

## APPENDIX E

### PAPERS AND REPORTS PUBLISHED IN 1985, 1986, AND 1987

#### Year 1985

1. Barros E., Chuaqui H., Donoso A., Fontaine A., Fontaine J.A., Illanes J.P., Soto J. y Vásquez J., "Proyecto Académico para una Nueva Universidad", Estudios Públicos N°19, Center for National Studies, Santiago, 1985.
2. Cruz E. y Chopra A., "Simplified Procedures for Earthquake Analysis of Building Frames", **Earthquake Engineering Research Center Report N°UCB/EERC 85/01**, University of California, Berkeley, USA, febrero 1985.
3. Cruz E., "Métodos Simplificados para el Análisis Sísmico de Edificios", **XXIII Southamerican Conference on Structural Engineering (COLLOQUIA 85)**, Buenos Aires, Argentina, octubre 1985.
4. Cruz E. y Chopra A., "Elastic Earthquake Response of Building Frames", **Journal of Structural Engineering, ASCE**, 1985.
5. Cruz E. y Chopra A., "Simplified Procedures for Elastic Earthquake Analysis of Buildings", **Journal of Structural Engineering, ASCE**, 1985.
6. Hidalgo P., Jordán R. y Lüders C., "Comportamiento Sísmico de Edificios de Albañilería Armada Diseñados con las Normas Chilenas", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°85-1**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, enero 1985.
7. Hidalgo P. y Lüders C., "Consideraciones para el Diseño de Edificios de Albañilería Armada en Chile", **XXIII Southamerican Conference on Structural Engineering (COLLOQUIA 85)**, Buenos Aires, Argentina, octubre 1985.
8. Hidalgo P., "La Albañilería y su Comportamiento Sísmico", **Journal of the Chilean Institute of Architects, N°42**, Santiago, diciembre 1985.
9. Jordán R., Vásquez J. y Hormazábal R., "Análisis Tridimensional de Edificios con Muros Modelados Empleando la Técnica de Compatibilización", **XXIII Southamerican Conference on Structural Engineering (COLLOQUIA 85)**, Buenos Aires, Argentina, octubre 1985.
10. Lüders C., Hidalgo P. y Gavilán C., "Comportamiento Sísmico de Muros de Albañilería Armada", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°85-3**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, abril 1985.
11. Riddell R., "Experiencias del Terremoto Chileno del 3 de Marzo de 1985 Relativas a Aspectos Normativos", **Symposium on Codes and Safety of Engineered Constructions in Seismic Zones**, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, julio 1985.

12. Riddell R., Vásquez J. y Vélez A., "Análisis de Espectros de Terremotos Chilenos - Registros hasta 1981", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°85-5**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, diciembre 1985.
13. Riddell R. y Vélez A., "Análisis de Espectros de Terremotos Peruanos", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°85-6**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, diciembre 1985.
14. Rodríguez Roa F., "Esfuerzos en Túneles Circulares", **Journal of the Institute for Testing of Materials**, Vol. 22 N°3, Universidad de Chile, Santiago, diciembre 1983.
15. Rodríguez Roa F. y Gavilán C., "Losas de Fundación", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°85-2**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, abril 1985.
16. Rodríguez Roa F., "Lining - Ground Interaction in Circular Tunnels" **Fifth International Conference on Numerical Methods in Geomechanics**, Nagoya, Japón, abril 1985.
17. Rodríguez Roa F., "Numerical Analysis of an Experimental Tunnel", **XI International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, San Francisco, USA, agosto 1985.
18. Troncoso J., "Critical State of Tailing Silty Sands for Earthquake Loadings", **Second International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering**, Queen Elizabeth 2 (Boston, USA-Southampton, Inglaterra), julio 1985.
19. Troncoso J. y Verdugo R., "Silt Content and Dynamic Behavior of Tailing Sands", **XI International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, San Francisco, USA, agosto 1985.
20. Troncoso J., "Métodos de Análisis y Cálculos de Estabilidad de una Presa de Relaves", **Symposium on Tailing Dams**, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, Santiago, diciembre 1985.
21. Troncoso J., Lüders C. y Rodríguez Roa R., "Medición y Análisis de Presiones de Poros Dinámicas en Base a Instrumentación Sísmica de Presas de Relaves", **Report to Research Division on Project N°69/83**, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, diciembre 1985.
22. Van Sint Jan M. y Morales A., "Estabilidad Dinámica de Taludes en Roca", **Report to Research Division on Project N°201/83**, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, diciembre 1985.
23. Vásquez J. y Riddell R., "El Método de Compatibilización para la Obtención de Matrices de Rigidez", **XXIII Southamerican Conference on Structural Engineering (COLLOQUIA 85)**, Buenos Aires, Argentina, octubre 1985.
24. Vásquez J., "Estructuración Sismorresistente", **Journal of the Chilean Institute of Architects**, N°42, Santiago, diciembre 1985.

25. Villablanca R. y Riddell R., "Evaluación del Riesgo Sísmico en Chile", Dept. of Structural Engineering Research Report N°85-4, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, agosto 1985.

#### Year 1986

1. Cifuentes, L., "STRAT: A Structural Analysis Tutor", MSc Thesis Civil Engineering Dept., Carnegie-Mellon University, agosto 1986.
2. Cruz, E., Chopra, A.K., "Elastic Earthquake Response of Building Frames", *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 112, N°3, marzo 1986, pp. 443-459.
3. Cruz, E., Chopra, A.K., "Simplified Procedures for Earthquake Analysis of Buildings", *Journal of Structural Engineering*, ASCE. Vol. 112, N°3, marzo 1986, pp. 461-480.
4. Cruz, E., Lüders, C., "Determinación del Nivel de Solicitación Sísmica en Base al Análisis del Nivel de Daños de Estructuras", *Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering*, Viña del Mar, abril 1986, Vol. II, pp. G-143 a G-161.
5. Cruz, E., "Método Mejorado para Análisis Sísmico de Edificios Usando Fuerzas Laterales Equivalentes", *Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering*, Viña del Mar, abril 1986, Vol. II, pp. I-18 a I-35
6. Cruz, E., "Análisis Crítico de Algunas Disposiciones de la Norma Chilena NCh 433: Cálculo Antisísmico de Edificios", Dept. of Structural Engineering Research Report N°86-2, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, abril 1986.
7. Cruz, E., "Métodos Simplificados para el Análisis de Edificios", *Engineering Records* N°22, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, enero-marzo 1986.
8. Cruz, E., "Los Terremotos del 3/3/85 en Chile y del 19/9/85 en México, una Comparación", *Journal of the Chilean Institute of Civil Engineers*, septiembre 1986.
9. Chopra, A.K., Cruz, E., "Evaluation of Building Code Formulas for Earthquake Forces", *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 112, N°8, agosto 1986, pp. 1881-1899.
10. Chopra, A.K., Cruz, E., "Simplified Procedures for Earthquake Analysis of Buildings", *3rd. United States National Conference on Earthquake Engineering*, Charleston, South Carolina, U.S.A., agosto 1986.
11. Hidalgo, P., Lüders, C., "La Norma Chilena para el Diseño de Edificios de Albañilería Armada", *Engineering Records* N°22, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, marzo 1986.
12. Hidalgo, P., Lüders, C., "Shear Strength of Reinforced Masonry Walls Under Earthquake Excitation", *Third U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, Charleston, South Carolina, USA, agosto 1986, Vol. II, pp. 1335-1346.

13. Hidalgo, P., Lüders, C., Jordán, R., "Seismic Design Provisions for Reinforced Masonry Buildings in Chile", **Eighth European Conference on Earthquake Engineering**, Lisboa, Portugal, septiembre 1986, Vol. 1 (1.1), pp. 71-78.
14. Hidalgo, P., "Comportamiento Estructural Durante el Sismo del 3 de Marzo de 1985 en Chile", **Fourth Latinamerican Symposium on Earthquake Engineering**, San José, Costa Rica, noviembre 1986.
15. Hidalgo, P., Jordán, R., "Coeficientes de Modificación para el Espectro de Diseño de la Norma NCh 433", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986, Vol. II, pp.I-62 a I-80.
16. Hidalgo, P., Cruz, E., "Comportamiento Sísmico de los Edificios", **Video Program**, Universidad Católica, diciembre 1986.
17. Ishihara K., Troncoso, J.H., "Diseño Antisísmico y Construcción de Presas de Relaves", **Research Report to PNUD, N°2**, abril 1986.
18. Jordán, R., Vásquez, J., Hormazábal, R., "Análisis Tridimensional de Edificios con Muros Modelados Empleando la Técnica de Compatibilización", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, enero-marzo 1986.
19. Jordán, R., Hidalgo, P., Lüders, C., "Diseño Sísmico de Edificios de Albañilería Armada en Chile", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.
20. Larraín, C., Covarrubias, J.P., Rodríguez, F., "Analysis of Concrete-Slab Performance in Pavements Using a Finite Element Model", **Proceedings The 1986 International Conference on Bearing Capacity of Roads and Airfields**, England, septiembre 1986.
21. Lüders, C., Hidalgo, P., "Resistencia al Esfuerzo de Corte de Muros Armados de Bloques de Hormigón Sometidos a Cargas Cíclicas Alternativas", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, marzo 1986.
22. Lüders, C., Hidalgo, P., "Influencia del Refuerzo Horizontal en el Comportamiento Sísmico de Muros de Albañilería Armada", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.
23. Lüders, C., Cruz, E., "Comportamiento de los Edificios del Conjunto Habitacional Canal Beagle durante el Sismo del 3 de Marzo de 1985", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986, Vol. I, pp. C-218 a C-238.
24. Lüders, C., "Comportamiento Sísmico de Muros de Albañilería Armada", **Video Program**, Universidad Católica, filmado durante los años 1985 y 1986.
25. Riddell, R., Vásquez, J., "Características de Espectros de Terremotos Chilenos", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.

26. Riddell, R., Villablanca, R., "Riesgo Sísmico en Chile", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.
27. Riddell, R., "Espectros de Registros del Terremoto del 3 de Marzo de 1985", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°86-3**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, diciembre 1986.
28. Rodríguez, F., Gavilán, C., "Losas de Fundación", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica, enero-marzo 1986.
29. Rodríguez, F., Rodríguez, R., "Estudio de Convergencia del Elemento Finito Isoparamétrico de 4 Nodos", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica, enero-marzo 1986.
30. Rodríguez, F., Gavilán, C., "Influencia de la Rigidez de la Superestructura en los Esfuerzos y Deformaciones de una Losa de Fundación", **Second Symposium on Finite Element Applications in Engineering**, Barcelona, España, junio 1986.
31. Rodríguez, F., "Interacción Terreno-Estructura en Túneles Construidos en Países Sísmicos", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.
32. Rodríguez, F., "La Filtración en Estructuras de Tierra", **Report to Research Division on Project 29/85**, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, 1986.
33. Troncoso, J.H., "Envejecimiento y Estabilidad Sísmica de un Depósito de Residuos Minerales en Condición de Abandono", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica, enero-marzo 1986.
34. Troncoso, J.H., "Potencial de Licuefacción de una Arena Limosa en Función de la Edad", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.
35. Troncoso, J.H., "Comportamiento Sísmico de Presas de Jales y Presas de Tierra en los Sismos de Marzo de 1985 en Chile Central", **International Symposium on Soil Mechanics: Cases Observed in the Mexican Earthquake**, México, septiembre 1986.
36. Troncoso, J.H., "Efectos de los Terremotos de Septiembre de 1985 en Presas y Estructuras de Suelos en México", **Research Report to PNUD**, noviembre 1986.
37. Troncoso, J.H., Verdugo, R., "Comportamiento Dinámico de Arenas en Función del Contenido de Limos", **Journal of the Chilean Institute of Civil Engineers**, diciembre 1986.
38. Van Sint Jan, M., "Modelación de la Resistencia al Corte de Fracturas en Roca Mediante ensayos a Escala", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica, enero-marzo 1986.
39. Van Sint Jan, M., "Respuesta Sísmica de un Bloque de Roca Sobre una Fractura Inclinada", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.

