

Final Report —Activity Report—

JAPANESE-PHILIPPINE RESTORATION TALLER FOR BOHOL ISLAND

Project “27ACE072” Report on the activity result and circumstances of stage production in Manila, Bohol and Cebu (Philippines).

1. Description of the Project
2. Previous Preparations
3. Activities
4. Activities after Project
5. Fellowship activity record
6. Future plans
7. Appendix

1. Description of the Project

The main objective of this project is to study and propose new strategies for Restoration, Preservation and Conservation of the Philippines cultural heritages of Bohol islands. The Visayas was been dramatically affected in 2013 year by two big natural disasters: the Bohol earthquake of November and the Yolanda Super typhoon in October.

The project is focus in the study on the traditional constructions system of stone walls of Bohol island heritages to try to clarify the old construction system of Heritages buildings, the present evolution until our days and present status after the natural disaster, and the possible traditional system of restoration for the conservation and protection of Heritages in the future.

The study of present status is based in an intensive field survey on the damages of the Bohol Heritages (old colonial churches), and the traditional system of restoration will be put into practice through the organization of taller based on workshops seminar activities in collaboration and participation of professors and students and Architects from the follows institutions:

From Japan:

- University of Shiga Prefecture (USP).
- Tokyo Metropolitan University (TMU)
- Mie University (MU),

From Philippines

- University of San Carlos in Cebu (USC),
- Escuela Taller de Filipinas Foundation of Manila (ETFF).
- Museo Parian Sugbo. Jesuit House 1730 (MPS)

Others:

- University of Sevilla of Spain. (US)

The main project activities as been as follow:

- a) Previous Preparation (from May to August 2015) for the collection of Mortar Samples in Philippines and their Analysis in Japan.
- b) Project Activities (During August and September 2015) based I several PRACTICAL RESTORATION TALLERS, FIELDWORKS ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE, LECTURES and to finish with a WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF STONE WALLS
- c) Activities after project (December 2015 and January 2016), preparation for Flexion wall Tests and compression cylinder test.

2. Previous Preparations

Before to start the Restoration Taller, previous preparation from May 2015 to August had been carry on.

July 26th ~27th 2015

RESEARCH IN BOHOL ISLAND AND CEBU CITY HERITAGES AND COLLECTION OF MORTAR SAMPLES.

- Place/time: Bohol island 27th , Cebu city 26th .
- Purpose: Fieldwork in Bohol island and Cebu city collect mortar samples from the walls of the follows heritages buildings:
 - 1) Maribojoc church (Bohol)
 - 2) Loon church (Bohol)
 - 3) Cortes church (Bohol)
 - 4) Loay church (Bohol)
 - 5) Loboc church (Bohol)
 - 6) Santo Nino (Cebu city)
- Participant: Prof. J.R..Jimenez (USP) .

July 7th 2015

E.M.P.A. TEST

- Place/time: Mie
- Purpose: Analysis of Stone Samples from 6 churches : Cebu: Santo Nino, Bohol: Loon, Maribojoc, Cortes, Loay, Loboc
- Participants: Prof. J.R..Jimenez (USP) , Prof. Tokihazu Hanazato (UM), Mai Yamada(UM)

July 7th 2015

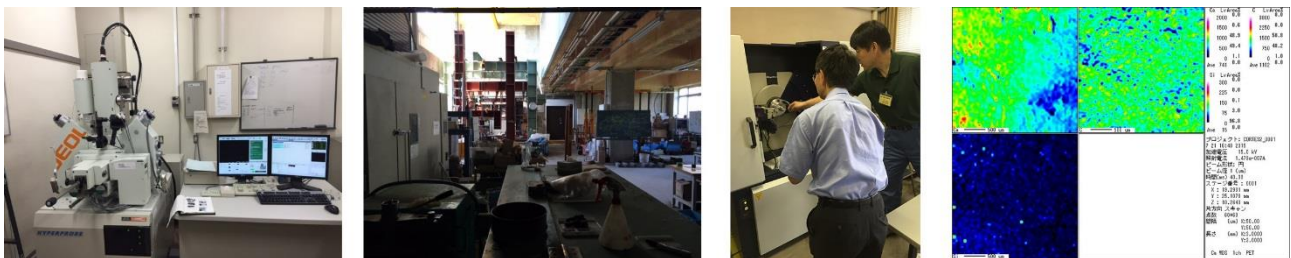
DENSITY TEST

- Place/time: Mie University
- Purpose: Analysis of Stone Samples from 6 churches : Cebu: Santo Nino, Bohol: Loon, Maribojoc, Cortes, Loay, Loboc
- Participants: PROF. J.R..Jimenez (USP), Prof. Tokihazu Hanazato (UM), Mai Yamada(UM)

July 22nd 2015

X-RAY TEST

- Place/time: Mie
- Purpose: Analysis of Stone Samples from 6 churches : Cebu: Santo Nino, Bohol: Loon, Maribojoc, Cortes, Loay, Loboc
- Participants: Prof. J.R..Jimenez (USP) , Prof. Tokihazu Hanazato (UM), Mai Yamada(UM)



Picture 1. E.M.P.A., X-ray and Density Analysis.

July 6th~7th 2015

CREATION OF MORTAR CILINDERS

- Place/time: Tokyo Metropolitan University
- Purouse: Creation of Samples mortars with the composition results from the X-ray Analysis , E.P.M.A analisys and Density of Stone Samples of Santo Nino, Loon, Maribojoc, Cortes, Loay, Loboc
- Participants: Prof. Noriko Takiyama, Hara Kohei , Osawa Ikumi. Okamura Kumiyaki, Yamaguchi Akari



Picture 3. Construction of traditional mortar cylinder in Tokyo metropolitan University

3. Activities

August 1th 2015

MEETING

- Place / time: Makati city, Manila / 8:00pm~9:00pm.
- Purpose: Preparation on the 1st PRACTICAL RESTORATION TALLER
- Participants: PROF. J.R.. Jimenez (USP) and Architect Carlos Gallego (Coordinator of ETFF).

August 2th 2015

PRACTICAL RESTORATION TALLER

- Place and time: San Agustin Church Intramuros Manila / 8:00 am -12:00 pm
- Purpose: Analysis of humidity in the corous of San Agustin Church Intramuros Manila of 1587, UNESCO World Heritage.
- Participants: Prof. PROF. J.R..Jimenez (USP) (USP), Prof. Jesus Pulido (University of Seville) , Architect prof. Michael Querido (ETFF).



Picture 3. San Agustin Church, Manila, Humidity analysis.

MEETING

- Place/ time: Makati city / 13:00 pm
- Purpouse: Preparation for 2nd Practical Taller in Manila, 3th Practical Taller in Bantayan, Preparation for the Seminar Taller Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines (The 1730 Jesuit House in Cebu), *Japanese-Philippine Conference for Urban Redevelopment of Tacloban city* and preparation for the Workshop on traditional construction system in Cebu.
- Participants: PROF. J.R..Jimenez (USP), Tina Bulaong (Director of ETFF) and Arch. Carlos Gallego (EIFF).

August 3th 2015:

MEETING

- Place / time: Tacloban city /6:30 pm~9:00pm.
- Purpose: Preparation for the *Japanese-Philippine Conference for Urban Redevelopment of Tacloban city*.
- Participants PROF. J.R..Jimenez (USP), Prof. Kei Minohara (President of MInohara Project Conductoracloban city Cebu.f Wooden Structures in the Philippines (The 1730 Jy Hall Architect office)

August 4th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

- Place/ time: Tacloban and Sammar / 9:00am~6:00pm
- Purpose: Fieldwork in Tacloban province and Sammar island. Visit to Palo Village, temporary Houses in Tacloban city, temporary houses in Santo Nino and Tampuro, permanent houses and Sammar Island. Meeting in Tacloban city Hall Architect office and Planning Office.
- Participants: Prof. Kei Minohara, Koji Mabuchi (Ms2 USP), Ryosuke Inoue (Ms2 USP) and Yuki Uriuda (Us3 USP).



Picture 4. Prof. Kei Minohara, Students of USP in Tacloban

August 5th ~6th 2015:

CONFERENCE

- Place: Tacloban city, Leyte Island
- Purpose: Conference. *Japanese-Philippine Conference for Urban Redevelopment of Tacloban city.*
- Participants: Nine speakers from Japan, six speakers from Philippines and seven students from USP. Total of 210 audience.



Picture 5. Japanese-Philippine Conference for Urban Redevelopment of Tacloban city.

August 8th 2015:

PRACTICAL RESTORATION TALLER

- Place/time: Malate Church (1628), Manila.
- Purpose: Construction of 56 traditional mortar cylinder samples
- Participants: Prof. J.R.Jimenez (USP), Prof. Jesus Alberto Pulido (US), Yuki Uriuda (USP), Yukiko Sato (USP) and students of ETFF.



Picture 6. Construction of traditional mortar cylinder in Malate church, Manila

August 9th 2015

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

- Place/time: Cavite, Manila.
- Purpose: Research on Historical area of Cavite city.
- Participants: Prof. Prof. J.R..Jimenez (USP) (USP), Prof. Jesus Alberto Pulido (US), Yuki Uriuda (USP), Yukiko Sato(USP).

August 14th 2015

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

- Place/time: Bohol island, Loon, Maribojoc, Duais, Loboc, Loay.
- Purpose: Fieldwork on earthquake damages churches in Bohol island. Travel to Bohol Island. Fieldwork on historical churches of Duais, Baclayon, Loay.
- Participants: Prof. Prof. J.R.Jimenez (USP) , Prof. Jeffry Cobillas (ETIF), Architect Carlos Gallego (ETIF), Architect Joaquin Garcia Alvarez (Spain) and Architect Maria Angeles Diaz Roldan (Spain).



Picture 7. Visit to Heritage buildings in Bohol island.

August 15th

MEETING

- Place/ time: Hotel Castel Peak, Cebu / 18:00 pm
- Purpouse: Preparation for the Seminar Taller Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines (The 1730 Jesuit House in Cebu),
- Participants: PROF. J.R..Jimenez (USP), Tina Bulaong (Director of ETFF) , Arch. Carlos Gallego (EIFF), Prof. Tokihazu Hanazato (MU), Architect Joaquin Garcia Alvarez (Spain) and Architect Maria Angeles Diaz Roldan (Spain), Architect Sato (Japan)

August 16th~17th 2015

SEMINAR

- Place/time: RAFI study center, Parian, Cebu
- Purpose: Seminar Taller on Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines (The 1730 Jesuit House in Cebu), organized by ETIF and USP.
- Participants: Prof. Tokihazu Hanazato (Mie University), Architect Tadashi Saito, Mie Yamada (Mie University), Prf. Jesus Albeto Pulido Arcas (University of Seville), Prof. Jeffrey Cobillas (ETIF), Carlos Gallego (ETIF), Tina Bulaong (ETIF).

August 19th-21st 2015

WORKSHOP

- Place/time: Museo Parian Sugbo, Cebu
- Purpose: Workshop Taller on Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines (The 1730 Jesuit House in Cebu)
- Participants: idem.



Picture 8. Seminar and Workshop Taller on Skills Development in the Preservation of Wooden

August 16th 2015

LECTURE

- Place / time: University of San Carlos, Cebu, College of Fine Arts and Architecture (CAFA).
- Purpose: lecture by Prof. J.R.Jimenez (USP) on Historical Urban Process
- Participants: Dean Michael Espina, Prof. Troy Espina, students of CAFA.



Picture 9. Lecture in San Carlos University.

August 22nd~24th 2015

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

- Place / time: Bantayan city, Bantayan island.
- Purpose: Fieldwork on Historical area of Bantayan village.
- Participants: Prof. J.R.Jimenez (USP), Prof. Jesus Pulido (USP), Arch. Professor Sarah Jane Pahimnayan (ETFF) and Masaki Koto (USP).



Picture 10. Bantayan fieldwork.

August 26th~27th 2015:

LECTURE

- Place/time: Escuela Taller Filipinas Foundation, Manila
- Purpose: Lecture Prof. J.R..Jimenez (USP) and Prof. Jesus Pulido (US) on San Agustin church on humidity studies.



Picture 11. Escuela Taller Filipinas Foundation

August 29th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE.

