural and material testing laboratories of Cuzco University)

13:00 Field survey of severely damaged buildings.

17:00 (Kindergarten - High School)

APR 11

10:00 Field survey of severely damaged buildings.

12:00 (Old adobe houses)

13:00 Discussion and analysis of earthquake

damages and measures to be taken to reconstruct damaged buildings and prevent

17:00 future damages.

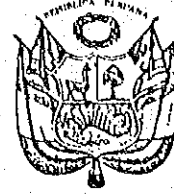
APR 12

8:20 Leave Cuzco

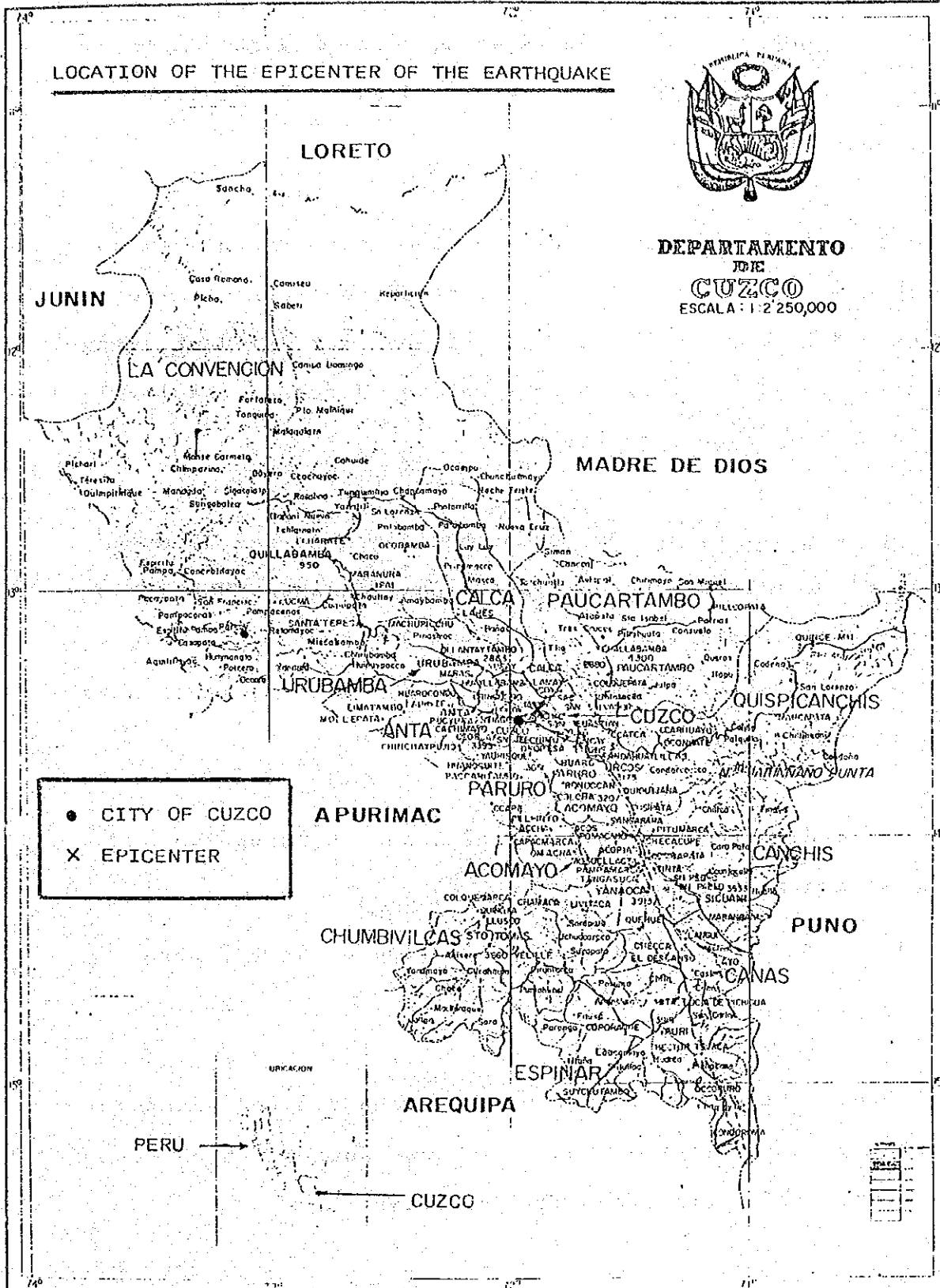
## 2. THE EARTHQUAKE

The main shock of the Cuzco Earthquake occurred at 3.14 p.m. local time, on April 5, 1986. The epicenter was located about 20 Km. to the Northwest of Cuzco City, in Ccorao district. The magnitude was 5.8 Richter Scale. At the same day at 5.32 p.m. one aftershock occurred and around 9 more aftershocks were recorded in the following days. In the Fig. 1 is shown the location of the epicenter.