40. Van Sint Jan, M., Orozco, O., Valenzuela, L., "Investigaciones Geotécnicas para el Análisis de Estabilidad de Taludes en Tajos Abiertos", **First Chilean Symposium on Open Pit Mining**, Antofagasta, octubre 1986.
41. Van Sint Jan, M., Rodríguez, F., "Interacción entre el Terreno y el Soporte de Grandes Excavaciones Subterráneas en Roca", **Report to Research Division on Project N°30/85**, P. Universidad Católica de Chile, diciembre 1986.
42. Valenzuela, L., Van Sint Jan, M., Soto, C., "Análisis de Estabilidad de Taludes en Minas a Cielo Abierto", **First Chilean Symposium on Open Pit Mining**, Antofagasta, octubre 1986.
43. Vásquez, J., Rodríguez, R., "Compensabilidad Torsional Aproximada en el Comportamiento Sísmico de Edificios", **Engineering Records N°22**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, enero-marzo 1986.
44. Vásquez, J., Rodríguez, R., "Aproximaciones en el Análisis Torsional del Comportamiento Sísmico de Edificios", **Dept. of Structural Engineering Research Report N°86-1**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, marzo 1986.
45. Vásquez, J., Rodríguez, R., "Definición Aproximada de Excentricidades en la Torsión Dinámica de Edificios", **Fourth Chilean Conference on Earthquake Engineering**, Viña del Mar, abril 1986.

#### Year 1987

1. Cruz, E., "Análisis Sísmico de Edificios Usando Fuerzas Laterales Equivalentes", **XXIV South American Conference on Structural Engineering**, COLLOQUIA 87, Universidad Federal de Río Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, July 1987, Vol. 5, pp. 169-184.
2. Hidalgo, P. and Lüders, C., "Resistencia al Esfuerzo de Corte de Muros de Albañilería Armada Sometidos a Solicitaciones Sísmicas", **XXIV Southamerican Conference on Structural Engineering**, COLLOQUIA 87, Porto Alegre, Brasil, July 1987, Vol. 1, pp. 1-15.
3. Hidalgo, P., Jordán, R. and Lüders, C., "Diseño Sismorresistente de Edificios de Hormigón Armado Según las Normas ACI 318-83 y NSZ 3101:1982", **Dept. of Structural Engineering Research Report N° 87-1**, Escuela de Ingeniería, Universidad Católica de Chile, Santiago, September 1987, 170 pages.
4. Hidalgo, P., Cruz, E. and Lüders, C., "Estimación de los Niveles de Solicitación del Sismo del 3 de Marzo de 1985 en Santiago, Usando el Comportamiento de los Edificios de Albañilería Armada", **Dept. of Structural Engineering Research Report N° 87-2**, Escuela de Ingeniería, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, December 1987, 70 pages.
5. Lüders, C., Hidalgo, P., "Ensayos Cíclicos de Muros de Albañilería Armada de Bloques de Hormigón" **Research Report to Universidad Católica**, DIUC, Project N° 31/85, Santiago, Chile, July 1987.

6. Lüders, C., Hidalgo, P., "Ductilidad y Degradación de Rigidez de Muros de Albañilería Armada, **XXIV Southamerican Conference on Structural Engineering, COLLOQUIA 87**, Porto Alegre, Brasil, July 1987.
7. Riddell R., Wood S.L. and De la Llera, J.C., "The 1985 Chile Earthquake: Structural Characteristics and Damage Statistics of the Building Inventory in Viña del Mar", **Civil Engineering Studies, Structural Research Series N° 534**, University of Illinois, Urbana, April 1987.
8. Riddell R., "La Actividad Universitaria de Prestación de Servicios", Chapter XII in **Financiamiento y Gestión de la Actividad de Investigación y Desarrollo en Chile**, Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA, Colección Gestión Universitaria, Alfabetá Impresores, Santiago, 1987.
9. Rodríguez, F. "Análisis Numérico de Túnel Experimental Excavado en los Mapas Azules de Sevilla", **Revista Chilena de Ingeniería**, Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 99, N° 1, Marzo 1987, pp. 45-51.
10. Vásquez J. y Riddell R., "Una Componente de Solicitación Sísmica Torsional a Incluir en las Disposiciones para el Diseño de Edificios", **XXIV South American Conference on Structural Engineering, COLLOQUIA 87**, Universidad Federal de Río Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, Julio 1987.
11. Troncoso, J. "Prevención y Control de Deslizamientos de Taludes", **Proceedings of the Conference on Mitigation of Hazards Caused by Natural Disasters in America**, NSF, Puerto Rico, January 1987.
12. Troncoso, J. "Performance of Structures, Foundations, Soils and Tailings Dams during Earthquakes", **Fifth Seminar on Seismology and Earthquake Engineering**, BRI-JICA, Japan, December 1987.
13. Van Sint Jan, M., Valenzuela, L., Morales, R. "Flexible Lining for Underground Openings in a Block Caving Mine", **Sixth International Congress on Rock Mechanics**, Montreal, Canada, September 1987, Vol. 2, pp. 1299-1303.
14. Wagner, C., Saez, B. and Troncoso, J. "Informe del Sismo del 5 de Marzo de 1987 en Ecuador". **Report of the Chilean Mission on the Ecuador Earthquake of March 5, 1987**, Ministry of Foreign Affairs, Chile.
15. Wood, S.L. and Riddell R., "Dynamic Behavior of RIC Buildings in Viña del Mar, Chile", **Sixth Annual Structures Congress, ASCE**, Orlando, Florida, August 17-20, 1987.

## APPENDIX F

### DEPARTMENT EQUIPMENT

#### a) MICROCOMPUTERS

- Two Microcomputers NEC with typerwriter, printer, plotter and digitizer (received from JICA 2<sup>nd</sup> y 3<sup>rd</sup> Mission).
- Three Macintosh Apple 512K with two printers.
- One Microcomputer Olivetti, M-19.
- One Microcomputer IBM XT.

#### b) EQUIPMENT FOR TESTING STRUCTURES

- Loading frame for shear tests of masonry walls, 40 tons capacity.
- Amsler testing machine, 200 ton capacity.
- Loading frame for out-of-plane tests of construction panels, 5 ton capacity.
- Portable frame to move specimens within the laboratory, 3 ton capacity.
- Small shaking table 80 x 100 cm,  $\pm 10$  cm stroke,  $\pm 100$  cm/sec velocity,  $\pm 1$  g acceleration.
- Twenty hydraulic static jacks, with capacities between 5 and 100 ton.
- Three hydraulic pumps, 2 manual and 1 electric.
- Three load rings, 0.50 to 5 ton capacity.
- Two load cells BLH, 5 and 50 ton capacity.
- Twenty-five mechanical ganges to measure displacements, 10 mm to 50 mm, 0.01 mm sensitivity.
- Nineteen LVDT's Hewlett-Packard, 2.5 mm to 25 mm.
- Ten electric displacement transducer, 25 mm and 50 mm, donated by JICA, 3<sup>rd</sup> Mission.
- Two Strain-gage equipments for 10 channels each (analog and digital).
- One seismometer Hilgar and Watts.
- Three accelerometers,  $\pm 5$  g.
- One portable data logger TDS-301, donated by JICA, 3<sup>rd</sup> Mission.
- One x-t plotter, PH 7002A, 2 channels, ink.



- One x-T plotter, HP 7414, 4 channels, thermal.
- One x-y1, y2 plotter, PH 70464.
- One magnetic recorder, PH 3960, 4 channels plus radio.
- Six analog computer modulus, addition and integration of signals.

c) SOIL TEST EQUIPMENT

c.1) Triaxial Equipments

- Dynamic triaxial equipment Seiken model DTC-165:
  - Pneumatic Sine Loader
  - Electrical Measuring Unit
  - Recorder with light-beam Oscillographs
  - Air compressor
  - Two load cells for 0 2" or 2 7/8" (200 kg and 500 kg capacity respectively, this las one received from JICA.
- Static triaxial equipment (clock house):
  - 3 load cells for 0 1.5" or 2"
  - 2 load cells for 0 4"
  - Loading press of 10 ton of capacity
- General accesories:
  - Proving rings (400 lb, 800 lb, 1.000 kg, 2.000 kg, 5.000 kg, 10.000 kg).
  - Porous stone (0 2", 1.4", 1.5", 4")
  - Membranes

c.2) Consolidation Equipments

- Four high capacity consolidation apparatus (16 kg/cm<sup>2</sup>; 40 cm<sup>2</sup> sample)
- Two medium-capacity consolidation apparatus (8 kg/cm<sup>2</sup>; 40 cm<sup>2</sup> sample)

c.3) Soil Classification Tests

- 2 complete sets for grain size analysis
- 4 complete sets for Liquid Limit and Plastic Limit
- 4 soil hidrometers
- 2 Shrinkage Limit set.
- 1 Los Angeles Abrasion Machine

- 3 Electrical Ovens
  - 1 Analytical Balance
  - 3 Electronic Balances
- c.4) Direct Shear Tests
- 1 Complete apparatus for soil tests
  - 1 Equipment for testing of rock joints
- c.5) Hydraulic Tests
- Three permeameters
- c.6) Compaction Equipments
- Three complete standard compaction equipments
  - Three complete modified compaction equipments
  - Three sets for CBR tests
  - One mechanical loading press (CBR)
- c.7) In Situ Test Equipments
- One field CBR set
  - Two plate bearing test sets
  - Eight in situ density equipments
  - Three mechanical balances (20 kg capacity)
- c.8) Other
- 1 Pin-hole test apparatus
  - 1 Rock point load tester
  - 1 Slake durability testing equipment
- d) DRILLING EQUIPMENT
- Core Drilling Machines
    - 1 Sprague and Henwood N<sup>o</sup> 142 C
    - 1 Joy Ramrod II
    - 1 Chicago Pneumatic CP-8

- Motor Pumps
  - 2 Beam Royal, Motor Wisconsin
  - 1 Beam Royal, Motor Deutz Diesel
  - 2 Centrifugal pumps, VOGT, Motor Briggs Stratton
  