- Purpouse: Fieldwork. Visit to Historical churches on south of Cebu island. Carcar Church and Dalaguete Church.
- Participants: Prof. J.R..Jimenez (USP), Eng. Donal Lara (Dalaguet City Hall)



Picture 12. Visit to restoration works in Dalaguete church, south of Cebu island

September 7th 2015

MEETING

- Place/ time: Cemex test Laboratory / 13:00 pm
- Purpouse: Transportation of 54 cylinders from Malate church to Cemex test laboratory.
- Participants: Prof. J.R.Jimenez (USP), Junsal Rolona Carballo (Cemex)



Picture 13. Traditional mortar cylinders in Cemex test laboratory, Manila

September 8th 2015

MEETING

- Place/ time: Escuela Taller de Filipinas Foundation / 13:00 pm
- Purpouse: Preparation for the Workshop on traditional construction system in Cebu. Send old lime material from ETFF to San Cebu city.
- Participants: Prof. J.R.Jimenez (USP), Tina Bulaong (Director of ETFF) and Arch. Jeffry Cobillas (EIFF).

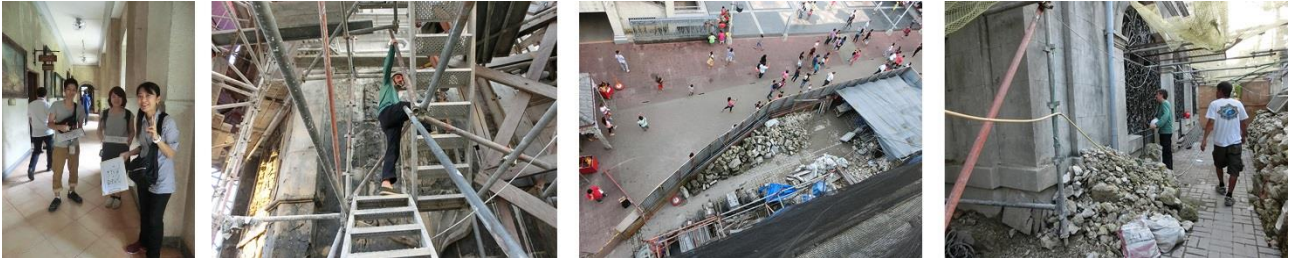


Picture 14. Lime cement drums ready to send from ETFF to Cebu

September 12th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE.

- Place /time: Santo Nino Church, Cathedral Cebu city,
- Purpose: Fieldwork. Visit to Historical churches of Cebu city
- Participants: Prof. J.R. Jimenez (USP), Prof. Noriko Takiyama.(TMU), Students of TMU: Hara Kohei, Osawa Ikumi, Okamura Kumiyaki, Yamaguchi Akari



Picture 15. Visit to restoration works in Santo Nino church, Cebu city

September 13th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE.

- Place /time: Cortes Church, Bohol Island,
- Purpose: Fieldwork. Microvibration measurement test on walls of Cortes church.
- Participants: Prof. J.R. Jimenez (USP), Prof. Noriko Takiyama.(TMU), Students of TMU: Hara Kohei, Osawa Ikumi, Okamura Kumiyaki, Yamaguchi Akari



Picture 16: Microvibration measurement test on walls of Cortes church, Bohol island

September 20th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE.

- Place /time: Jesuit House 1730,
- Purpose: Fieldwork. Microvibration measurement test on walls of Jesuit House 1730.
- Participants: Prof. J.R.Jimenez (USP) Prof. Noriko Takiyama (TMU). Students of TMU: Hara Kohei, Osawa Ikumi, Okamura Kumiyaki, Yamaguchi Akari .



Picture 17. Microvibration measurement test on walls of Jesuit House 1730

September 11th -22st 2015

WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF WALL STONES.

- Place /time: University of San Carlos, Cebu, College of Fine Arts and Architecture.
- Purpose: Construction of traditional wall with four different mortar composition. The traditional construction system is based on the use of traditional material and construction of 300 mm. of walls every day
- Participants:

Professors:

1. Prof. PROF. J.R..Jimenez (USP) (USP) (USP)
2. Prof. Noriko Takiyama (TMU)
3. Tokihazumi Hanazato (MU)
4. Prof. Jeffry Cobillas (ETFF)
5. Prof. Troy Elizaga (SCU).

Student from Tokyo Metropolitan University (TMU):

1. Hara Kohei M1
2. Osawa Ikumi
3. Okamura Kumiyaki
4. Yamaguchi Akari 4

Student from University of San Carlos (USC):

1. Ed Joseph Alpeche
2. Ruben Christopher Torilla
3. Christopher James Tabanao
4. Eureka Jean Quijano
5. Evangelina Sato
6. Shaywa Mae Lauron
7. Jomar Patalinjug
8. Ediza Capirig
9. Joseph Anthony Ancog
10. Mark Joy Hisoler
11. Stella Chiong
12. Arianne Delight Alforque
13. Anthony Charles Acuna
14. Katrine Ann Batoy
15. Rengie Vincent Calamongay
16. Marianne Alyssa Velasco
17. Bernadette Tecling
18. Braulio Ycong

Students from Escuela Taller de Filipinas Foundation (ETFF)

1. Abel Malavega
2. Migueles Mario
3. Enteng Fuertes OmoToy
4. Ryan Circulado
5. Ed Joseph Alpeche

Others:

1. Architect Julius Salang
2. Architect Samuel Manubag
3. Architect Tony Abelgas

Workshop sessions:

1. September 15th 2015 Star workshop, preparations
2. September 16th 2015 Workshop Construction of 4 walls level +300
3. September 17th 2015 Workshop Construction of 4 walls level +600
4. September 18th 2015 Workshop Construction of 4 walls level +900
5. September 19th 2015 Workshop Construction of 4 walls level +1200
6. September 20th 2015 Rest day
7. September 21th 2015 Construction of 4 walls level +1500. Finish

JAPANESE-PHILIPPINE RESTORATION TALLER FOR BOHOL ISLAND' S CULTURAL HERITAGES

WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF STONE WALLS

11th~22nd September 2015
UNIVERSITY OF SAN CARLOS
College of Architecture and Fine Arts (CAFA)
Talamban Campus, Talamban, Cebu city

Coordinated by
Prof. JUAN RAMON JIMENEZ VERDEJO University of Shiga Prefecture
Prof. NORIKO TAKIYAMA Tokyo Metropolitan University
Prof. TOSHIKAZU HANAZATO Mie University, ICOMOS Japan
Prof. JEFFRY COBILLA Escuela Taller de Filipinas Fund.
Prof. TROY ELIZAGA CAFA, University of San Carlos

Contact to Prof. Juan Ramon Jimenez Verdejo
e-mail: juan@ses.usp.ac.jp

滋賀県立大学 THE UNIVERSITY OF SHIGA PREFERRED
MIE UNIVERSITY
ESCUELA TALLER de Filipinas Foundation, Inc.
ASIA center JAPAN FOUNDATION

UNIVERSITY OF SHIGA PREFERRED, TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY, MIE UNIVERSITY, ESCUELA TALLER DE FILIPINAS FUND., UNIVERSITY OF SAN CARLOS, JAPAN FOUNDATION ASIA CENTER, MUSEO PARIAN SA SUBGO

Picture 16. Workshop Poster



Picture 16: Workshop on Traditional Construction System of Wall Stones

4. Activities after Project

December 4th~13th

- VISIT TO ESCUELA TALLER DE FILIPINAS FOUNDATION, MANILA (5TH)
- VISIT TO MALATE CHURCH AND SAN AGUSTIN CHURCH, MANILA (5TH)
- MICROVIBRATION MEASUREMENT TEST ON WALLS OF MUSEUM CATHEDRAL OF CEBU.(6TH)
- CONFERENCE, PROF. J.R..JIMENEZ (USP) AND PROF. TOKIHAZU HANAZATO STUDY ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF STONE WALLS IN UNIVERSITY OF SAN CARLOS, SCHOOL OF ARCHITECTURE, FINE ARTS AND DESIGN (USC-SAFAD), CEBU (7TH)
- VISIT TO BOHOL HERITAGES CHURCHES, BOHOL ISLAND (9TH)
- MICROVIBRATION MEASUREMENT TEST ON WALLS OF DALAGUTE CHURCH, CEBU.
 - Participants: Prof. J.R..Jimenez (USP), prof. Kazuha, mai Yamada, Mika Imamura, Blanca Velillan(US), Tomas Bas, Carlos Maristany (US).



Picture 17. Lectures in San Carlos University in Cebu and activities in Escuela Taller de Filipinas foundation in Manila

January 19th 2016

CYLINDERS COMPRESSION TEST

- Place /time: Cemex Laboratory, Manila / 12:00 pm
- Purpose: Compression Test of 27 mortar cylinders.
- Participants: Prof. J.R..Jimenez (USP), Junsal Rolona Carballo (Cemex)

January 22th~23th 2016

WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF WALL STONES FLEXION TEST

- Place /time: University of San Carlos, Cebu, College of Fine Arts and Architecture.
- Purpose: Flexion Test of the 4 mortars walls.
- Participants: Prof. J.R..Jimenez (USP) , Prof. Noriko Takiyama (TMU), Prof. Troy Elizaga (SCU), Student from TMU: Osawa Ikumi, Okamura Kumiyaki, Yamaguchi Akari, Students

from Escuela Taller de Filipinas Foundation (ETFF): Migueles Mario, Enteng Fuertes
OmoToy.



Picture 18. Flexion test of Traditional stones walls

5. Fellowship activity record

Information regarding the travel or transfer during the fellowship activity.

August 1th 2015:

MEETING

August 2th 2015:

PRACTICAL RESTORATION TALLER

MEETING

August 3th 2015:

MEETING

August 4th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

August 5th ~6th 2015:

CONFERENCE Japanese-Philippine Conference for Urban Redevelopment of Tacloban city.

August 7th 2015

Travel To Manila from Tacloban city

August 8th 2015:

PRACTICAL RESTORATION TALLER

August 9th 2015

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

August 10th 2015

Travel from Manila to Cebu city

August 10th ~13th 2015

Preparation for the Seminar Taller Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines (The 1730 Jesuit House in Cebu)

August 14th 2015

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE

August 15th

MEETING

August 16th~17th 2015

Seminar Taller on Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines SEMINAR

August 19th-21st 2015

WORKSHOP

Seminar Taller on Skills Development in the Preservation of Wooden Structures in the Philippines

August 16th 2015

LECTURE San Carlos University

August 22th

Travel from Cebu to Bantayan

August 22nd~24th 2015

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE (Bantayan)

August 25th

Travel from Bantayan to Cebu and from Cebu to Manila

August 26th~27th 2015:

LECTURE (Escuela Taller Filipinas Foundation, Manila)

August 28th

Travel from Manila to Cebu

August 29th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE. Travel to south of Cebu island.

September 7th 2015

Travel from Cebu to Manila

MEETING

September 8th

MEETING

Travel from Manila to Cebu

September 12th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE (Cebu city)

September 13th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE. (Cortes, Bohol)

September 20th 2015:

FIELDWORK ON URBAN AND ARCHITECTURE HERITAGE. (Jesuit House 1730),

September 11th -22st 2015

WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF WALL STONES.

6. Future plans

The result of the project has been very satisfactory, and all the institutions that participated are ready to continue the research in the future and to implement the results with the a **RESTORATION TALLER ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF STONE WALLS OF PHILIPPINE HERITAGES** that will had as target the organization of a Japanese- Philippine workshop for the restoration of a building heritage located in Loay, Bohol.

After this project The University of Shiga Prefecture, Japan, and the University of San Carlos, Republic of Philippines, has signed a **General Agreement on Academic Exchange** to promote exchange and cooperation between each institution, and the first student will start a doctoral course in University of Shiga Prefecture from April 2016 focus in study of Heritage restoration techniques.

Students of Tokyo Metropolitan University that participated will made this project base for their graduated thesis.

The technical results of all the projects will be finish at March 2016.and several papers will published in scientific journal as JIA (Japan Institute of Architecture).

7. Appendix

1. Documentation on preparation of materials *WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF WALL STONES.*
2. Documentation on cilynder test of traditional mortar of Tokyo Metropolitan University .
3. Paper applied for publication in JIA.
4. Workshop Poster
5. Tests Poster

REQUEST TO COLLECT (Revised version)

August 7, 2015

A. DRAWING LIST

Designer: Ikumi OSAWA (Fourth grader of Tokyo Metropolitan Univ.)