LOCATION OF THE EPICENTER OF THE EARTHQUAKE



DEPARTAMENTO  
 DE  
**CUZCO**  
 ESCALA : 1 : 2 250,000



### 3. DAMAGES IN GENERAL

The damaged area is spreaded over the Department of Cuzco and its neighborhood with a radius of 50 Km from the epicenter.

The structures which suffered the most severe damages were the houses made of traditional adobe blocks. Also some old historical structures suffered some kind of damage. A heavy rainfall after the earthquake increased the level of damage in some structures.

From a survey on 3000 adobe buildings it was reported that 2100 buildings were slightly damaged and 900 buildings suffered severe damage. From these 900 buildings, 32 of them were destroyed (damage grade = 7) and 91 of them have to be demolished (damage degree = 6).

According to this survey, the adobe buildings were classified as follows:

1 Floor	2 Floors	3 Floors	4 Floors
12%	80%	6%	2%

Most of these buildings were not constructed according to the present Peruvian Code for Adobe Houses, which restricted the number of stories to only one floor.

The total number of casualties caused by the earthquake was of 18 people and the total number of injured people was about 200.

#### 4. NEWSPAPER COMMENTS (ABSTRACT)

The village of Coorao, of about 1000 habitants, located in the area of the epicenter, at 3680 m. over sea level, suffered severe damage and about 170 families lost their homes. Fortunately there were no serious injured people in this area, because at the time of the earthquake, most of the population was working at the field.

Some other towns, like Chipatama, Matinga, Payacniyoc, Picol, Huilcapata, Qqueser, Cequeracai and others were also affected by the earthquake, and many people lost their homes. There were also falls due to land slides, damages to roads and other engineering structures. However, there is no damage report in the famous historical place of MachuPichu.

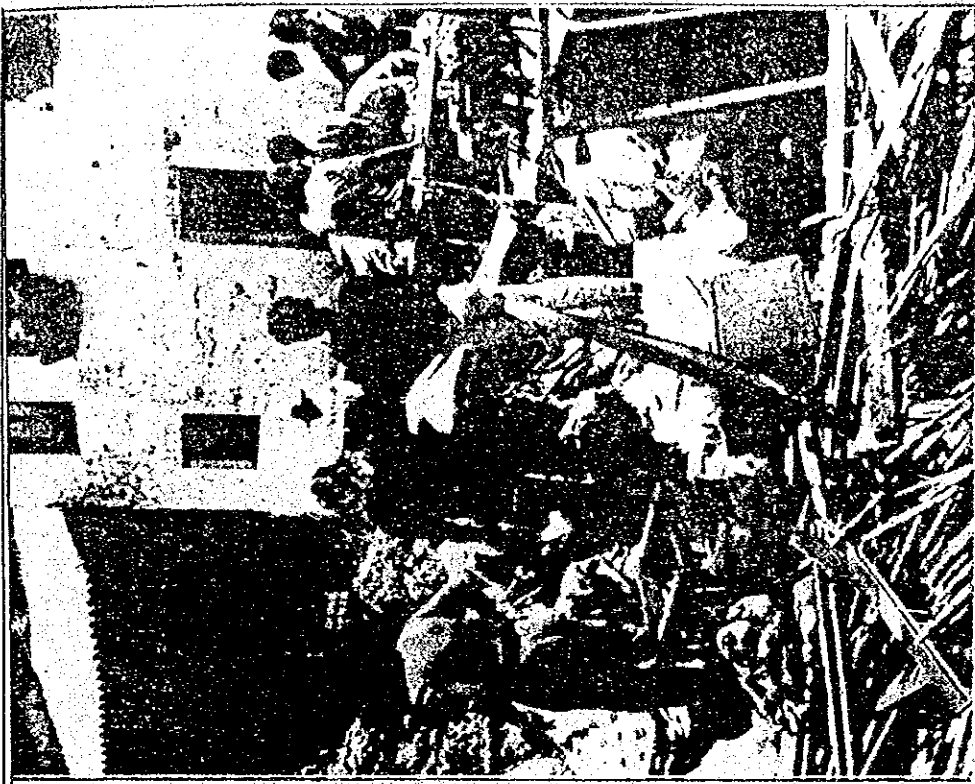
In the city of Cuzco, many adobe structures were seriously damaged and were destroyed due to the earthquake. Some people died in this area due to the collapse of adobe walls, mainly. Some R.C and masonry structures were also slightly damaged. The most affected area were San Blass, San Cristobal, Santa Ana and Mosocllata. Buildings which had damages were some churches, police stations, schools, etc.

Defensa Civil and the Red Cross sent help to the area. The President of the Republic of Peru visited the affected area to see the magnitude of damages, give moral support to the population and canalize the social aid. In this way the population could rebuild their homes soon.



# ESPECIAL

**El Comercio** Lima, lunes 7 de abril de 1986



CUZCO, 6: Residents of a sector of the city for injured people, on the ruins of a collapsed house. Most of the damaged houses belong to the after the earthquake. poor people.