- Drilling accessories to perforate up to 400 m in the following diameters: BQ, NQ, HQ and HQ3

e) **VEHICLES**

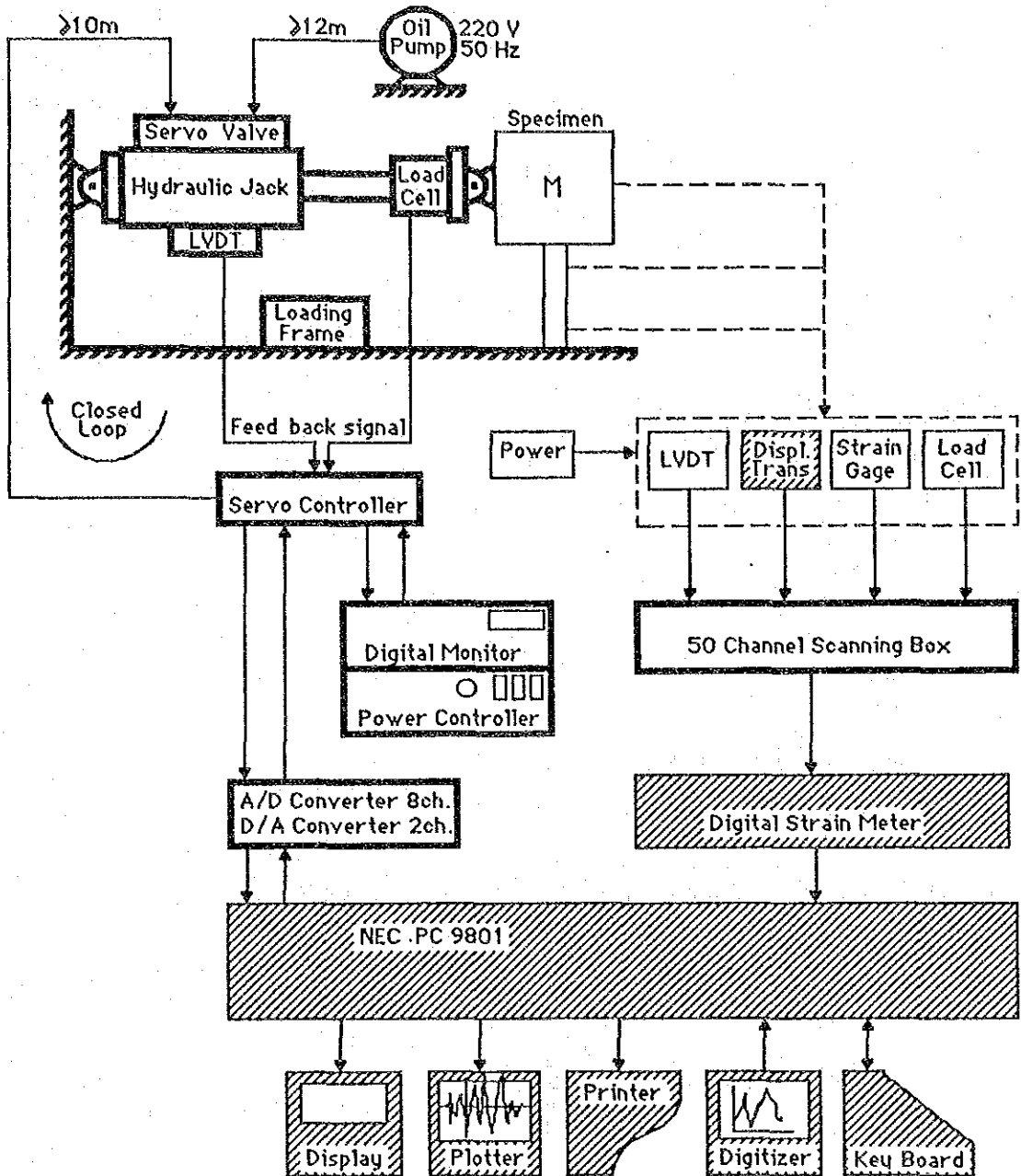
- 2 Light truck Chevrolet Luv, 1987 and 1988, respectively
- 1 Truck, Chevrolet, C-10, 1980
- 1 Truck, Ford, F-350, 1974
- 1 Light Truck, Chevrolet Luv, 1979

**APPENDIX G**

**GEOLOGICAL MAP OF SANTIAGO  
AND  
LOCATION OF FIVE INSTRUMENT SITES**

**APPENDIX F**

**COMPUTER CONTROLLED TESTING EQUIPMENT LAYOUT**



- Existing Equipment
- Equipment already provided by JICA
- Equipment requested to JICA

Computer Controlled Testing Equipment.



チリ共和国建築構造物

耐震設計に関する協力

事前調査団報告書

1988年4月27日





# 目 次

1. 概 観	80
1.1 背 景	80
1.2 事前調査団のメンバー	81
1.3 調査団行動日程	81
1.4 事前調査団による共同研究に関する主要な打合せ事項および経緯	84
2. チリ・カトリック大学の概要	88
2.1 チリ・カトリック大学	88
(1) 歴 史	88
(2) カトリック大学の現況	88
2.2 工学単科大学	90
(1) 歴 史	90
(2) 組 織	90
(3) 学生組織	90
(4) 職 員	91
(5) 研 究	91
(6) 工学部の予算	91
2.3 構造工学科	92
(1) 施 設	92
(2) 教職と研究職の人員	92
(3) 事務並びに技術職員	92
(4) 学科の予算	93
(5) 学 生	93
(6) 研 究	94
(7) 研究成果の発表	95
(8) 機材の管理	95
3. チリ国に於ける建築物耐震設計に関する共同研究プロジェクト	97
3.1 はじめに	97
3.2 共同プロジェクトの人員と施設	97
(1) プロジェクトの人員	97
(2) 施 設	100

3.3	地震工学プログラム	100
(1)	主 題	100
(2)	目 標	100
(3)	手 順	101
(4)	要請機材の品目	102
(5)	チリ研究チーム	102
3.4	構造工学プログラム	102
(1)	主 題	102
(2)	目 標	103
(3)	手 順	103
(4)	要請機材のリスト	103
(5)	チリ研究チーム	104
3.5	土質動力学プログラム	104
(1)	主 題	104
(2)	目 標	104
(3)	手 順	105
(4)	要請機材のリスト	105
(5)	チリ研究チーム	105
3.6	暫定実行プログラム	106
(1)	日本からチリへの派遣専門家	106
(2)	チリ側人員の日本における訓練	106
(3)	機 材	106
(4)	報 告 書	106
(5)	予 算	106
3.7	日本専門家の便宜供与等	106
(1)	事 務 所	106
(2)	電 話	107
(3)	秘書とタイピスト	107
(4)	自 動 車	107
4.	議事録の草稿	107
5.	結 論	107

付 表

A. チリ・カトリック大学の施設 .....	111
B. 国立大学システム入学者 — 1986, 87, 88年 .....	120
C. チリ・カトリック大学組織図 .....	123
D. 1987年度資金を割り当てられた研究プロジェクト .....	124
E. 1985, 86, 87年に発表された論文と報告書 .....	126
F. 当学科の所有する機材 .....	127
G. サンチャゴ市の地質図および計測サイト5カ所の位置 .....	130
H. コンピュータ制御によるテスト機材のレイアウト .....	131

# 1 概 観

## 1.1 背 景

チリと日本は環太平洋地震帯上にあり過去において大規模な地震によって甚大なる被害を蒙ってきた。地震災害は自然現象と人間社会の活動の混合の結果として生ずるものである故に学界並びに実務活動の分野において経続的な努力が続けられるべきものである。

地震災害を予防または軽減するための基礎研究はチリ共和国のいくつかの大学において行なわれており、特に該共和国において最も権威ある研究機関と目されているチリカトリック大学構造工学学科が精力的に取り組んでいるものである。該活動の詳細は本報告書の第2部に詳述されている。

チリと日本との間で技術的情報を交換し、共同研究計画を推進するために日本国際協力事業団（JICA）は1984年以降、技術調査団をチリ・カトリック大学（以降カトリック大学と略称する）に派遣している：第1回の調査団は1984年11月24日から同年12月18日まで；第2回は1986年1月11日から同月29日まで；第3回は1987年3月3日から同月29日まで調査を行なった。該研究分野において日本とチリとの共同計画を確立することの有効性に関してはこれらの報告書の紹介の部、特に第3回調査団の報告書の項に詳細に述べられている。

先の2回にわたる調査団はカトリック大学において進められている研究を視察し、日本における地震工学の最近の進展状況についての講演を行なった。また以下の三項目に関して共同計画によって研究を推進する必要を認めるに到った：

- 1) 地震動と設計スペクトル
- 2) 組積造構造
- 3) 土質動力学

第3回調査団は将来の二カ国による協力の可能性に関して関係者と直接話し合いを行ない、両国に於ける地震災害を軽減するために効果的なプロジェクトとは如何なるものであるべきかに関して共通の認識に到達すること、並びに相互の理解と友情を深めることに努めた。

第3回調査団の報告に基づいて国際協力事業団は該分野においてさらに高い水準の協力に向けて計画を推進することに対し、協力計画として共同研究プロジェクトが適切なものであるとの結論に達した。それ故に国際協力事業団は1988年4月15-30日の期間にわたり事前調査団（以降“日本チーム”と略称する）を派遣した。日本チームは下記の目標を設定した：

- a) 議事録（R/D）草稿について討議し最終的原案を作成する。該議事録が国際協力事業団とカトリック大学との間で署名されることに依ってチリに於ける構造物耐震設計共同研

究プロジェクトが発足することになる。

- b) プロジェクトの実施に必要な、カトリック大学並びに該大学の構造工学科に関する詳細な情報の収集。
- c) プロジェクトの実施に必要な研究の枠組み、暫定スケジュール、技術訓練、機材の設置、等を含む手順の詳細を確立するための討議を行なう。
- d) 日本側からの輸出物件に関する特恵待遇、通関手続き等法的局面に関する討議と同意の取り付け。

日本チームとカトリック大学との討議の結果、前述の共同計画対象の3項目はより正確に焦点をしぼる必要があるとの同意に達し、計画は以下のごとく改めて定義されるに至った。

1. 地震工学：サンチャゴ市における設計用地震力の評価。
2. 構造工学：鉄筋コンクリート造および補強組積造建築物の耐震性能
3. 土質動力学：構造物および基礎の耐震設計に用いる土の動的特性

上記のプロジェクト再定義およびR/D草稿の作成には大幅な調整を要することとなり、これらは日本チームと当プロジェクトに関係するカトリック大学の教授陣との間で緊密な協力の下に遂行された。日本チームはカトリック大学が提案し、該報告書に記載された研究計画を高く評価する。

## 1.2 事前調査団のメンバー

1. 平石 久広(チーム・リーダー)  
工学博士，建設省建築研究所構造研究室長
2. 山田 恭央  
工学博士，筑波大学構造工学系助教授
3. 小川 富由  
建設省住宅局住宅政策課長補佐
4. 笹子 実  
国際協力事業団派遣事業部派遣第二課長代理