Drawing No.	Title	Sectional size (mm)	Mass (kg)	Scale	Quantity	
1	Plan	-		1/20	-	Revised
2	Elevation 1	-		1/20	-	Revised
3	Elevation 2	-		1/20	-	Revised
4	LONG BEAM	H-150x150x7x10	112.0	1/20	2	Revised
5	SHORT BEAM	H-150x150x7x10	115.1	1/20	1	
6	TOP BEAM	H-100x100x6x8	24.6	1/10	4	
7	PC- STEEL BAR	ϕ 19	2.23	1/10	8	
8	ANGLE	L-200-200-15	45.3	1/10	4	Revised


B. BOLTS AND OTHER

No.	Parts	Diameter (mm)	Mass (g)	Note	Quantity	
1	Eye bolt	24	600	Screw length = 40mm	4	
2	Bolt: M20	20	195	Screw length = 55mm	16+1	Revised
3	Nut: M24	24	77	For eye bolt	4+1	
4	Nut: M20	20	63	For bolt: M20	16+1	Revised
5	Nut: M19	19		For PC-steel bar	16+1	
6	Washer: M24	24		For eye bolt	8+2	
7	Washer: M20	20	17	For bolt: M20	32+2	Revised
8	Washer: M19	19		For PC-steel bar	16+2	

C. INSTRUMENTS AND TOOLS

No.	Parts	Note	Mass (kg)	Quantity
1	Chain block	Capacity: 3[t]	19.4	1
2	Strong shackle	Capacity:3.5[t]	1.0	14
3	Turn buckle	With eyes on both side	1.0	4
4	Vise	For measurement		4
5	Rope: 2[m]	Fall preventive of top beam		4
6	Sling: 1[m]	Capacity: 1.0[t]	0.26	4
7	Sling: 2.5[m]	Capacity: 3.2[t]	1.88	2
8	Hand lift	Capacity: 2[t] and over		1
9	Batten	Section 10x10cm and over		>18
10	Angle	For measurement, about 1500mm in length		Some
11	Wrench	For M24, M20, M19		Some
12	Ratchet	For M24, M20, M19		Some

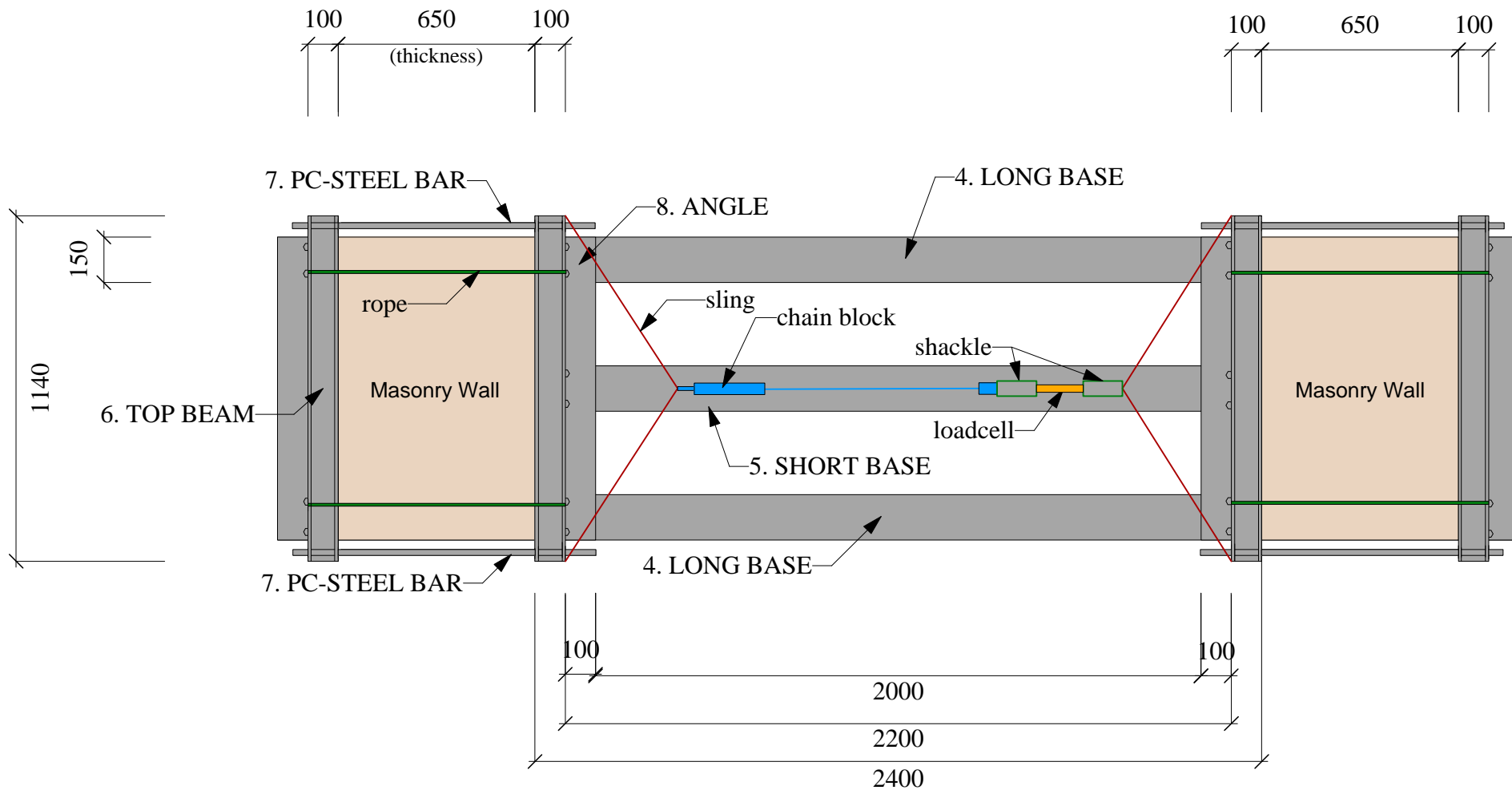
D. IMAGE OF INSTRUMENTS AND TOOLS

<p>[C-1] Chain block</p> 	<p>[C-2] Strong shackle</p> 	<p>[C-3] Turn buckle</p> 
<p>http://www.monotaro.com/p/4110/5811/</p>	<p>http://www.monotaro.com/p/3716/6026/</p>	<p>http://www.monotaro.com/p/0656/3243/</p>
<p>[C-4] Vise</p> 	<p>[C-5] Rope</p> 	<p>[C-6] Sling</p> 
		<p>http://www.monotaro.com/p/4905/5447/</p>
<p>[C-7] Sling</p> 	<p>[C-8] Hand lift</p> 	<p>[C-9] Batten</p> 
<p>http://www.monotaro.com/p/4905/5666/</p>	<p>http://www.monotaro.com/p/0678/5502/</p>	



E. FOR MASONRY WALL

No.	Parts	Note	Mass (kg)	Quantity
1	Veneer	For mold		Many
2	Square timber	For mold		Many
3	Nail	For mold		Many
4	Hammer			Some
5	Saw			Some
6	Marble	Material: depend on Prof. Juan	?	?
7	Sand	Material: depend on Prof. Juan	?	?
8	Lime cement	Material: depend on Prof. Juan	?	?
9	Portland cement	Material: depend on Prof. Juan	?	?
	The other		?	?



REVISED !!

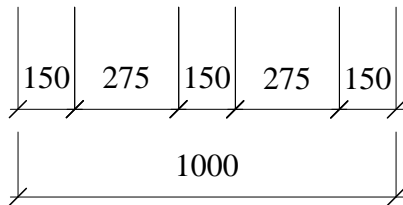
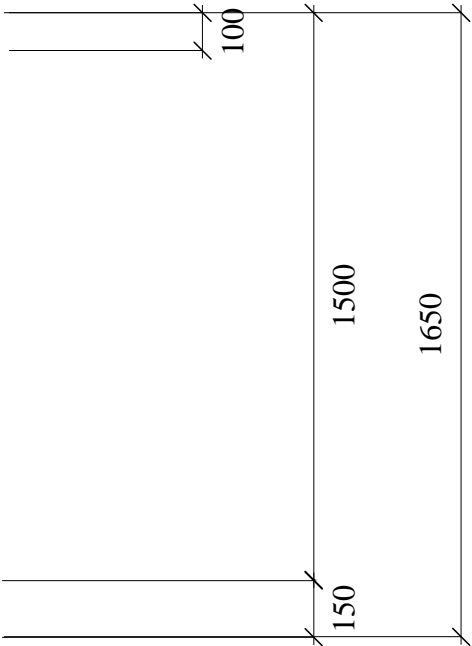
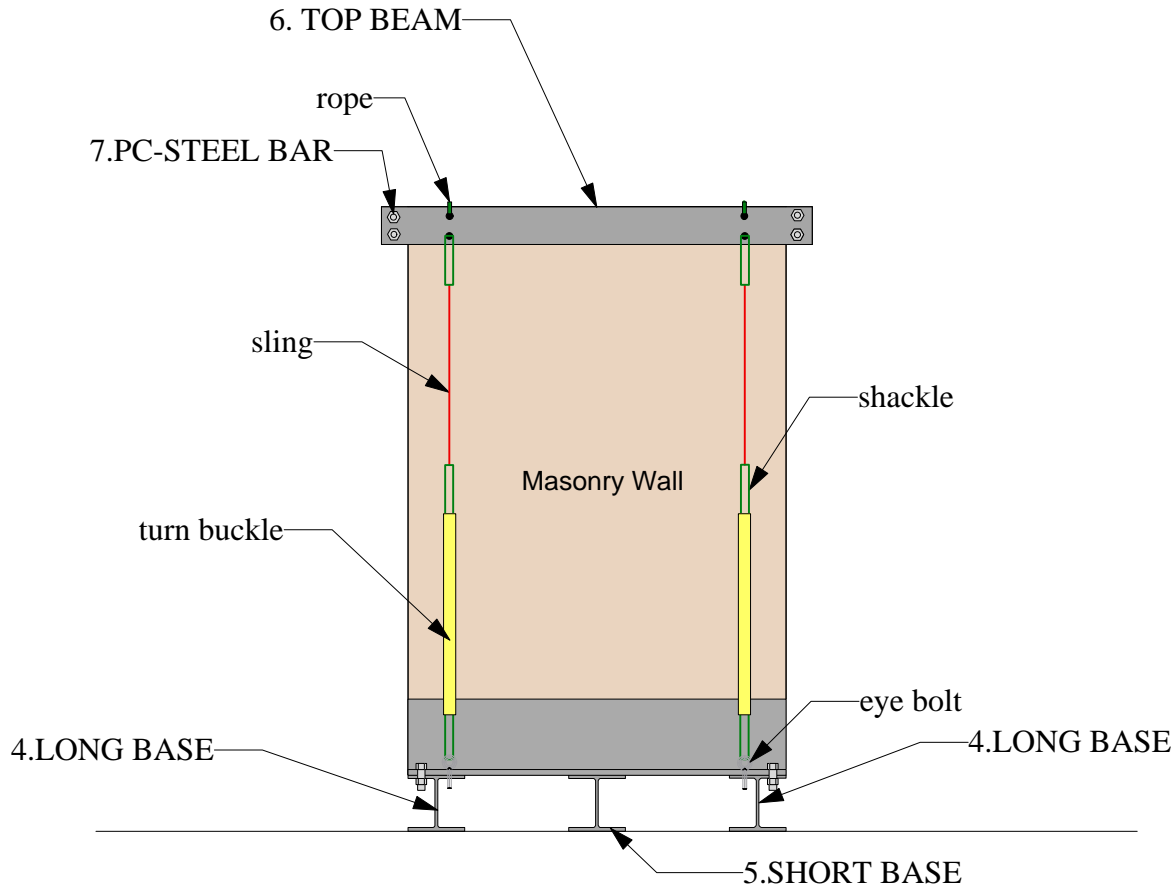
Notes: parts notation

Ordering attachment / Drawing No. + ATTACHMENT NAME (in capital letter)

Commercial instrument / instrument name (in small letter)

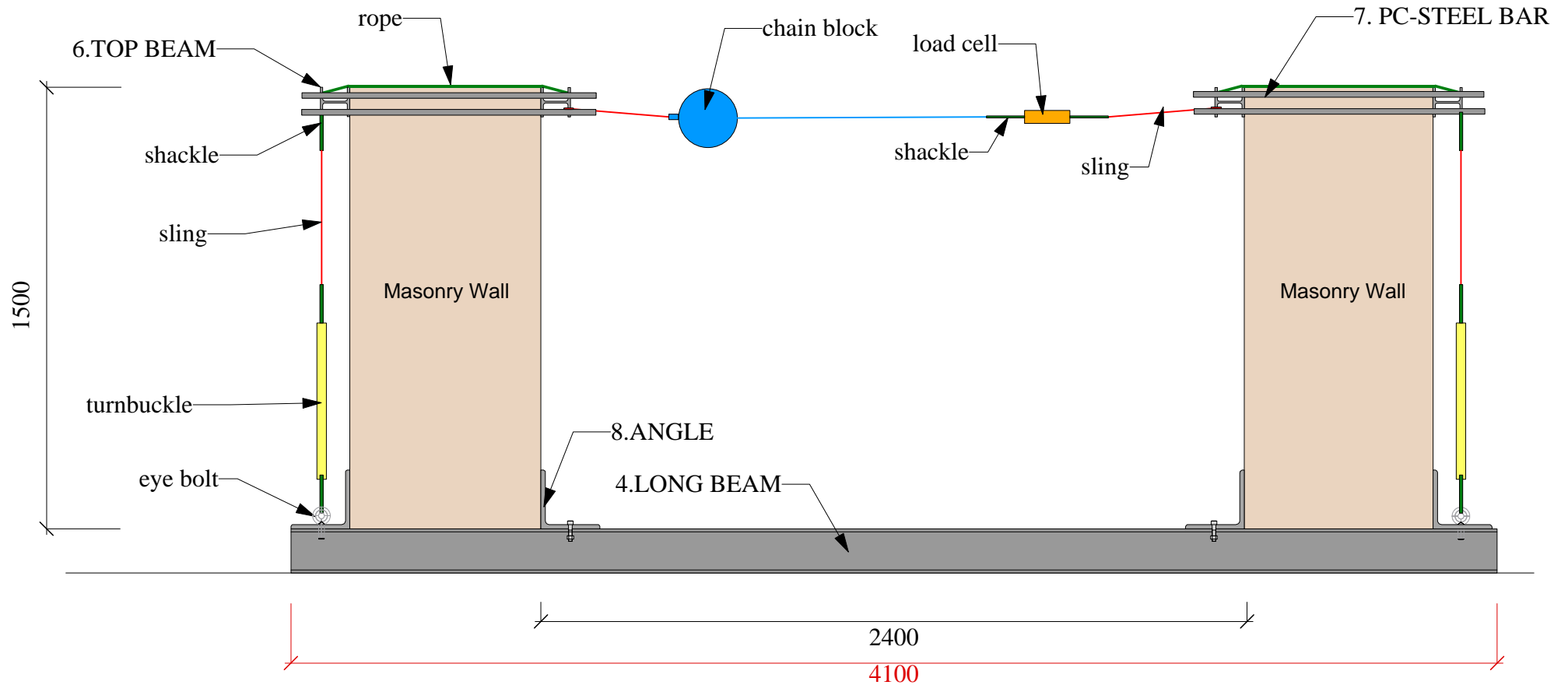
Drawing No. 1		Plan	
Material	SS400	Quantity	-
Scale	1/20	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof. Noriko TAKIYAMA		Phone number 042-677-2801 e-mail norikot@tmu.ac.jp	

REVISED !!



Notes: parts notation
 Ordering attachment / Drawing No. + ATTACHMENT NAME (in capital letter)
 Commercial instrument / instrument name (in small letter)

Drawing No. 2		Elevation 1	
Material	SS400	Quantity	-
Scale	1/20	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof.		Phone number 042-677-2801	
Noriko TAKIYAMA		e-mail norikot@tmu.ac.jp	



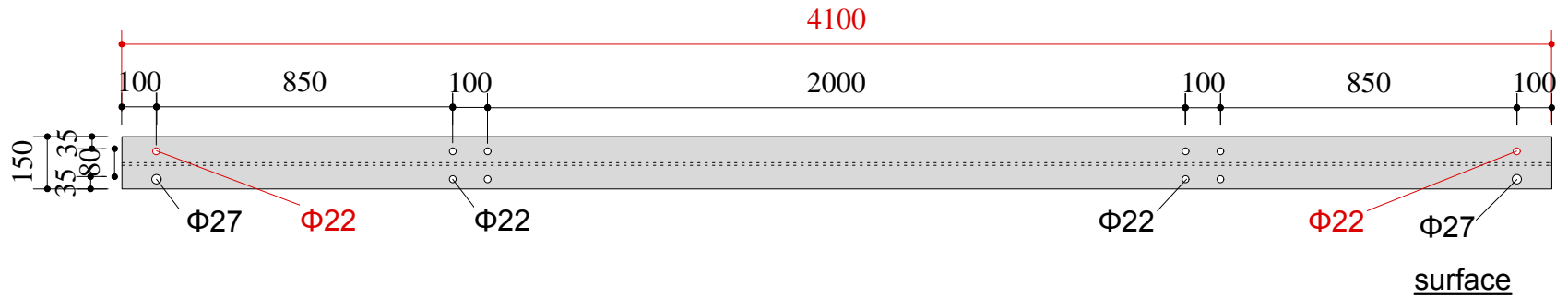
REVISED !!

Notes: parts notation

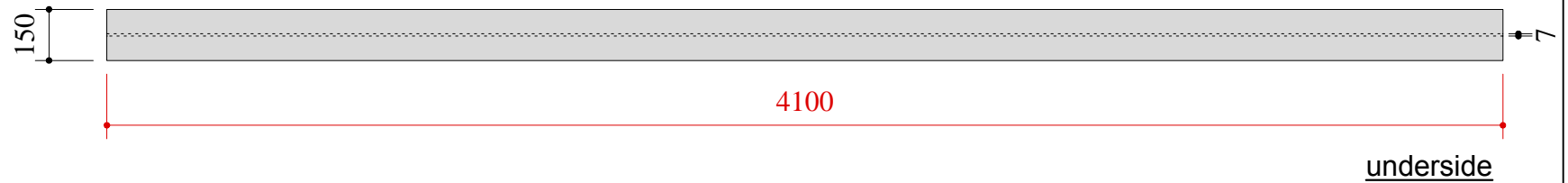
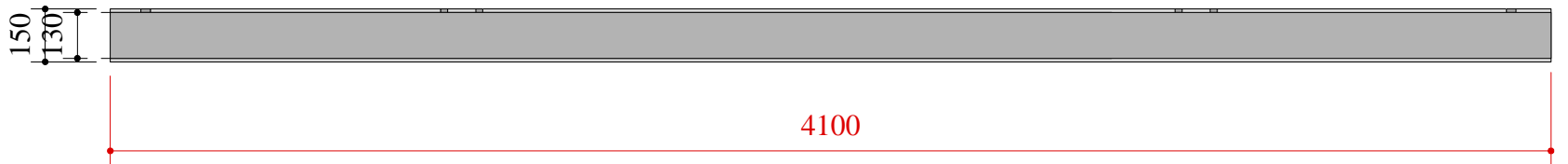
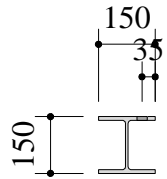
Ordering attachment / Drawing No. + ATTACHMENT NAME (in capital letter)

Commercial instrument / instrument name (in small letter)

Drawing No. 3		Elevation 2	
Material	SS400	Quantity	-
Scale	1/20	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof.		Phone number 042-677-2801	
Noriko TAKIYAMA		e-mail norikot@tmu.ac.jp	



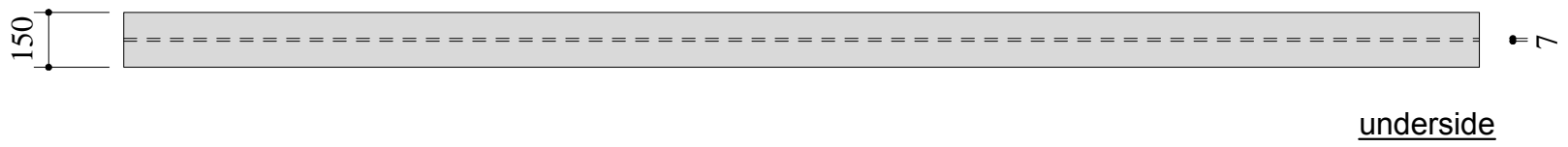
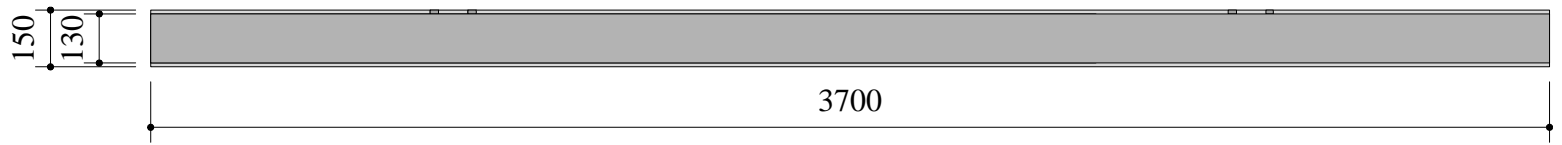
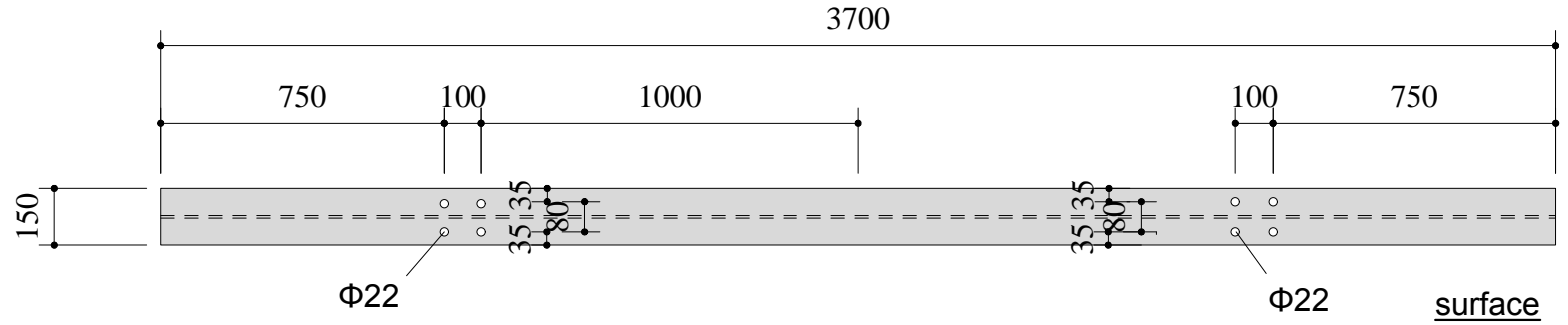
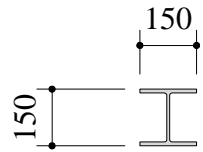
H-150×150×7×10



REVISED !!

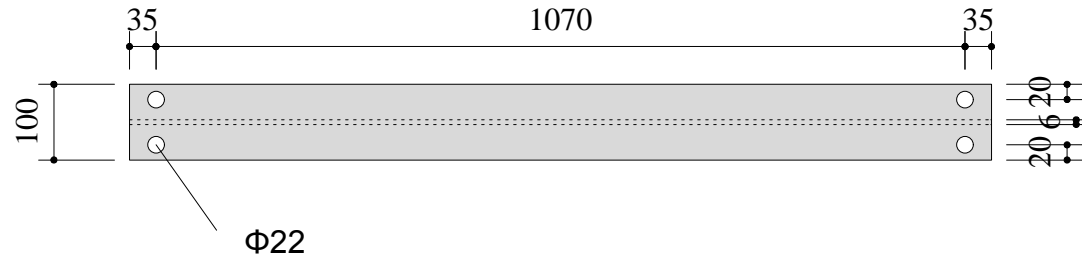
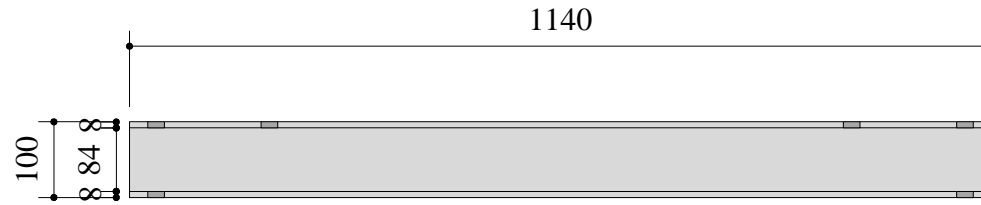
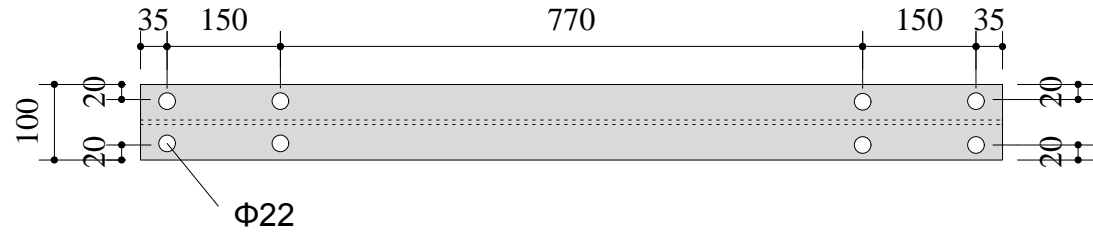
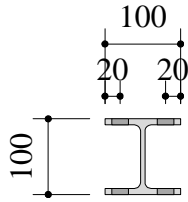
Drawing No.	4	LONG BEAM	
Material	SS400	Quantity	2
Scale	1/20	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof.		Phone number 042-677-2801	
Noriko TAKIYAMA		e-mail norikot@tmu.ac.jp	