## 1.3 調査団行動日程

- |       |   |
|-------|---|
| 4月16日 | 平石及び山田並びに小川サンチャゴ到着                      |
| (土)   | 研究計画の検討(平石, 山田, 小川)                     |
| 4月17日 | LüdersとTroncosoの両博士と研究計画の検討(平石, 山田, 小川) |
| (日)   | 笹子サンチャゴ市到着                              |

- 研究計画の検討
- 4月18日 国際協力事業団事務所表敬訪問  
 (月) Odeplanの国際協力部部長表敬訪問  
 日本大使館表敬訪問  
 カトリック大学において会合と討議  
 工学部長 Dr. Bernardo Domínguez 教授主催の歓迎ディナー
- 4月19日 カトリック大学で討議：構造工学（平石）；土質動力学（山田）；事務管  
 (火) 理面とR/D草稿（小川と笹子）  
 カトリック大学で討議：地震工学（平石と山田）。構造工学科並びに土  
 質工学科実験棟の視察（小川と笹子）。チリ大学表敬訪問。Joaquín  
 Monge 教授主催の会合と昼食。文部大臣 Dr. Juan Antonio Guzmán  
 表敬訪問  
 国際協力事業団事務所で会議（小川と笹子）  
 カトリック大学において研究の実施と報告書作成に関して討議（平石と  
 山田）
- 4月20日 Valdivia市到着  
 (水) オーストラル大学学長表敬訪問  
 オーストラル大学による歓迎のミーティングと昼食会  
 Corral の津波の被害を視察  
 国際協力事業団のオーストラル大学プロジェクトに関する情報交換ミー  
 ティングを畜産学部の部員と行なう。（笹子）  
 構造工学に関する討議（平石とLüders）；土質動力学（山田とTro-  
 ncoso）
- 4月21日 Valdivia市の地震災害の視察：水層タンク，病院  
 (木) Llanquihueの地震災害の視察：橋梁  
 Puerto Montt の地震災害の視察：港湾施設
- 4月22日 San Antonio の地震災害の視察（小川と笹子）  
 (金) 報告書の作成（平石と山田）
- 4月23日 Vina del Mar と Valparaíso の地震災害の視察  
 (土)
- 4月24日 報告書の作成  
 (日)

- 4月25日 報告書の作成  
(月) チリ・カトリック大学の学長Dr. Juan de Dios Vial Correa 教授  
主催昼食  
日本チーム主催のカクテル・パーティー
- 4月26日 報告書の作成  
(火) 日本大使館と国際協力事業団事務所に帰国の挨拶
- 4月27日 カトリック大学と国際協力事業団事務所に報告書を提出  
(水) サンチャゴ市を出発



#### 1.4 事前調査団による共同研究に関する主要な打合せ事項および経緯

調査団の出発以前、JICA本部で打合わせを行った際に指摘された以下の点について討論

・調査を行った。

1. 共同研究機関概要
2. 構造工学科概要
3. 専門家への便宜供与等
4. 研究テーマおよびその対象・内容
5. 基本的実施計画のフレームワーク

これらの討論・打合せ結果は、第3次調査団の報告書を補充する形で本報告書に記載されている。これらのうち、主要な点およびその結果に至る経緯は以下の通りである。

##### (1) 共同研究機関概要

カトリカ大学は、施設・教員・学生ともチリ国で最も優れた大学と言える。研究予算もチリ国にしては潤沢である。

外国との共同研究については米国NSFと研究を進めている。本プロジェクトにおいてもNSFが係りをもつ場合も考えられるが、NSFの資金による研究成果の発表はかなり自由であり、このような場合においても、報告書に「試験体の一部はNSFに依った」等のコメントを記載すればよいと考えられる。

##### (2) 構造工学科概要

研究についてはかなり活発に行っている。ただし、発展途上国共通の現象として理論的・実務的な研究が主体で、実験的な研究は多いとはいえない。施設等は中南米という事を考慮すれば、極めて優れていると言える。

スタッフは多く、また優秀である。

なお、本研究のチリ側の責任者を1人に決めてほしいという要望を出したところ、本来、地震工学、構造工学、土質動力学の3つのプロジェクトであったという経緯から当初、理解を得られなかったが、JICAのプロジェクトの意義等について詳しく説明したところ、最終的にRiddell教授がその責任者となった。また、本プロジェクトの日本側の考え方・成果のあり方についても完全に理解を得られたと考えている。

##### (3) 専門家への便宜供与等

長期専門家の執務環境等については、基本的にはカトリカ大学の教員とほとんど同じ便宜

が得られる。

住宅・車等についてはチリ側が用意する事は考えていない。供与機材の引取体制については大きな問題はないと考えられる。

#### (4) 研究テーマおよびその対象・内容確認

全体のテーマは「チリ国における建築物耐震設計に関する共同研究」という事で了承が得られた。以下、各サブプロジェクト毎に記す。

##### ① 地震工学分野

地震工学分野における共同研究プログラムに関する打合せは、Riddell 教授，Cruz 助教授と山田，平石で行った。

以前より提案されていた「サンチャゴ市における設計用地震力の評価」を研究課題に選定し、研究内容や研究の進め方について再検討を行った。第3回調査団の報告書では、強震計により地震波形を観測し地盤振動特性を明らかにすることが研究の主内容であったが、常時微動計による地盤および建築物の振動特性調査をも合わせて実施することにし、効率よく設計用地震力を評価できるようにした。強震計は、サンチャゴ市内に異なる5つの地質条件の地点を選び、それぞれ1セットずつ設置することにし、候補地区を具体的に定めた。

研究機材としては、5セットのデジタル型強震計、地震波形記録および再生装置（1台）、常時微動測定装置（1台）を候補とすることにした。

地震工学プログラムのチリ側カウンターパートは、Riddell 教授，Vasquez 教授，Van Sint Jan 教授，Cruz 助教授，Llera 講師で、Riddell 教授がコーディネーターを務めることになった。

##### ② 構造工学分野

構造工学分野における共同研究プログラムに関する打合わせは、Lüders 教授，Hidalgo 教授と平石で行った。

第3回の調査では、本課題は「鉄筋コンクリート造および補強組積造耐震壁の耐震性能」という名称であったが、メインテーマとの関係および本プロジェクトが単なる研究でなく、直接的な成果を求める事が望ましいとの判断により「鉄筋コンクリート造および補強組積造建築物の耐震性能」に変更した。ただし、チリ国においては「耐震壁」が建築物の極めて重要な構造部材である事から、研究計画そのものの大きな変更は行っていない。

また、機材の費用の関係から、第3回調査団で提案されていた被災前・被災以後の建築物の常時微動測定については割愛した。

構造工学プログラムのチリ側カウンターパートは、Lüders 教授，Hidalgo 教授，

Cruz 助教授であり、Lüders 教授がコーディネーターを務めることになった。

### ③ 土質動力学分野

土質動力学分野における共同研究プログラムに関する打合わせは、Troncoso 教授と山田で行った。

第3回調査団により提案された研究プログラムには、本プロジェクトのメインテーマと必ずしも整合しない面もあるので、研究課題を「構造物および基礎の耐震設計に用いる土の動的性質」と改め、また研究内容についても再検討した。その結果、地震時に構造物や基礎に最も大きな危害をもたらす地盤の液状化および大変形問題に焦点を合わせ、原位置における地震時の間隙水圧観測、ピエゾコンによる原位置試験、繰返し三軸試験により総合的に土の動的性質を調べてゆくことにした。

研究機材としては、第3回調査団の提案リストよりクロスホール法せん断波伝播測定装置を除き、ピエゾコン試験機（1台）、地震時間隙水圧観測装置（間隙水圧計4台と強震計2台、第3回調査団では地震観測装置と記していたが、内容を明示する名前に改めた）および繰返し三軸試験用セル（1台）を候補とすることにした。

土質動力学プログラムのチリ側カウンターパートには、構造工学科のTroncoso 教授、Rodrigues 教授に加えて、水理工学科のDomingues 教授とVaras 教授が新たに加わり、Troncoso 教授がコーディネーターを務めることになった。

## (5) 基本的実施計画のフレームワーク

### (i) R/Dの素案

R/Dの素案については、日本より原案を持参したが、カトリカ大学との話し合いおよび現地JICA事務所の助言を受け以下の点について訂正を行った。なお、今回合意された素案については、あくまでR/Dミッションの訪問までの暫定的なものであることを双方は了解した。

#### a. R/Dの表書きについて

今回の研究協力がチリとわが国との全般的な技術協力の一環であることを明確に唱い、かつR/Dで言及の無い事項についての今後の紛糾を避けるため、チリとわが国の技術協力協定に基づくものであることを明確にする。

カトリカ大学が私立大学であることに鑑み、日本政府とチリ政府との間による研究協力の一環であることを明らかにするため、R/Dの締結者に加えてチリ政府の行政官が立会人として署名を行うこととした。なお、立会人の確定については現地の事情もあり、調査団の滞在期間内で確定するまでには至らなかったが、引続きカトリカ大学が主体に、またJICA現地事務所との連携を保ったうえで立会人の確定作業を行うこととした。

b. 付属文書について

「I. 両国政府の協力」の中に新たに「3.」としてのこの文書で言及していない事項については、両国政府の技術協力協定に基づく旨を書き込んだ。

「VII. チリ政府による施策」については、その内容にカトリカ大学が行うことになっている事項が含まれているが、カトリカ大学が私立大学であることから、表現上矛盾ないしは責任の所在が不明確となる点が見られたため、これを「VII. チリ政府により関係機関を通して行われる施策」と改め、カトリカ大学を関係機関と位置づけることで問題点の解消を図った。

「X. 協力期間」については、専門家派遣や機材の送付、さらにはチリ側研修員の受け入れ等のスケジュールを検討した結果、1988年12月を開始時点とすることが適当であることとなり、その旨を明記した。

(ii) その他

a. 専門家派遣

長期専門家については、第3次調査団のスケジュールとあまり変わりはない。ただし、短期専門家については機材の据え付け、調整のための専門家の派遣が必要であることからその追加を行った。

b. C/P受入

カトリカ大学の方針として、来日するC/Pとしてはプロジェクトの指導的な直接担当者が望ましいとの事である。しかしながら、授業の関係でいずれも短期間となった。従って、若干多くのC/Pの来日が予定されているが、その実現に対して強い要請を受けた。

c. Report 作成

中間報告書を作成することになった。

d. 機材供与

設置場所等についてはカトリカ大学が確保する。機材はできるだけ早く現地に到着する事を望んでいる。特に二、三年後に計画されている土質動力学、耐震工学に関しては、本来初年度から行う事が可能である事を考えれば、できるだけ早く機材を送ることが望ましく、この事を極めて強く要請された。

## 2 チリ・カトリック大学の概要

### 2.1 チリ・カトリック大学

#### (1) 歴史

チリ・カトリック大学は1888年に当時チリ国の国教であったカトリック教会によって創設されたものである。該大学はおもに社会の下級層の青年に技術的教育を授けることを目的として設立された。しかしながら当初の技術指向の教育方針は数年後に転換されて国立大学と殆ど差異のない組織となったが、工学部が学内で重きをなしているという特色は依然として残っている。