H-150×150×7×10



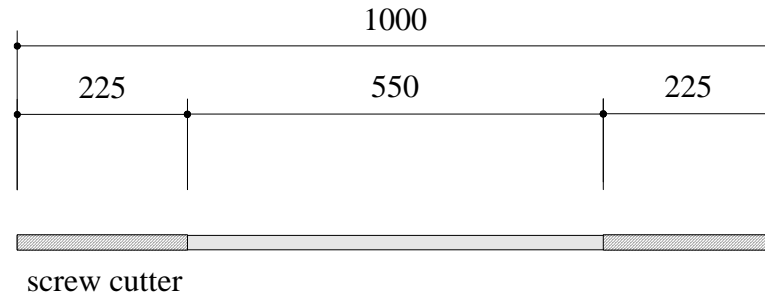
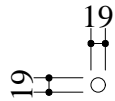
Drawing No. 5		SHORT BEAM	
Material	SS400	Quantity	1
Scale	1/20	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof. Noriko TAKIYAMA		Phone number 042-677-2801 e-mail norikot@tmu.ac.jp	

H-100×100×6×8



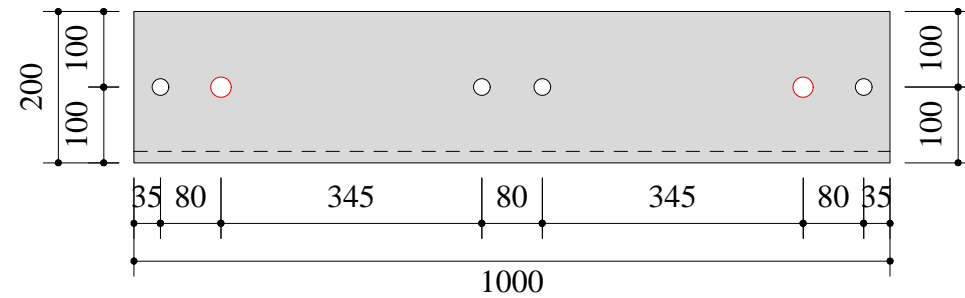
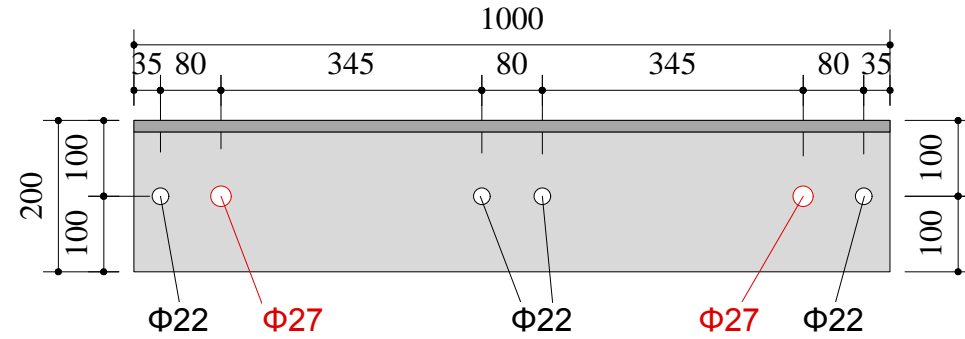
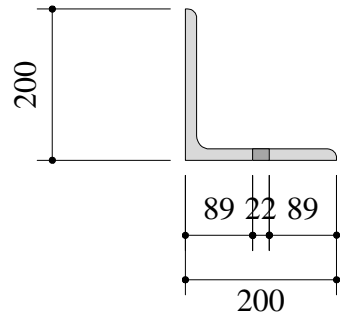
Drawing No. 6		TOP BERM	
Material	SS400	Quantity	4
Scale	1/10	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof. Noriko TAKIYAMA		Phone number 042-677-2801 e-mail norikot@tmu.ac.jp	

M19-PC steel



Drawing No. 7		PC-STEEL BAR	
Material	SS400	Quantity	8
Scale	1/10	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof. Noriko TAKIYAMA		Phone number 042-677-2801 e-mail norikot@tmu.ac.jp	

L-200×200×15-L



REVISED !!

Drawing No. 8		ANGLE	
Material	SS400	Quantity	4
Scale	1/10	Designer	Ikumi Osawa
Tokyo Metropolitan University, JAPAN			
Associate Prof. Noriko TAKIYAMA		Phone number 042-677-2801 e-mail norikot@tmu.ac.jp	



お問い合わせ専用
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/4110/5811/>

2015/06/24 21:30:16



象印チェーンブロック
小型軽量チェーンブロック C-21

5日以内出荷 メカ直送 返品不可 代引不可 地域運賃

※代表画像です

注文コード	41105811
品番	C21-03030
内容量	1台
参考基準価格	¥35,800

単価(税別)
¥29,900

- 特長:** ドイツ安全審査機関が認めた表面硬化強力ロードチェーンを標準装備しています。超小型・軽量仕様で自重が軽く持ち運びに便利です。巻き下げ時のカミコミを防止し操作性が良くなりました。JIS規格品(JISB8802)です。
- 仕様:** JIS規格品(JIS B 8802)
- 注意:** ※ロードチェーンは焼き入れチェーンのため継ぎたしができません。
- トラスコ品番:** 366-8070
- 材質:** ロードチェーン/特殊合金
- 質量(kg):** 19.4
- 寸法H(mm):** 35
- 定格荷重(t):** 3.00
- 寸法A(mm):** 480
- 寸法F(mm):** 44
- 寸法D(mm):** 84
- 寸法E(mm):** 209
- 寸法B(mm):** 152
- 寸法C(mm):** 68
- 寸法N(mm):** 36
- 寸法I(mm):** 28
- JIS規格:** JIS B 8802
- 寸法G(mm):** 53
- 標準揚程(m):** 3.0
- フック間最短距離(mm):** 480
- チェーン長(m):** ロード・ハンド/3.0
- 2015年トラスコ掲載ページ:** 3 2112

地域運賃 この商品は地域により送料が発生します。

地域	個数	配送費
北海道地方	1個～	¥3,000
沖縄地方	1個～	¥3,000
離島	1個～	¥8,000

※ 上記は目安です。詳しくはお問合せ下さい。

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO (ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [1]



お問い合わせ専用
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

ご注文専用
 mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/3716/6026/>

2015/06/24 21:32:30



関西工業
強力長シャックル

**当日
 出荷**

注文コード	37166026
品番	KL-16X140
内容量	1個
参考基準価格	オープン

単価(税別)
¥ 2,590

- 特長: 曲部径のサイズアップにより強度が大幅にアップします。
- 用途: 荷役作業。
- トラスコ品番: 305-0823
- 材質/仕上: 合金鋼
- 質量(kg): 1.00
- 寸法L(mm): 140
- 寸法d(mm): 17
- 基本使用荷重(t): 3.5
- 寸法t(mm): 16
- 寸法D(mm): 38
- 寸法B(mm): 40
- 寸法D1(mm): 19
- 寸法b1(mm): 40
- 寸法d1(mm): 19
- 寸法d3(mm): 17
- 寸法B1(mm): 40
- 2015年トラスコ掲載ページ: 3 2194

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO (ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [2]



お問い合わせ専用
 ● お問い合わせフォーム
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

ご注文専用
 mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/0656/3243/>

2015/06/25 18:28:58

コンドーテック
枠式ターンバックル (両オーフ)



注文コード	06563243	単価(税別)
品番	UEE19	¥ 1,490
内容量	1本	
参考基準価格	オープン	

特長:

ターンバックルは右ネジと左ネジを両側に切るにより、1回転で左右同時に締付けが行える締付け部材です。

枠式ターンバックルは、中央の開口部にラチェット、シノ、丸棒等を差込み、回転させ締めます。

内部にネジが入っているのが見えます。

用途:

海上輸送貨物の引締め用、支え、型枠の締め付け、看板、アンテナ等の固定。

質量(kg):

1.77

サイズ:

W3/4

呼び:

19

表面処理:

ユニクロ

セット長さL(min)/L(max):

416/646

使用荷重(kN[tf]):

18.6[1.9]

穴径b(Φmm):

28

ねじ長さS(mm):

143

枠長l(mm):

300

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO (ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [3]



お問い合わせ専用
 ●お問い合わせフォーム
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

ご注文専用
 mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/0218/5084/>

2015/06/24 21:55:42



ロブテックス
B型シャコ万力

当日
 出荷

注文コード	02185084
品番	B25
内容量	1丁
参考基準価格	¥1,630

単価(税別)
¥1,389

特長:

精密な鍛造と相まって長期間のご使用に耐えます。
 ネジは精密な角ネジでガタが少なく、しかもスムーズに開閉し、使用中に弛む心配がありませんので、安心してご使用いただけます。
 完全な熱処理により特殊鋼のもつ特性である強靭さが充分発揮されています。
 完全な熱処理により特殊鋼のもつ特性である強靭さが充分発揮されています。

トラスコ品番:	124-9827
材質:	特殊鋼
全長(mm):	72
質量(kg):	0.13
高さ(mm):	45.5
軸長(mm):	82.5
皿頭径(Φmm):	15
呼び寸法(mm):	25
最大口開き(mm):	28.5
アゴの深さ(mm):	20
二面幅(mm):	12(六角部)
ねじ太さ(mm):	8.8
2015年トラスコ掲載ページ:	2 0871

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO(ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [4]



お問い合わせ専用
 ●お問い合わせフォーム
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

ご注文専用
 mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/4905/5447/>

2015/06/25 19:16:00



田村総業
ベルトスリング Zタイプ (JIS4等級・両端アイ形)

**当日
出荷**

注文コード	49055447
品番	ZE0250100
内容量	1本
参考基準価格	¥3,000

単価(税別)
¥1,828

特長:

JIS最上級等級(4等級)の強力ベルトスリングです。
 強力ポリエステル糸を使用しており、引張強度、耐久性、耐摩耗性、低伸度など優れた特長があります。
 内部に白い芯糸が入っており、ベルトが摩耗・損傷した場合の廃棄基準が分りやすくなっています。

用途:

長さ別にアイ部を色分けしたことにより、ベルトごとの整理・管理を容易にしました。
 一般屋内外での作業に。

仕様:

JIS4等級
 ※繊維製品ですので寸法に多少の誤差があります。
 ※荷物の鋭利な角や摩擦によってベルトスリングなどの繊維スリングを傷つける恐れがある箇所には、必ずコーナパットなどの当て物を使用してください。

注意:

※当て物を使用していても荷物の横滑りや周囲の壁や物への接触、加圧などによりスリングが損傷および切断する可能性がありますので作業環境には十分に注意してご使用ください。
 ※ZE0250050はJIS規格外品です。

トラスコ品番:

411-2652

材質:

ポリエステル

質量(kg):

0.26

ベルト幅(mm):

25

全長(m):

1.0

最大使用荷重(t):

1.0

ベルト厚(mm):

9.0

2015年トラスコ掲載ページ:

3 2226

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO (ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [6]



お問い合わせ専用
 ●お問い合わせフォーム
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

ご注文専用
 mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/4905/5666/>

2015/06/24 22:05:26



田村総業
ベルトスリング Zタイプ (JIS4等級・両端アイ形)