1923年以降同大学は当初の私立教育機関から国立大学組織の一部分として吸収され文部省の管轄下に置かれることになった。その運営資金は他の大学の場合と同様に国家予算、授業料、社会へのサービスの代価等でまかなわれる。入学は全国大学システムに適用されている過程を経て許可される。また授業料の水準はこのシステムに属する他の大学の場合と同様である。カトリック教会の権限は現在では学士院によって指名された候補者を大学学長に任命することに限られている。

当大学はチリの公共生活のなかで多くの卒業生が専門職業活動に於て強い影響力を持っていること、並びにその学部内の研究と民間に提供している研究サービスの高い有用性という両面に於てきわめて著名な機関となっている。そのような研究活動の延長の一つに30年前のチリでのテレビジョンの導入がある。以降本大学はTVの国内で最も高い視聴率を誇る一つのチャンネルを運営し続けており、該チャンネルは娯楽以外に一年を周期とする家庭教育番組(TELEDUC)を放映し、最近日本政府により資金援助をうけている。

チリ大学システムの革新は当大学に端を発したものが多い。例えば、研究施設を一切保わずにパートタイムの教授陣のみに頼るスパニッシュ-アメリカン方式の教育過程からフルタイムの教授の配置による授業への切り替えはカトリック大学の工学部と商学部で始められた。見方によっては専門職業の分野で完全な形でその転換が完了しているのはこの大学のみであると言うことも出来よう。フルタイムに勤務している教職者が海外で修士や博士号を取得できるように準備教育を行なう過程が整備されているのもこの大学だけである。

#### (2) カトリック大学の現況

サンチャゴ市にある本大学は16の単科大学並びに学部に分かれていて下記の4カ所のキャンパスに分散配置されている：

Campus Casa Central

Ave. Libertador Bernardo O'Higgins 360

敷地面積：24,500 m<sup>2</sup>

建物面積：40,500 m<sup>2</sup>

Campus San Joaquin

Ave. Vicuna Mackenna 4860

敷地面積：759,000 m<sup>2</sup>

建物面積：80,000 m<sup>2</sup>

Campus Oriente

Ave. Jose Battle y Ordonez

敷地面積：57,000 m<sup>2</sup>

建物面積：13,000 m<sup>2</sup>

Campus Lo Contador

Ave. Bl Comendador 1916

サイト面積：15,000 m<sup>2</sup>

建物面積：5,200 m<sup>2</sup>

これらのキャンパスの見取図は付表Aに掲載されている。

本大学の教職にあるものはフルタイムの教授が771人でそのうち博士号の保有者は247人である。サンチャゴ市南部の5区の地域キャンパスには303人の教授が配属されており、そのうちの55人が博士号の保有者である。

この大学には16,800名の学生が在籍し、そのうちの11,000名がサンチャゴ市にあるキャンパスで受講している。これらの学生は一般的に高い知的水準にあると云うことが出来よう。最近の10年間に高校卒業生で本大学に入学希望者が著しく増加している事実がその一端を窺わせる。国が行なう大学入学資格テストで上位を占める高校生の約半数が当大学に入学を希望している。付表Bにその詳細を掲げてある。

1988年のカトリック大学に割り当てられた教育予算はチリ\$で6,002,871,000であり、そのうち63%が国庫からの直接支出資金である。該予算は収入と支出を均衡させるべきものであるが、当大学が一般にサービスを提供する代価として受け取る金額は含まれていない。ちなみに現時点での為替レートは一円が約2チリペソである。

## 2.2 工学単科大学

### (1) 歴史

カトリック大学の工学単科大学は1900年に創設され、その後50年間は典型的なスパンニッシュ・アメリカン型教育システムで運営するチリ大学の工学部と極めて類似した形で運営された。しかしながら、1950年代の後期に至って研究にフルタイムに従事する教職者を配置するシステムの開発計画に着手した。該計画は若いエンジニアを海外の有名大学に留学させてまず修士号を取得させ、その後博士号の取得に向かわせるものである。現在では工学部の教職員は72人のフルタイム教授を含むものになっている。それらのフルタイムの教授のうちの半数以上が米国の主要な大学からPh. D. を取得するかヨーロッパの同様の機関で博士号を取得している。現時点で17名の若い教職員がPh. D. プログラムで海外に留学している。学部で教授に昇格するためにはPh. D. を保有していることが一条件となっているのが現実である。

### (2) 組織

工学単科大学は工学部と建築学部で構成されている。後者はCivil engineerよりもさらに実務的な水準で建築業を目指すものを対象にしたものである。工学部は付表Cに示すごとく、さらに9学科に分かれている。工学部の施設はSan Joaquinキャンパスに設置されていて、付表Aの同キャンパス見取り図の暗い色で示された部分である。

### (3) 学生組織

工学部には1,500人の学部の学生がいてCivilエンジニアの学位を得るために6年間の教育課程を修めている。チリの工学教育で“Civil”というのはドイツで工学学士を“diplom”と称するのと同様同じ意味である。この学科の卒業生は土木工学あるいは産業工学のいずれの分野を選ぶこともできる。

国定の大学入学資格認定試験の受験者で最も入学志望が多いのはカトリック大学であり、特にそのうちでも工学部が最も好まれている事は特筆に値する。前述のごとくチリの大学入学資格認定は全ての応募者に同時に行なわれ、その結果に基づいて入学者が決定されるものである。近年においては工学関係の志望者が著しく増加しており、特に当大学の工学部の場合はそれが顕著である。例えば最近完了した1988年度の入学者割当に際しては大学入学志望者13万人のうち成績トップの100人のなかの30人が工学系を選び、そのうちの18人が当大学を選好し残りの12人が他の3校に等分に分散している。付表Bにその明細を表示した。

上記の一般学部計画に加えて3セメスターにわたる科学修士課程もある。当計画は1984年に研究指向者のための学位として設立されたもので100名の学生を入学させる予定であるが現在では予定数の半数の学生がいる。

(4) 職員

上記のごとく工学部には72人のフルタイムの教授とは同数のパートタイムの講師が外部から雇用されて教授の授業を補佐している。フルタイムの教授達の各学科に対する割当は付表Cに表示した。

全てのフルタイムの教授の勤務契約は週44時間となっている。彼らの勤務内容は講義、研究、事務管理、サービス、学外授業等があり一様ではない。工学部の教職員の各種の作業に費やす時間の平均値は以下のようになる：

授 業	33%
研 究	40%
管 理	15%
サービス	8%
学 外	4%

(5) 研究

当学部は研究指向が強いため着手している研究プロジェクトも多く、予算割当の面でも激しい獲得競争にもかかわらず相当の研究資金を割り当てられている。現時点では工学部の9学科を総計すれば34のプロジェクトが大学研究部による資金の割当、15プロジェクトが国家研究局からの、12プロジェクトが外国政府機関の、残りの9プロジェクトが国内のその他の機関の、資金援助を受けている。これらの研究活動の結果は論文または報告書として発表され、年間200件以上にのぼっている。これらの論文の約15%が工学部の刊行する、全国の研究者ならびに専門職従事者のあいだに広く配布されている4季報”Apuntes de Ingenieria (Engineering Records)”に掲載されている。

(6) 工学部の予算

工学部の1988年度の支出予算は下記の如くである：

給与と関連給付

教職員	\$ 296,000,000	
技術と事務職	211,000,000	
教職補佐	18,000,000	
小計		\$ 535,000,000
教職員の教育訓練費用		52,000,000
運営費		27,000,000
		-----
総計		\$ 604,000,000

上記の数字は工学部のサービス提供活動に要した運営費用は含んでいない。このサービ



ス提供事業と言うのは民間と公共の各々のセクターの委託に依って品質管理と応用研究をおこなう活動である。

## 2.3 構造工学科

### (1) 該学科の施設

構造工学科の事務局は San Joaquin キャンパスのなかの Deves Hall に置かれており、その地域は付表 A に表示されている。当学科の構造工学と土質工学実験棟は別の建物のなかに置かれている。その建物のなかにも事務局用のスペースがとられている。この実験棟ビル内の平面図と施設の写真を付表 A に表示した。

### (2) 教職と研究職の人員

該学科の教育と研究担当の職員には 10 人のフルタイム・メンバーがいて、そのうちの 6 人は Ph. D. を持ち、1 人はドイツの diplom, 1 人が現在米国に Ph. D. 取得のために留学中、1 人は勤務年限が短い青年であり近い将来大学院での研究に従事する予定である。職員の経歴は本報告書の 3.2 章に列記されている。教職員の職種の分類は下記の表の通りである。なおパートタイムの講師は研究には参加しない。

教授	6
準教授	2
助教授	1
講師	1
パートタイム講師	7

該学科のフルタイムの職員はすべて共同研究プロジェクトに関係している。彼らの教育活動は構造から土質の広い範囲にわたっていてシビルエンジニアリングの種々の分野を専攻する学生の必要な履修課程の殆ど全てを網羅している。

### (3) 事務並びに技術職員

該学科の活動は以下の非教職員によって補佐されている：

Mr. Ramon Lobos	シビルエンジニア
Ms. Pamela Jenkins	シビルエンジニア
Mr. Alfredo Marin	シビルエンジニア
Mr. Raul Alvarez	シビルエンジニア
Mr. Jorge Maturana	実験技師
Ms. Alda Goffreri	秘書
Ms. Myriam Fredes	秘書
Ma. Josefina Uribe	秘書

Ms. Rosemarie Kania	秘書
Ms. Alejandra Bravo	司書(パートタイム)
Mr. Leonardo Lizama	技手
Mr. Nelson Martinez	技手
Mr. Manuel Ravelo	技手
Mr. Andres Gonzales	技手
Mr. Gabriel Gonzales	技手
Mr. Geremias Leon	技手
Mr. Andres Munoz	木工技手
Mr. Juan Velazquez	木工技手
Mr. Hector Calderon	清掃夫
Mr. Roberto Arredondo	清掃夫

(4) 学科の予算

当学科の1988年度の支出予算は下記の如くである:

給与と関連給付

教職員	\$ 58,800,000	
技術と事務職	18,365,000	
教職補佐	3,250,000	
小計		\$ 80,415,000
教職員の教育訓練費用		1,900,000
運営費		1,300,000
		-----
総計		\$ 83,615,000

上記の数字は同学科が地質工学研究室が民間と公共の各々のセクターのために提供したサービスに関連した運営費を含まない。同研究室の提供するサービスの典型的なものは地質構造と地質探査である。

(5) 学生

該学科に関連する大半の学部学生の専攻分野は構造工学, 建築工学, 油圧工学, 輸送工学(構造工学は地質工学を含む)である。これらの専攻学生の卒業生の数は年間各々30, 60, 10, 10人である。該学科の共通科目を受講するのは110人であり構造工学に関する上級課程を履修するのは30人である。

学部の学生に加えて, 現在当学科において科学修士の資格を得るために履修している大学院生が3人いる。前述の如く大学院課程が最近工学部に設立された。

(6) 研究

当学科の教授科目は広範に及ぶが、教授陣の研究活動は地震工学に集中しており当国でこの分野の最も著名な専門家集団であると見なされている。以下は主要な研究題目である：

- 設計指向の建物の構造設計のためのモデル化、特に耐震壁によって横力に抵抗する建物でその3次元効果の問題。実用的なコンピュータ・プログラムの開発。
- 最近の地震の特性の観察結果の比較検討。
- 基本設計方法の簡素化。
- 現地産材料を利用した組積造の特性と建築技術。
- 実大部材料の静的解析。
- 数学的モデルの作成。
- 法的基準の水準に関する提案。
- 1985年3月3日の地震時挙動によって判明した現在の基準の安全度に対する評価。
- チリの地震動のデータに求づく構造物の耐震規定の評価。
- 応答スペクトルの分析。
- 設計用スペクトルの開発。
- じん性に関する規定の研究。
- チリにおける地震の危険度。
- 土壌、特に飽和土砂の動的特性。
- クロスホールおよび振動台による実験。
- 土壌構造に於ける地震変化の数学的モデルの定式化。
- テーリング・ダム耐震設計法。
- 最近の地震におけるテーリング・ダムで観察された特性の比較検討。
- 地質工学に於ける有限要素技術。
- 多孔メディア、特にダムを急速排水を行なう場合の、水の流れ。
- 土質構造物の逐次解析のための一般的モデルの定式化と、それに適合するコンピュータプログラムの作成。
- 岩石のメカニズム。岩石サンプリングの技術の開発。岩石斜面の安定分析のための数学的モデルの定式化。

当学科の行なっている研究プロジェクトでは、職員給与、秘書、補助人員、施設、機材、間接費、大学コンピュータの使用等は国庫より割り当てられた予算により大きな部分が賄われてはいるが、その反面に於てすべての研究に外部からの助成資金が供与されている。

付表Dは現在実施中のプロジェクト、関与している研究者、資金源等を示すものである。付表より明らかなように、資金の主要な源泉は大学中央管理局がプロジェクト運営資金

として交付すべく設定した基金であり、これらは提出された競合する企画案のなかから大学の外部の審査員が選定して交付されることになっている。工学部は該基金のうちの相当の部分を交付される事が通例となっており、当学科は平均以上の比率の交付を受けている。大学が資金を交付しているプロジェクトのなかには、米国の国立科学財団が資金を交付している、”1985年3月3日のチリ地震のデータを用いた鉄筋コンクリート構造物の現行設計法と解析手法の評価、”並びに”1985年3月3日のチリ地震における組積造建築物の挙動およびその耐震設計への提案”という二つのプロジェクトを補足する形となっている同名の二つのテーマがあるのは特筆される。国際的プロジェクトに大学教授が参加する便宜を図るために資金を供給するこの仕組みは、単に許容されているばかりでなく許可を与える団体によって明瞭に推奨されている。これは現在対象となっている国際協力事業団協力プロジェクトのばあいでも、関係しているチリ教授達が研究助手、他の補助人員、費用の支出等国際協力事業団の基金で手当できない予算の割当を得るために極めて有効な制度といえる。

#### (7) 研究結果の普及

既に終了した過去のプロジェクトによって、過去に極めて多くの出版物が刊行されてきた。参考のために、最近2年間に出版された出版物を付録Cに示した。付録Cのリストからわかるように、非常に多くの論文が会議に提出されている。特に1986年4月にヴィニャデルマールで開催された地震工学に関する第4回チリ国会議では、構造工学科のメンバーが非常に顕著な活動を行った。雑誌”Engineering Records”は、定期的に地震工学に関する論文を刊行してきた。その雑誌は同業者に広く配布されている。構造工学科職員の非常に重要な活動は、基準を作る際に深い係わりをもつことである。その活動を通して、研究成果が非常に効果的に同業者の集団に伝達されている。チリ国の基準等は、規格化する研究機関(委員会)によって用意される。その基準化する研究機関(委員会)は、研究センターから草案を用意するために技術者を呼んでいる。その草案は、公開の討議にかけられ、そして最終的には、その草案は同業者から出席した有名な専門家によって、また、大学の教授達によって作られた委員によって是認されることになる。構造工学科の多くの教授が、昨年、1段階または3段階のすべてにおいて深く係わりをもったことは最も重要なことであった。最近出版された補強組積造設計に関する基準や、最小荷重仕様書に関する基準は、この努力のたまものである。RC造の設計基準に関し、また、建物の耐震設計基準の草案の改正に関し、各基準で扱われたすべての課題に、構造工学科の職員は実務的に広くかつ深く係わりをもっている。

#### (8) 機器の管理

構造工学科の実験室は、13年前に建てられた1000㎡の建物の中にある。これらの

施設は、構造工学研究のための区域と土質工学研究のための区域とに分かれている。加えて、建設工学科に属している合同の材料実験室がある。もう一つ密接に関係する実験室は、機械工学科に属している機械工学実験室で、機器の交換がしばしば行われている。構造工学実験室は多数の近代的試験システムを有している。例えば、MTS動的油圧アクチュエータ、動的三軸試験装置、静的油圧セット、一方向アクチュエータ、数個の変位計と加速度計、および数台のアナログレコーダを有している。これらの機器類は、十分な保守・管理により、また、電気工学科の電気技師のおかげで長年にわたって支障なく使われてきている。維持費は、年ごとに配分される構造工学科の維持資金の内部移動によって、または、進行中のプロジェクトの操作費用として利用できる資金から捻出している。電気工場は3人の電気技師を抱えた非常に有能な電気技術者によって指導されている。過去3回のJICA使節団によってもたらされた2台のNECコンピュータ等は、この維持システムによって極めて満足な状態で利用されている。試験の実行においては、二人の技師が供試体の用意やその設置のために働いている。

当学科の実験室が保有する主要な機材のリストが付表Fに記載されている。

### 3 チリ国における建築物耐震設計に関する 共同研究プロジェクト

#### 3.1 はじめに

当プロジェクトで開発する研究プログラムは現在カトリック大学の研究部門のメンバーが積極的に追求している三つの主題に絞られた。チリ研究チームと日本専門家のこの分野に於ける共同研究は大きな成果をもたらすものと予想される。日本政府によって供給される機材は当プロジェクトにおいて最大の効果を発揮するものと想像するに難くないし、また事後においても極めて有用であるものと思われる。選択したプログラムは当地の地核変動と地質状態に関してより完全な知識の獲得と、この国の典型的な建築と建設の技術によって建設された建造物の地震に対する応答の仕方をより良く解明するため、地震の被害を減少し、チリ社会の利益に貢献することになる。日本の社会にとっても該研究は関心が持たれるべきもので、今後の日本の建設技術にとっても地震に対して特定の建造物のレイアウトと建設に使用した材料が如何なる応答を示すかは大いに参考となるものである。これらの計画を定義付けその研究実施の潜在能力を分析することは既述の日本調査団によって行われた。これらの調査団の数回の訪問を通じて共同研究プログラムの暫定的形成が次第に明細になり正確なものになってきた。本事前調査団は第3回調査団の勧告を完全に再検討し、次の章において提示される最終的な3つのプログラムに仕上げることになった。

#### 3.2 共同プロジェクトの人員と施設

##### (1) プロジェクトの人員

チリ研究チームリーダー：Rafael Riddell 教授

各々のプログラムの参加メンバーは次の通り：

地震工学プログラム：Rafael Riddell（調整役）

Jorge Vasquez

Ernesto Cruz

Michel Van Sint Jan

Carl Lüeders

Juan Carlos de la Llera

構造工学プログラム：Carl Lüeders（調整役）

Pedro Hidalgo

Rodrigo Jordan

Ernesto Cruz

土質動力学プログラム：Jorge Troncoso（調整役）

Fernando Rodriguez

Bernardo Dominguez

Eduardo Varas

共同研究プロジェクトのチリの学部のメンバーの略歴はアルファベット順に記載されている。データは姓名、地位、生年、学歴、関連研究主題を含む：

Ernesto Cruz, 準教授, 1954年生, カトリック大学Civil engineer 1977卒, カリフォルニア大学バークレー科学修士1980年, 同大学でPh. D. 1985年, 1977年当学科に就職。地震分析と建物設計の簡単なモデル化に取り組み, マイクロコンピュータとメインフレームシステム用のソフトウェアの開発, コンピュータ操作ならびに, データ収集システム等の他のデジタル装置とのインターフェイスにかんする経験の蓄積は顕著なものがある。当学科の強震計器の担当教授でもある。

Juan Carlos de la Llera, 講師, 1961年生, カトリック大学Civil engineer 1985卒, 2年間の研究助手のうち当学科の職員として参加。彼の主な担当分野は鉄筋コンクリート建物の耐震設計と解析であり, Riddell 教授のもとで1985年3月3日のチリ地震で被害を蒙ったVina del Mar 市の高層ビルの解析と設計法の評価を行なっている。Ph. D. 取得のために1989年8月出発の予定。

Pedro Hidalgo, 教授, 1939年生, カトリック大学Civil engineer 1963年卒, カリフォルニア大学バークレー科学修士1966年, 同大学でPh. D. 1975年, 1963年当学科に就職。カリフォルニア大・バークレーの地震工学研究センターにおいて最初は実物大の2階建ての鉄筋コンクリート骨組みの建物の振動台テスト, その後40件以上補強組積造の実験と解析ならびに鉄筋コンクリート造の解析研究を行なっている。1980年以来継続してInstitute of National Standardsにおける構造ならびに耐震設計法規準の検討に参画している。今後も法規の作成のため総合的な研究を続ける予定である。

Rodrigo Jordan, 助教授, 1955年生, カトリック大学civil engineer1978卒, 同年当学科に奉職。現在テキサス大学オースチンにおいてPh. D. 取得のため留学中で, 研究主題は地震によって破損した鉄筋コンクリート部材の補修法の開発である。1990年の初めに帰国の予定。オースチンに出発するまではHidalgo 教授のもとで補強組積造と鉄筋コンクリート造の解析研究に従事していた。

Carl Luders, 教授, 1937年生, カトリック大学civil engineer 1964年卒, 西独ダームシュタットの工科大学卒Dipl Ing 1967年, 当学科に1963年参加。1968年以来構造工学実験室主任であり現場ならびに実験室のテストに長い経験を有する。彼の研究分野は学究的研究とOffice of Research Servicesの要請により建設会

社および技術者のための実験のため両者をカバーしている。最近チリ法規準の鉄筋コンクリート造の部会の基準委員会の委員長に任命された。彼の研究活動は補強組積造壁の耐震挙動に集中しており、40件以上の補強組積造壁の準静的剪断テストを行なっている。彼はこの研究を今後も続行する予定であり、また地震によって破損した様な壁の補修法の研究をも含むものである。新しい法規準の規定を裏付けるための鉄筋コンクリート造部材のテストを行なうことも予定している。