翌日
 出荷

※代表画像です

注文コード	49055666	単価(税別)
品番	ZE0750250	¥ 8,775
内容量	1本	
参考基準価格	¥ 14,400	

- 特長: JIS最上級等級(4等級)の強力ベルトスリングです。
 強力ポリエステル糸を使用しており、引張強度、耐久性、耐摩耗性、低伸度など優れた特長があります。
 内部に白い芯糸が入っており、ベルトが摩耗・損傷した場合の廃棄基準が分かりやすくなっています。
 長さ別にアイ部を色分けしたことにより、ベルトごとの整理・管理を容易にしました。
- 用途: 一般屋内外での作業に。
- 仕様: JIS4等級
 ※繊維製品ですので寸法に多少の誤差があります。
 ※荷物の鋭利な角や摩擦によってベルトスリングなどの繊維スリングを傷つける恐れがある箇所には、必ずコーナerpットなどの当て物を使用してください。
- 注意: ※当て物を使用していても荷物の横滑りや周囲の壁や物への接触、加圧などによりスリングが損傷および切断する可能性がありますので作業環境には十分に注意してご使用ください。
 ※ZE0250050はJIS規格外品です。
- トラスコ品番: 411-2873
 材質: ポリエステル
 質量(kg): 1.61
 ベルト幅(mm): 75
 全長(m): 2.5
 最大使用荷重(t): 3.2
 ベルト厚(mm): 8.5
 2015年トラスコ掲載ページ: 3 2226

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO(ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [7]



お問い合わせ専用
 FAX 0120-289-888
 TEL 0120-443-509
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

ご注文専用
 mail_order@monotaro.com
 FAX 0120-996-669
 TEL 0120-613-508
 土・日・祝日を除く 8:00~18:00

<http://www.monotaro.com/p/0678/5502/>

2015/06/24 21:57:26



モノタロウ

ハンドパレットトラック

当日出荷 別送品 1年間返品保証 車上渡し

注文コード	06785502
品番	HP-2000
内容量	1台

単価(税別)
¥ 38,900

- 過積載を防止する為のチェックバルブが付いているので、作業者とハンドパレットを保護します。
- オイル漏れを防ぐ為に一体型の油圧ポンプを使用しています。ロードホイール、ステアリングホイール共ウレタン製を使用している為、耐油性、耐摩耗性、耐荷重性に優れていて、且つ床面の汚染も少ないです。
- 本来の用途以外での使用は絶対にしないで下さい。必ず取扱説明書をよく理解の上使用して下さい。交換用部品に関してはロードホイール・ステアリングホイール・スプリング以外は提供出来かねるのでご注意ください。
- 特長:
- 質量(kg): 86
 - 色: オレンジ
 - 材質(車輪): ウレタン
 - ハンドル径(Φmm): 200
 - 最大積載荷重(kg): 2000
 - フォーク幅W(mm): 160
 - フォーク長さ(mm): 1150
 - フォーク最低高さ(mm): 75
 - フォーク最高高さ(mm): 190
 - フォーク外幅(mm): 550
 - フォーク内幅(mm): 230
 - ロード・ローラー径(外径Φ × 幅W)(mm): 74 × 70
- 注意:

Copyright 2000-2015 MonotaRO Co.,Ltd. All Rights Reserved. 株式会社MonotaRO(ものたろう)

C. INSTRUMENTS AND TOOLS [8]

シリンダ試験結果まとめ（質量比）

2015年9月10日

首都大学東京 多幾山研究室

1 試験概要

型枠成形シリンダは2015年8月6日・7日の2日間で製作し、28日間の養生期間を経て、2015年9月3日・4日に材料試験を実施した。なお、土の乾燥度合いが大きく異なったため、脱型日は様々である。

1.1 試験体

JISA 1132に基づき、版築壁のシリンダを作成した（写真1～10）。

- ・ 通常の材料を用いて作成：1種類4体または6体。現地の版築の材料組成を参考にして、石灰（ライムセメント）、砂と水の重量比を変化させた。
- ・ 他の材料を混入させて作成：1種類4体。現地の版築の材料組成を参考にした割合の石灰、砂と水に加え、セメント、藁すき、ヤシ繊維や卵黄を混入させて作成した。藁すきとヤシ繊維の混入量は、日本家屋の土壁（荒壁用）の割合を参考に決定した。



写真1 材料の計量



写真2 材料を入れる（写真は卵黄）



写真3 混入させる材料（上：ヤシ繊維、下：藁すき）



写真4 藁すきを水に浸しておく



写真5 混ぜる（丁度良い柔らかさ）



写真6 混ぜる（水分が多すぎる状態）



写真7 シリンダに入れて突く



写真8 表面を均す



写真9 重量計測



写真10 ラップをして1か月間養生する

表1 シリンドラ種類一覧

シリンドラ 名称	数	質量比 (mass)							体積比 (volume)							脱型	試験		施工性	
		消石灰	セメント	川砂	卵黄	ヤシ繊維	蓋すさ	水	消石灰	セメント	川砂	卵黄	ヤシ繊維	蓋すさ	水		圧縮	割裂		
1-	圧縮 割裂	6	0.8	0	3.2	0	0	0	1.174743	0	2.101116	0	0	0	1	8/6	—	—	水が非常に多い	
2-	2,4,6 圧縮 割裂	6	1	0	3	0	0	0	1.468429	0	1.969796	0	0	0	1	8/6	8/28 9/1	9/3 9/3	水が非常に多い	
3-	3,4,5 1,2,6 圧縮 割裂	6	1.5	0	2.5	0	0	0	2.202643	0	1.641497	0	0	0	1	8/6	8/21	9/3	丁度良い	
4-	1,3,5 2,4,6 圧縮 割裂	6	2	0	2	0	0	0	2.936858	0	1.313198	0	0	0	1	8/6	8/21	9/3	水が足りない	
5-	1,3 2,4 圧縮 割裂	4	1	0	3	0	0	0	1.468429	0	1.969796	0	0	0	0.8	8/7	8/21	9/4	9/4	丁度良い
6-	1,4 2,3 圧縮 割裂	4	1	1	3	0	0	0	1.468429	0.31746	1.969796	0	0	0	1	8/7	8/21	9/4	9/4	3.7より硬め
7-	1,3 2,4 圧縮 割裂	4	1	0	3	0	0.02	0	1.468429	0	1.969796	0	0.2	0	1	8/7	8/28 ?	9/4	9/4	水っぽさは軽減
8-	圧縮 割裂	4	1	0	3	0	0	0.02	1.468429	0	1.969796	0	0	0.2	1	8/7	—	—	多少水っぽい	
9-	2,4 1,3 圧縮 割裂	4	1	1	3	0	0	0.02	1.468429	0.31746	1.969796	0	0	0.2	1	8/7	8/21	9/4	9/4	安定した硬さ
10-	1,4 2,3 圧縮 割裂	4	1	0	3	0.5	0	0	1.468429	0	1.969796	0.5	0	0	1	8/7	8/21	9/4	9/4	プリン状の弾力

表2 材料の密度一覧

ライムセメント Ca(OH)_2	0.681 g/cm ³
川砂 (中目) : 内, 90%が SiO_2	1.523 g/cm ³
H ₂ O	1 g/cm ³
卵黄	1? g/cm ³
セメント	3.15 g/cm ³
藁すさ (荒壁用) : 6~9cm 長 (粘土 200 リットルに対して藁すさ 1.2kg)	0.1 g/cm ³
ヤシ繊維 (ココファイバー)	0.1 g/cm ³



写真11 シリンダ型 (ヒットワン) を叩いて脱型



写真12 脱型完了



写真13 脱型した試験体



写真14 乾燥不十分の物も有り

1.2 試験方法

JIS A 1108, JIS A 1113 に基づき、圧縮強度試験、及び割裂引張強度試験を実施する。

圧縮強度試験では、石膏を用いて圧縮面を平らした(写真 15,16)。シリングを2枚の鉄板で挟み、加力する(写真 17,18)。割裂引張強度試験では、横伏したシリングを2枚の鉄板で挟み、加力する(写真 19,20)。また、正確な荷重を計測するため、上側鉄板の上にはロードセルを挟み、鉄板とロードセルの重量を加味し、試験体にかかる荷重を算出した。また、JIS 規格には記載されていないが、変位計もシリング裏に設置しており、ヤング係数を推定した。



写真 15 圧縮面に石膏を塗布



写真 16 水平確認



写真 17 圧縮強度試験/設置



写真 18 圧縮強度試験/実験の様子



写真 19 割裂引張強度試験/設置



写真 20 割裂引張強度試験/実験の様子

2 試験結果

圧縮強度試験結果一覧を表3に、割裂引張強度試験結果一覧を表4に示す。また、組成グループごとの荷重-変形関係を図1~8に、試験後の試験体を観察したものを写真21~26に示す。更に、得られたデータの分布を描いたものを図9~20に示す。なお、組成グループ1と8に関しては、試験当日に乾燥していなかったため、更に28日養生した後に実施する計画に変更した。

圧縮強度試験、割裂引張ともにセメントを混入した場合は格段に強度・ヤング係数が増加した。セメントを除いた場合についてみると、ヤシや卵黄を混ぜた場合の強度上昇は確認できない。むしろ、低下する場合もみられた。影響が大きいのは、消石灰と砂の混合比率（体積比）で、消石灰の比率が増加するにつれて、強度やヤング係数は増加した。

表3 圧縮強度試験結果一覧

試験体	直径(mm)			高さ (mm)	重量 (g)	密度 (g/cm ³)	最大荷重 (kN)	圧縮強度(N/mm ²)		ヤング係数(N/mm ²)	
	①	②	平均					個別	平均	個別	平均
2-2	96.20	95.10	95.650	185.95	2500	0.4678	1.1465	0.1253	0.1266	697.990	1152.471
2-4	97.15	99.00	98.075	173.75	2600	0.4952	1.0799	0.1123		258.000	
2-6	96.40	98.30	97.350	186.10	2350	0.4241	1.3465	0.1421		2501.422	
3-3	96.95	97.55	97.250	194.60	2400	0.4151	—	—	0.2146	—	2418.143
3-4	96.95	96.95	96.950	195.10	2400	0.4166	2.2797	0.2425		2643.360	
3-5	97.40	97.90	97.650	194.90	2400	0.4111	1.7798	0.1866		2192.927	
4-1	98.40	98.35	98.375	199.40	2500	0.4124	2.2464	0.2321	0.2642	2307.976	2394.322
4-3	98.30	98.55	98.425	197.85	2450	0.4069	2.6464	0.2732		2229.462	
4-5	98.55	98.20	98.375	197.90	2450	0.4072	2.7797	0.2872		2645.528	
5-1	97.15	99.50	98.325	195.75	2600	0.4373	1.8798	0.1944	0.1916	634.064	602.955
5-3	98.10	97.90	98.000	194.10	2600	0.4440	1.8131	0.1888		571.846	
6-1	99.50	99.05	99.275	201.45	2900	0.4649	52.5414	5.3312	6.3375	49897.252	49382.022
6-4	99.30	99.70	99.500	200.10	2950	0.4740	72.7061	7.3439		48866.793	
7-1	97.10	98.20	97.650	190.10	2400	0.4214	0.5132	0.0538	0.1050	2823.380	10715.261
7-3	98.85	98.05	98.450	190.50	2400	0.4137	1.5131	0.1561		18607.143	
9-2	100.00	100.10	100.050	202.65	2900	0.4551	72.2728	7.2201	6.9553	46016.521	44662.553
9-4	99.95	100.65	100.300	201.18	2900	4.5481	67.3066	6.6905		43308.585	
10-1	97.80	97.85	97.825	191.30	2150	0.3738	0.9799	0.1024	0.0746	75.594	732.242
10-4	97.40	97.95	97.675	193.80	2100	0.3615	0.4466	0.0468		1388.889	

表4 割裂引張強度試験結果一覧

試験体	直径(mm)			高さ (mm)	重量 (g)	密度 (g/cm ³)	最大荷重 (kN)	引張強度(N/mm ²)		ヤング係数(N/mm ²)	
	①	②	平均					個別	平均	個別	平均
2-1	99.00	99.00	99.000	179.85	2550	0.4605	0.7132	—	—	—	—
2-3	96.95	98.50	97.725	185.80	2650	0.4754	0.6799	0.0374	0.0367	1428.449	1346.441
2-5	96.10	101.10	98.600	182.05	2350	0.4226	0.6466	0.0360		1264.432	
3-1	97.70	97.20	97.450	194.20	2400	0.4142	1.0465	0.0553	0.0425	1140.218	1349.993
3-2	97.20	97.10	97.150	193.95	2400	0.4173	0.8465	0.0449		1340.376	
3-6	97.00	96.80	96.900	194.60	2400	0.4181	0.5132	0.0272		1569.386	
4-2	98.40	98.60	98.500	199.60	2450	0.4027	1.6131	0.0820	0.0784	2037.143	1950.291
4-4	98.25	98.30	98.275	198.50	2500	0.4151	1.5465	0.0793		2021.540	
4-6	98.40	98.20	98.300	199.00	2500	0.4138	1.4465	0.0739		1792.190	
5-2	97.25	98.40	97.825	194.00	2600	0.4458	0.7799	0.0411	0.0279	2724.846	7298.320
5-4	97.75	98.15	97.950	193.50	2600	0.4458	0.2799	0.0148		11871.795	
6-2	99.70	99.75	99.725	201.80	2950	0.4679	20.4780	1.0176	1.0116	71866.142	65628.120
6-3	98.55	99.65	99.100	202.15	2950	0.4730	20.1447	1.0056		59390.098	
7-2	96.30	98.40	97.350	193.45	2400	0.4167	2.3464	—	0.0381	—	250.069
7-4	—	103.85	103.850	171.75	2350	0.4038	0.6799	0.0381		250.069	
9-1	99.95	100.15	100.050	202.15	2850	0.4483	22.6111	1.1180	1.3901	66994.960	61995.320
9-3	99.85	99.95	99.900	203.20	2900	0.4552	33.7433	1.6623		56995.680	
10-2	97.90	98.40	98.150	192.85	2150	0.3684	0.2799	0.0148	0.0221	267.760	331.251
10-3	98.05	97.75	97.900	190.00	2150	0.3758	0.5466	0.0294		394.743	