Rafael Riddell, 教授, 1946年生, カトリック大学 civil engineer 1970年卒, イリノイ大学アーバナーキャンペインの科学修士 1976年, 同大学で Ph. D. 1979年, 1970年当学科に就職。工科単科大学の Director of the Office of Research Services を4年間勤める。現在当学科長である。Newmark 教授の下で Ph. D. 論文を作成して以来9年間地震危険度と設計スペクトルの分野で活動を続ける。最近では現在検討中のチリ法規準の設計地震スペクトルと耐震地域係数の定義設定に関係している。鉄筋コンクリート建物の耐震挙動と耐震設計にも関心がある。

Fernando Rodriguez, 教授, 1944年生, カトリック大学 civil engineer 1967年卒, スペイン・マドリッド工芸大学工学博士 1977年当学科に就職。現在地質工学実験室の主任で民間建設業者と鉱山会社のための土壌の実験室ならびに現場でのテスト, 及び土壌構造の研究を行なっている。彼の研究活動は鉱さいダムの地震反応, 液状化の問題等に関連している。

Jorge Troncoso, 教授, 1937年生, カトリック大学 civil engineer 1962年卒, イリノイ大学アーバナーキャンペインの科学修士 1966年, 同大学で Ph. D. 1975年, 1967年当学科に就職。1963年以来土質工学に取り組んでおり, 主として地震土質工学と土木と鉱業に関する工学への応用に関連した研究とコンサルティングに参加している。彼の業績の主なもの, 原位置の状態における歪の関数としての土壌剪断係数と減衰比の決定のための波伝搬テストの開発, 砂泥質土砂の液状化及び老化と地震履歴の関連効果の研究, 深層掘削の設計と建設に関する複合問題の解決, 柔らかい地面の傾斜の安定と基礎工事に関するものである。

Michel van Sint Jan, 準教授, 1945年生, カトリック大学 civil engineer 1971年卒, イリノイ大学アーバナーキャンペインの科学修士 1975年, 同大学で Ph. D. 1982年, 1971年当学科に就職。主な研究主題は岩石構造学で, チリの鉱山会社の直面する実際問題に特に関心を有する。地学と土壌構造学に造詣が深いために地震ゾーニング問題に関係することになり, 構造問題を研究する当学科の教授達が強く必要とする土壌と構造の相互作用の研究活動を始める。特に構造物の地震に対する反応において土壌の与える影響を研究するために必要なモデルと土壌特性を研究中である。



Jorge Vasquez, 教授, 1938年生, カトリック大学 civil engineer 1963年卒, カリフォルニア大学バークレー科学修士 1965年, 同大学で Ph. D. 年, 1963年当学科に就職。最近の数年間には耐震設計ビルのモデルの作成, 特におねじりと三次元的適合の問題に関心を持っている。最近モデル化が難しい不規則な構造物を研究するための手段としてまた新しい研究プログラムを展開するためのモジュラーシステムとして有要な, きわめて柔軟性の高い解析コンピュータプログラムを完成した。

当プロジェクトには工学部の他の学科の次の職員も参加する:

Bernardo Dominguez, 教授, 1943年生, カトリック大学 civil engineer 1967年卒, フランス・ツルーズ国立工芸大学卒, 現在工学部長。現在の研究テーマは油圧法による土壌の運送, 堆積作用, ならびに滞積作用である。

Eduardo Varas, 教授, 1941年生, カトリック大学 civil engineer 1965年卒, スタンフォード大学バークレーで Ph. D. 取得 1976年。研究テーマは水力工学科に於て水力学。土壌を浸透する水に関する土壌動力学と石油層間隙水圧測定研究プロジェクトに参加。

## (2) 施設

当学科の施設は本報告書の 2. 3. (1)に詳述した。本プロジェクトのために要請した機材は当学科の実験室ビルディングに設置される。サイトの加速度計は立ち入り制限区域の特別計器収容小屋に保管される。

## 3.3 地震工学プログラム

### (1) 主題

サンチャゴ市における設計用地震力の評価

### (2) 目標

研究の目的は, サンチャゴ市内の地動と建築物の応答の観点からサンチャゴ市の地盤の異なった地域において予想される地動の特性を反映する設計用地震力を設定することである。

この一般的な目標を達成するために, 以下に特定する目標を究明することが必要である:

a) 種々の土壌条件をもつサイトの地動に関して完全な知識を得る。 b) サンチャゴ市地域の代表的な建物(複数)の応答の特性を評価する。このため本プログラムは強震加速度計の設置と常時微動測定手法を用いる。

本プログラムは, 他の研究機関の研究者が地形の特性, ならびに被害の地形にともなり分布の考察から地震地域係数の確立を試行している成果に計器によるバックデータを与えることである。かくして取得された成果は市内の主要な建物の設計に当たる実務技術者,

住宅省，建設省，ならびに国立法規準設定庁にとって極めて重要な参考基準となるものと思われる。本プログラムが完成した後にも，チリ側チーム機材を同じ目的のために継続して使用する。

サンチャゴ市内の相当数の主要なビルの常時微動測定は類似したビル設計のための構造モデルの有効性をテストする役割も果たす。中震或は強震の起こった後には固有周期，減衰係数，及び振動モードのデータ・バンクを作成する。

### (3) 手順

プログラムの最初の活動は加速度計を設置する場所を決定することである。これらの地理的位置は市内の5カ所に設定され，峡谷全体の相違なる土壌に広く分散されるもので，それらの地域は現在に到るまで強度の地動加速度記録のなかった場所とする。

#### ① 中央地域

極めて厚く粗い直径20 cm迄の砂利の沖積である。計画された計器の設定位置から約250 m離れてSanta Lucia Hillが島型の丘となって60 m程隆起しており，周囲は沖積平地である。このサイトの地質条件は大多数の高層ビルの建てられている市の大半の部分と同じ特性を有している。

#### ② Renca

飽和状態の圧縮可能な砂泥と中程度の粘性の粘土との層(N=8から10迄;  $S_u = 0.5 \text{ kgs/cm}^2$ )が砂或は砂状の砂利の層で隔てられている。地下水面までの深さは約1 mである。岩盤までの深さは約200 m。この地域には工業施設と低所得層用の住宅が次第に増えつつある。

#### ③ East Nunoa

中程度の圧縮性を持った高密度の堅い砂泥が5-10 cmの厚さの高密度の砂泥砂利と砂の層に含まれている不飽和土壌である。地層の厚さは20 m以上である。地下水面までの深さは90 m以上である。岩盤までの深さは100 mと推定される。低中層の建物の建設のために新たに開発中の土地である。

#### ④ Santa Maria de Manquehue

細粒Solils(砂泥，砂泥状の砂，低可塑性の粘土)が急激に厚さを減少する層で山麓に広がっている。高価な個人住宅地，清潔な産業，並びに研究施設で占められた地域である。

#### ⑤ Maipu

火山性土壌でUSCSの分類に当てはまらない。噴石，火山灰並びに軽石で構成される。20 m以上の厚さがあり，高度に工業化された地域で人工密度の高い低中所得層の住宅地域となりつつある。

これらの5地域は付表Gに含まれたサンチャゴ市の地質地図に指示されている。

プログラムの次の段階は前もって準備された基礎工事と小屋のなかに加速度計を実際に取り付けることである。

各サイトは最低30mのボーリング、採取標本のテスト、常時微動測定調査による徹底した地盤探査を行なう。計器を使用して、各々の土壌で記録された応答スペクトル特性ならびにフーリエ振幅位相スペクトルの移動に基づいてスペクトル特性の相違を確認する。

地動の研究の後に、サンチャゴ市内のいくつかの建物の常時微動測定を行なう。これらの建物の大多数はチリの構造レイアウトの特徴である構造壁を多用したものである。この種の建築構造は高層ビルには珍しいものであり、実際の地震に対する応答に関するデータが乏しいので、現在使用されている構造モデルの有効性は十分に確認されていない。これらのビルの最近の地震の際の性状は、崩壊の安全性の点からはきわめて満足すべきものであったが、構造の破損は無視できる程度のものでなく、壁面に相当のひびが入り、壁ばりの破損が見受けられる。

常時微動測定の結果は、相異なる構造モデルを使用して得られた分析結果と比較される。それらを分類して中震或は強震のあった後に行なわれた常時微動測定値との比較が出来るようにドキュメントに整理しておく。

プログラムの一部として、強震計と常時微動測定から記録された情報を分析するソフトウェアを準備して今後、日常的に使用できるようにする。

#### (4) 要請機材の品目

以下の機材の供給を要請する：

5サイ分のデジタル強震加速度計

レコーディングならびにプレーバック装置

常時微動測定装置

加速度計の必要性に関しては前述の通り。プレーバック装置は計器のテープの記録を読み取り、その情報をコンピュータで読み取りが出来るフォーマットに転換するためである。

#### (5) チリ研究チーム

本プログラムに参加する教職員は、R. Riddell, J. Vasquez, M. Van Sint Jan, E. Cruz, J. C. de la Lleraの各教授であり、R. Riddell教授がコーディネータである。

### 3.4 構造工学プログラム

#### (1) 主題

鉄筋コンクリート造および補強組積造建築物の耐震性能

## (2) 目標

当プログラムの主要目標は補強組積造と鉄筋コンクリート造の耐震壁の耐震性状を実験的に解明し、強度と変形能力をより正確に予測できるモデルを開発することにある。チリにおいて建築された建物の殆ど全てが耐震要素として耐震壁を使用しているため、この知識はそれらのビルの耐震設計を改善することを可能にする。他の地震国で行なわれた研究は主として骨組み構造に関するものでありチリの場合はそういった構造は希である；それ故にチリの研究者は他の国で得られた研究結果を利用することが出来ず、自力のみで前述の構造の建物の実験と分析の研究を行なわざるを得なかった。さらに1985年の中央チリとメキシコ市を襲った地震と、1986年のサンサルバドルの地震のさいに蒙った構造物に関する地震被害は、耐震性状に於て耐震壁の長所が骨組み構造のそれよりも優れていることを示した。

## (3) 手順

当プログラムの実施期間中に開発されるべきものには、現在構造工学科で実施中の実験研究プログラムに属するテストの一部分が含まれている。それらの最後のシリーズは国際協力事業団によって供給される新式の機材を使用して実施される。

下記のテストプログラムは粘土レンガを使用して建設された補強組積造に限定して記してある。当研究に含まれるパラメータは、壁のアスペクト比、横筋量、軸力比、グラウトの型式を含むものである。予定される実験作業は以下のものである：

一年目と二年目：アスペクト比  $M/V_d$  が1に等しい場合で、横筋比が0.0006と0.0012、軸応力度を0.025MPaと0.5MPaとした7体のテストを行なう。新機材は当プログラムの第2年目の最後の数カ月の間に到着し、使用可能となる予定。

三年目：アスペクト比をそれぞれ1.00、0.60、0.35とし、他のパラメータを選択して7体のテストを行なう。これらのテストのいくつかは新機材を使用して行なう。

本プログラム並びにその後の鉄筋コンクリート造部材の実験により得られる研究結果はInstitute of National Stational Standardsに対して補強組積造並びに鉄筋コンクリート造の耐震設計基準の改正の要望として提出され、実務的にも反映される。Hidalgo教授が1980年以來該機関の非常勤メンバーとなっていること、また現在ではその5つの研究委員会を連絡調整してチリ法規準の“建物耐震設計”の部の原案の作成に当たる4人委員会のメンバーであることを注記しておきたい。Lüder教授も数種の法規準メンバーとして参画しており、現在は“鉄筋コンクリート構造物の設計”の部の委員長である。

## (4) 要請機材のリスト

現在では構造工学実験室にのみ準静的テストを使用して補強組積造耐震壁の実験研究を

行なり機材がある。当プログラムに対する国際協力事業団の支援に依って情報を処理してデータ整理を行なりマイクロコンピュータにオンラインデータ取得システムを接続して日本の技術を移転させることが出来るようになる。このことは本大学の構造部材の地震に対する挙動の実験的研究を実行する設備の能力を著しく改善する。さらにコンピュータ制御によるアクチュエータ・システムが利用できることによつて、試験片の最大強度と最大強度後の壁の行動をより良く制御しながら観察し、研究することが可能になる。特に、剪断準静的テストの期間中に試験体に定常の軸応力度を加えることを可能にする。

付表IIは要請された機材が現存する他の機材と実験室において如何に組み合わせられるかを示すものである：

- ① アクチュエータ・システム ( ± 5 0 ton, ± 2 0 0 mm ) : 1 式  
    アクチュエータ  
    サーボコントローラ  
    ロードセル  
    電動オイルポンプ・ユニット ( 2 2 0 volts, 5 0 Herz )
- ② マイクロコンピュータ用 D / A コンバータ, 1 2 ビット, 2 チャネル 1 式
- ③ マイクロコンピュータ用 A / D コンバータ, 1 2 ビット, 8 チャネル 1 式
- ④ スキャニングボックス, 5 0 チャネル 1 式
- ⑤ 反力フレーム

(5) チリ研究チーム

本プロジェクトに参加する教職員は、C. Lüders, P. Hidalgo, R. Jordan, E. Cruz の各教授であり、C. Lüders 教授がコーディネータである。

### 3.5 土質動力学プログラム

(1) 主題

構造物および基礎の耐震設計に用いる土の動的特性

(2) 目標

当研究の目標は土壌の繰り返し強度や液状化可能性等の基本的動力学的特性と基礎構造の耐震設計との関連性を調査することにある。これらの研究では1985年3月3日の地震などから得られた経験を利用して径年と地震歴のような重要な特別効果を考慮する。

調査は地盤の崩壊が支持している建物の破壊を招きやすい地盤の土壌、あるいはそのような土壌を使用して建設された建造物でその建造物の破損を招く危険性の高い土壌に集中される。これらの破損は支持能力の減退、液状化、あるいは大きな変位によつて生ずるものである。

本調査の結果は地震地帯に於ける基礎工事と設計の方法の改善を可能にする。

### (3) 手順

液状化または臨界状態になる確率の高い土壌からなる滞積層を詳細に調査して、それらの繰り返し強度と圧縮性を決定する資料とする。これらの研究は構造物の耐震構造と基礎構造の設計に応用される。

はじめに、詳細な研究のために3～5種類の土壌を選定する。選択は以下の基準に基づいて行なわれる：

1. 液状化或は地震破損の可能性の高いもの。
2. 土壌特性、或は耐震挙動に関する詳しい記録が維持されている滞積層。
3. 滞積層が地震活動の盛んな地域に存在すること。
4. 滞積層がサンチャゴ市を中心として半径150 km以内の地域に存在すること。
5. 相異なる性質の土壌で構成された滞積であること。

第二に、ピエゾ・コーン抵抗テストを各サイトにおいて、深度と材齢の関数としての剪断強度を決定するのに十分な数の地点を選んで実行する。この段階に於て、原位置の特性とピエゾ・コーン抵抗との間に存在する、そしてピエゾ・コーン抵抗と実験室で測定した機械的ならびに分類指数との間に存在する相関数値を確定する。

第三に、既に行なったものに加えて、循環3軸装置を用いて不攪乱試料と突き堅め試料で実験室テストを行なって選択されたサイトの各々の土壌動力学特性の完全なプロフィールを取得する。

第四に、原位置機材を選定した一サイトに据え付けて地震発生中の間隙水圧力を測定する。この目的のために4個の動力学ピエゾメータを相異なる地点に取り付けて滞積中の異なった土壌の実質間隙水圧力を確認する。二つの加速度計の一つを滞積層の表面に、他方を滞積層の底部に置いて、加速度の記録、振幅効果の評価、間隙水の圧力の変化をもたらす地震応力を評価する。

第五に、調査の結果を解釈するための分析研究をおこなう。

### (4) 要請する機材のリスト

1. ピエゾ・コーン・試験機
2. 原位置地震間隙水圧力記録装置
3. 繰り返し三軸試験機用のセル

### (5) チリ研究チーム

本プロジェクトに参加する教職員は、J. Troncoso, F. Rodriguez, B. Dominguez, E. Varasの各教授であり、J. Troncoso 教授が調整役である。土質実験室の R. Lobos 土木技師が土質の実験室ならびに原位置でのテストに協力する。

### 3.6 暫定実行プログラム

#### (1) 日本からチリへの専門家

日本からチリに向けて長期または短期専門家がカトリック大学のチリ側研究チームと共同研究のために派遣される。

機材担当の専門家が機材を設置し、それを可動な状況に調整し、整備とサービスに関する助言を与えるために派遣される。

#### (2) チリ側人員の日本における訓練

教授	滞在開始日	滞在期間
Ernesto Cruz	89年3月 1日	40日
Jorge Troncoso	89年9月 1日	30日
Carl Lüeders	90年3月 1日	60日
Rafael Riddell	90年4月20日	30日
Pedro Hidalgo	91年3月 1日	40日
Jorge Vasquez	91年4月 1日	40日

#### (3) 機材

要請された機材の到着時期は本報告書の38(英文)頁の暫定スケジュールに示されている。各プログラムのための機材は長期滞在の専門家がサンチャゴ市に着く前に到着させること。

#### (4) 報告書

共同研究の結果は数種の技術刊行物に掲載することが予定されている。特定の研究成果を刊行することとは別に、プロジェクトで行なわれた全作業の報告は2種類の報告書でなされる。中間報告書はプロジェクト開始から2年後に発行する。最終報告書はプロジェクトが完了する1991年に発行される予定である。

#### (5) 予算

カトリック大学は学部の教職員ならびに非教職員の当プロジェクトに費やした時間に対する支払い、ランニングコスト、実験室ならびにフィールドでの機材の設置費用を負担する。

### 3.7 日本専門家の便宜供与等

#### (1) 事務所

長期滞在の日本人専門家の各々は学部のメンバーが普通に使用しているのと同様の個人用の執務室を提供される。短期滞在の専門家達は一個の共同事務室を使用する。これらの事務所は、その専門家の活動の性格に依って Deves Hall または当学科実験室ビルに置

かれる。

(2) 電話

内線電話が専門家の机上に設置され、当学科職員の場合と同様に使用でき、市内通話は無料である。

(3) 秘書とタイピスト

当学科の事務職員が教職員に提供しているのと同様のサービスを専門家に提供する。これは勿論書簡または書類を英語またはスペイン語でタイプすることを含む。

(4) 自動車

短期滞在専門家のホテルからカトリック大学構内までの往復の交通は当学科の職員の自分のまたは大学所有の自動車に依って行なわれる。

4. 議事録の草稿

上述の共同プロジェクトの実施のために日本チームとカトリック大学構造工学学科は別添の議事録の草稿の内容に同意した。

5. 結論

日本チームと、その相手方であるカトリック大学はチリの建築物の耐震設計の共同研究プロジェクトについて討議を行ない、プロジェクト実施の手順の詳細と議事録(R/D)の草案を作成した。

1988年12月から1991年11月にわたる当プロジェクトは以下の三つの主題をカバーするものである：

- ① 地震工学：サンチャゴ市における設計用地震力の評価
- ② 構造工学：鉄筋コンクリート造および補強組積造建築物の耐震性能
- ③ 土質動力学：構造物および基礎の耐震設計に用いる土の動的特性

当プロジェクトを順調にそして効果的に実施するために以下の形の協力が日本政府の技術協力の形態で国際協力事業団によって提供されチリ・カトリック大学及びその他のチリ共和国の公的機関を通じて実施される。

(1) 日本の専門家のチリへの派遣

長期ならびに短期滞在の日本の専門家がチリに派遣され、カトリック大学においてチリ研究チームと共同でプロジェクトを遂行する。

(2) 機械と機材の提供

実験室テスト並びにフィールド測定のための機械と機材はプロジェクトの遂行には欠くべからざるものである。カトリック大学に現存する機械と機材に加えて、国際協力事業団はブ



プロジェクトの実施に必要な機械と機材を供給する。

(3) チリ研究者の日本への派遣

チリ側の研究者は日本の建設省建築研究所，その他の研究所に数カ月間滞在し技術情報を交換し当共同研究に関する技術的討議を行なう。

本報告書の第2章において述べた調査研究に基づいて，暫定的実施手順を含む当プロジェクトの詳細が第3章で提示されている。それらの結論に基づいて記事録（R/D）草稿が第4章で提示されている。

プロジェクトの実施に関するいくつかの点が日本チームとカトリック大学の担当者との間で話し合われ，それらの大略は以下の如きものであった：

- ① 日本チームとカトリック大学の担当者は当共同研究プロジェクトの遂行に必須である国際協力事業団が提供する機械と機材のリストを作成して確認を行なった。日本チームはチリ側の当事者に，上記のリストに記載された機械と機材が当プロジェクトの成否を決定する重要性を持つ故に国際協力事業団に対して記載項目の全品目を提供するように強く要請することを確認した。
- ② 日本チームとカトリック大学の当事者はチリ側の研究者のプロジェクトに関する情報収集のために訪日する人数とスケジュールは暫定的なものであることを確認する。しかしながら日本チームは国際協力事業団に対して，ここに提出されたプラン通りに受け入れることを極力推薦することを確認した。
- ③ 日本チームとカトリック大学の当事者は機材の設置のための短期専門家の必要性に関して同意したが，そのうちの設置の手順は日本に於てさらに検討が必要なので派遣スケジュールは暫定的なものにとどめることにした。
- ④ カトリック大学はR/Dに日本側調査団長とカトリック大学学長の署名が行なわれるときには，政府側の代表者が証人として署名することの必要性を理解した。但し，現時点での暫定R/D草稿はいずれにせよ署名するには不適切な形式であるので，必要ならばカトリック大学側がチリの国際協力事業団常駐代表者と協議しR/Dの最終的な書式を決定することも考えられる。
- ⑤ 当草案に日本に於て変更が加えられる場合にはR/Dの最終草稿はカトリック大学に日本側の国際協力事業団による調査団が到着する3週間前に送付されるならばカトリック大学としては法的手続きが簡単になるので好都合である。

終わりに当たって日本チームはカトリック大学学長，工学学長，構造工学学科の諸教授が当報告書の作成中によせられた御協力に衷心より感謝申し上げる。