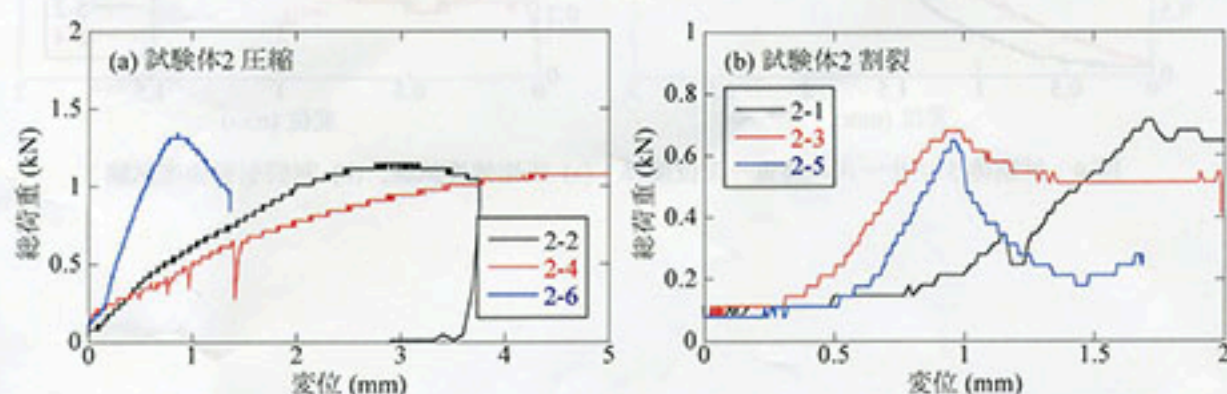


図1 試験体2シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験、(b) 割裂引張強度試験

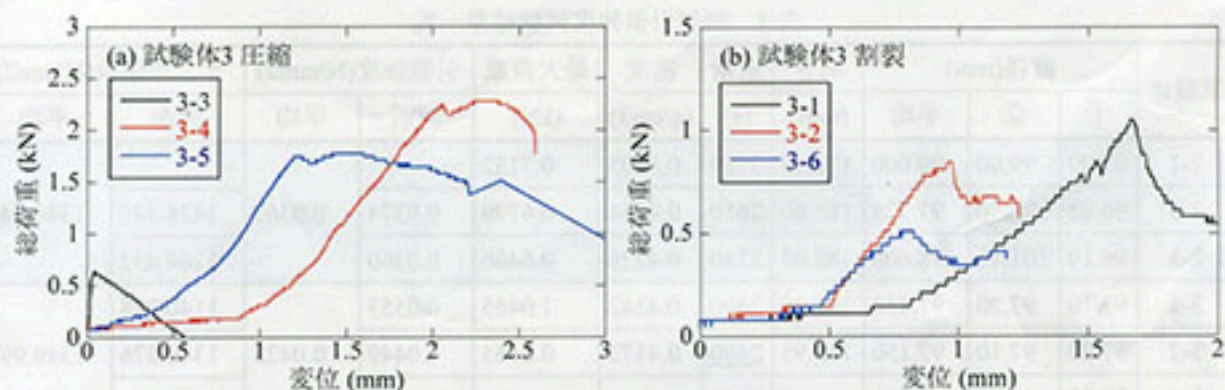


図2 試験体3シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験

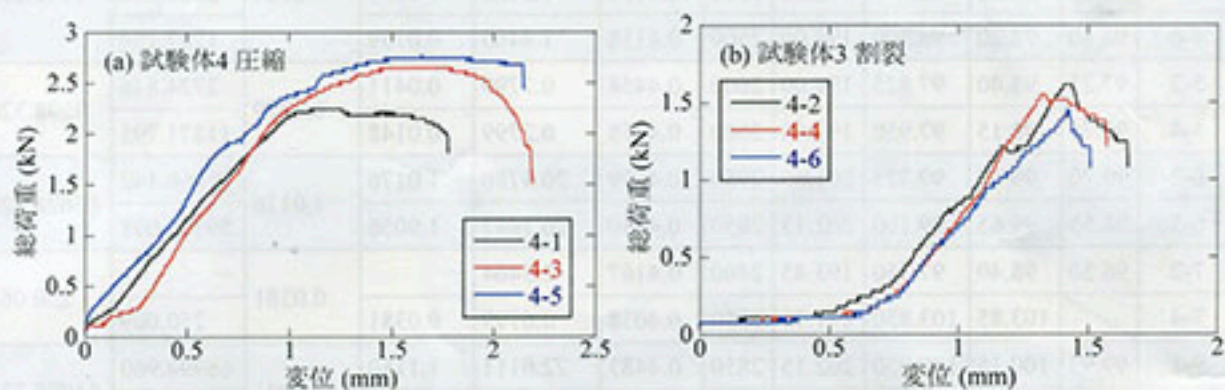


図3 試験体4シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験

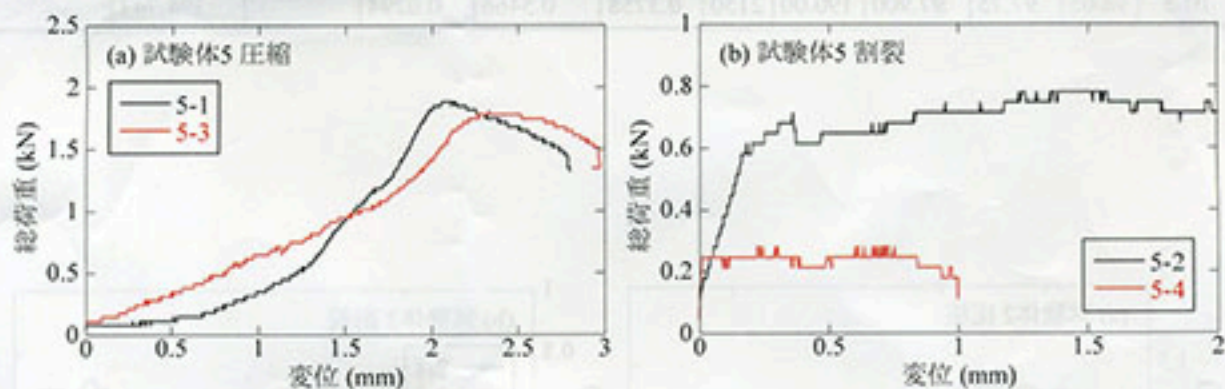


図4 試験体5シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験

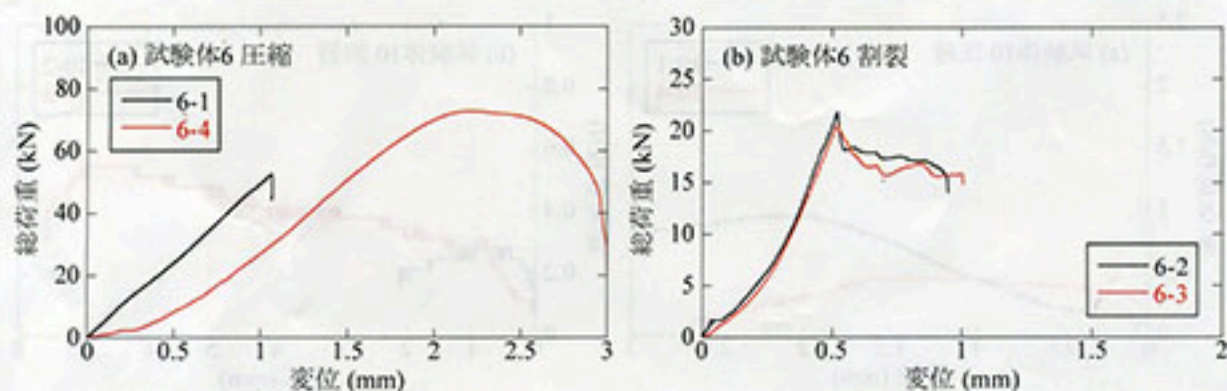


図5 試験体6シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験

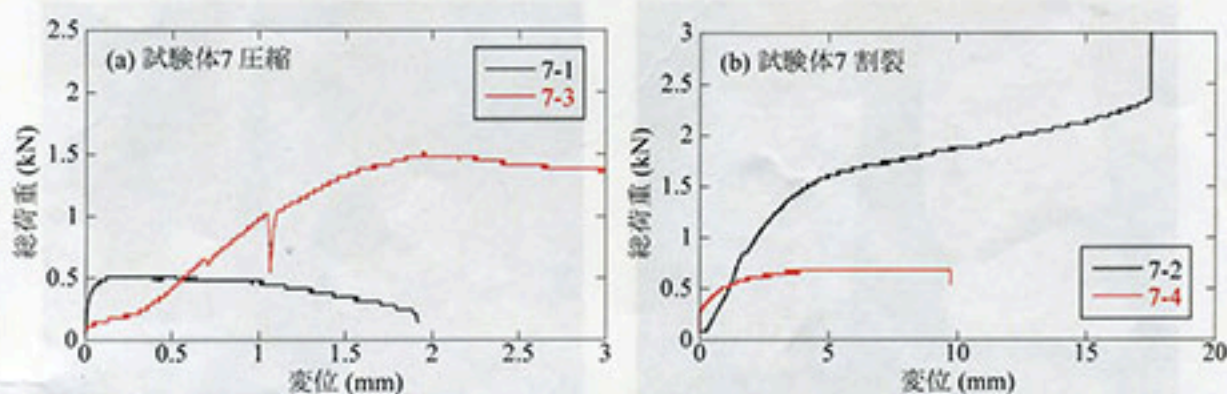


図6 試験体7シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験

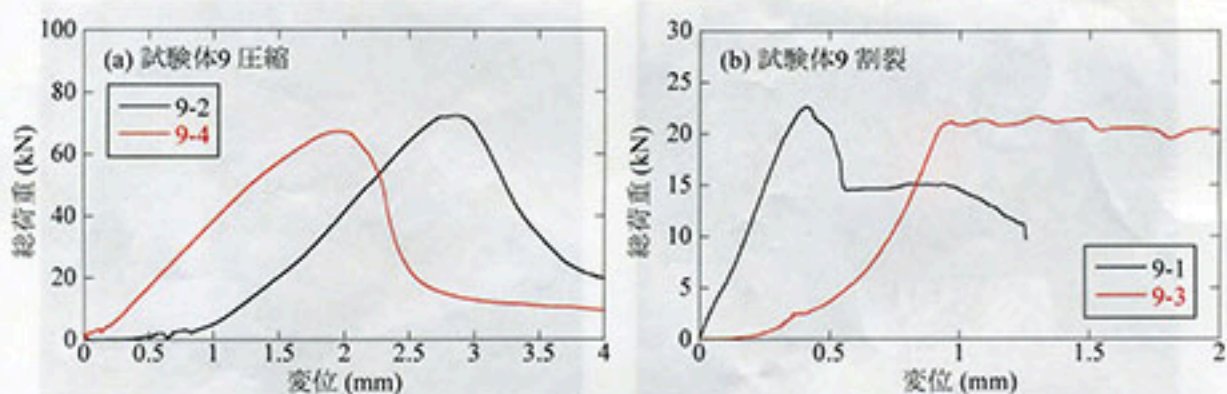


図7 試験体9シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験

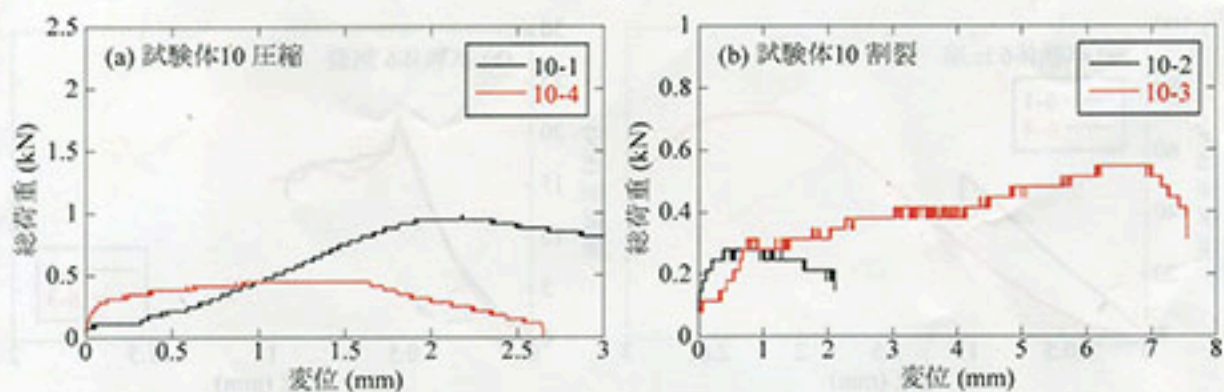


図8 試験体10シリーズの荷重-変位関係：(a) 圧縮強度試験，(b) 割裂引張強度試験



写真21 試験体2-1



写真22 試験体6-4



写真23 試験体7-2



写真24 試験体7-4



写真 25 試験体 9-2



写真 26 試験体 10-3

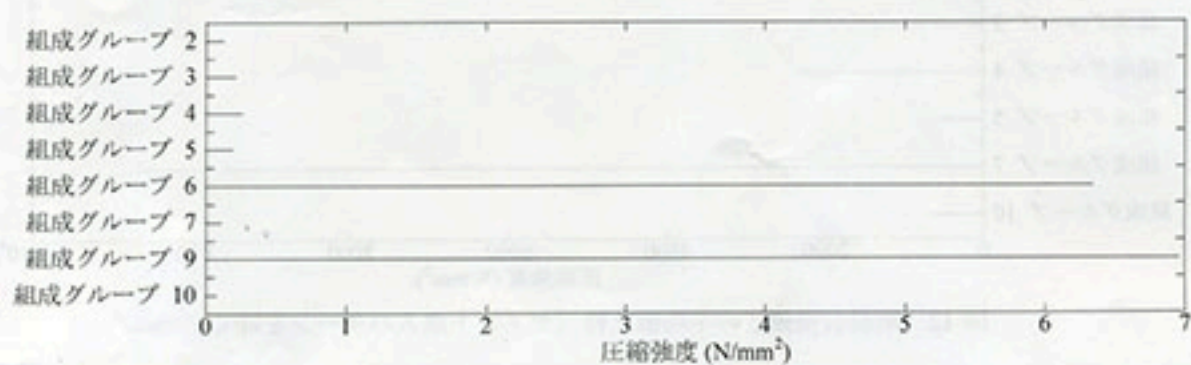


図 9 圧縮強度の平均値比較 (全て)

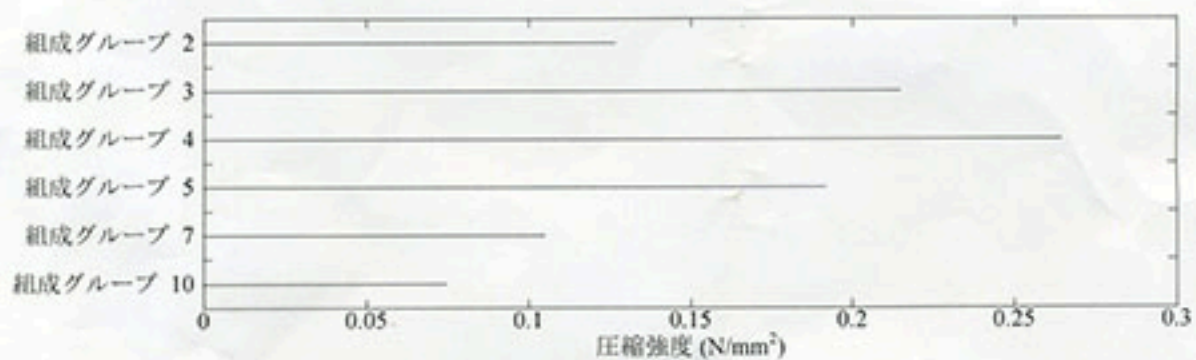


図 10 圧縮強度の平均値比較 (セメント混入パターンを除く)

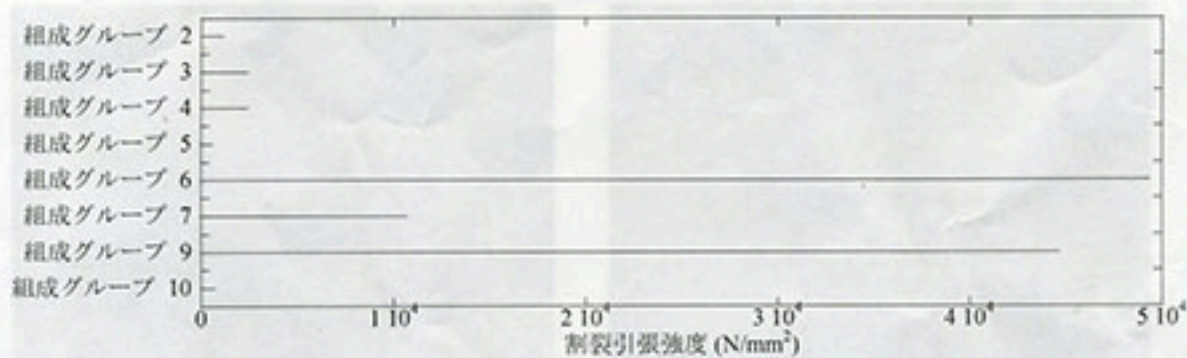


図 11 割裂引張強度の平均値比較 (全て)

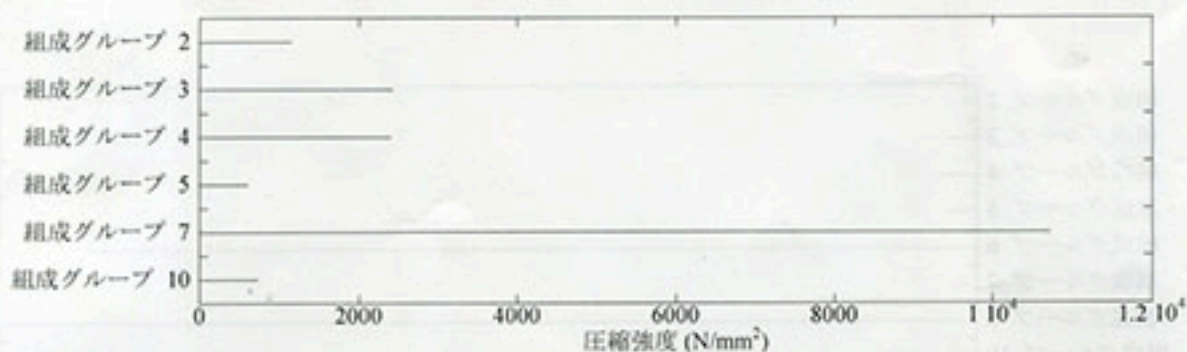


図 12 割裂引張強度の平均値比較 (セメント混入パターンを除く)

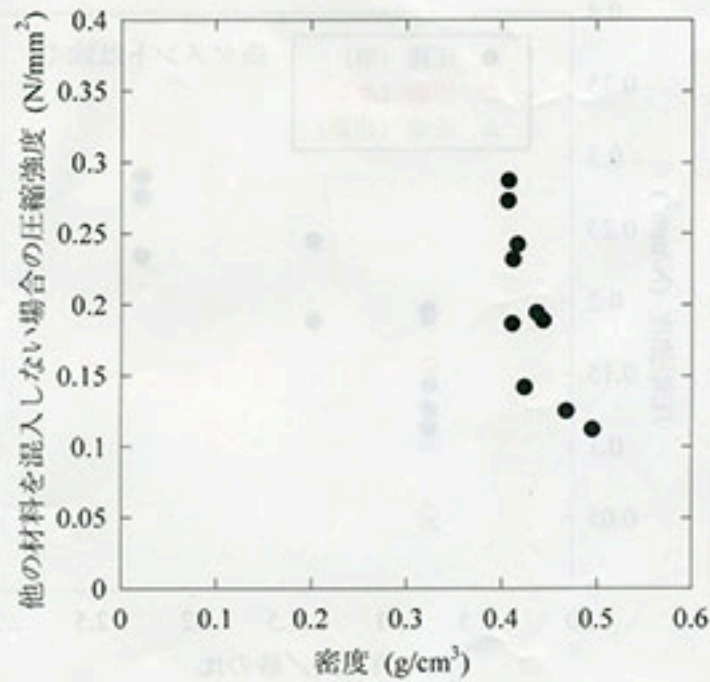


図 13 密度-圧縮強度関係 (他の材料を混入させない場合)

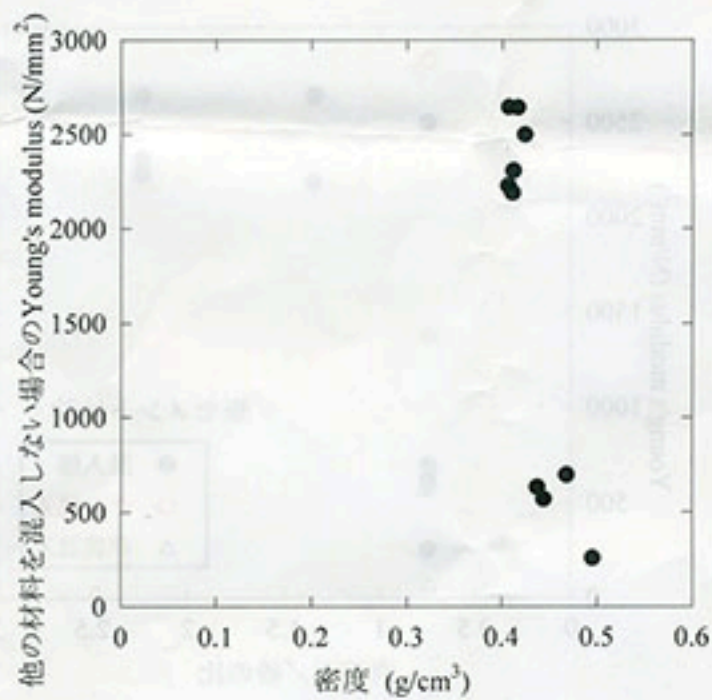


図 14 密度-ヤング係数関係 (他の材料を混入させない場合)

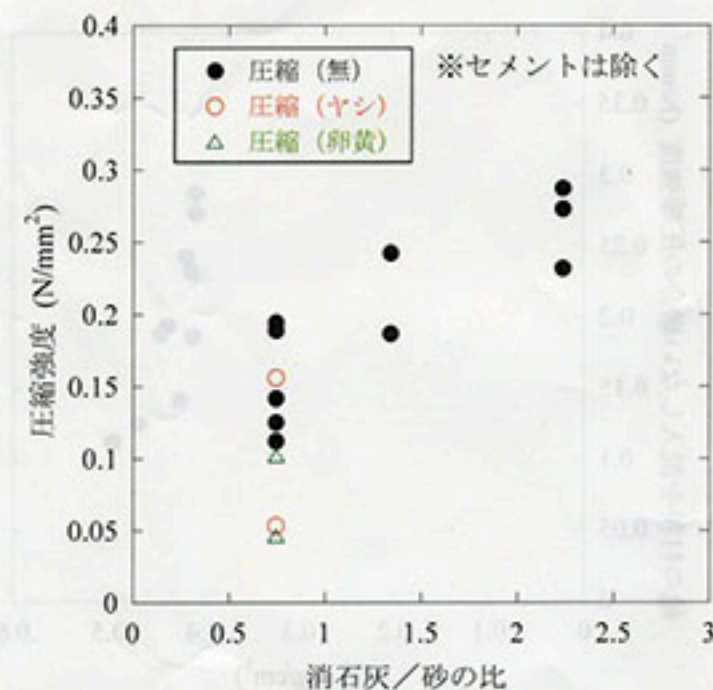


図 15 消石灰/砂の体積比-圧縮強度関係

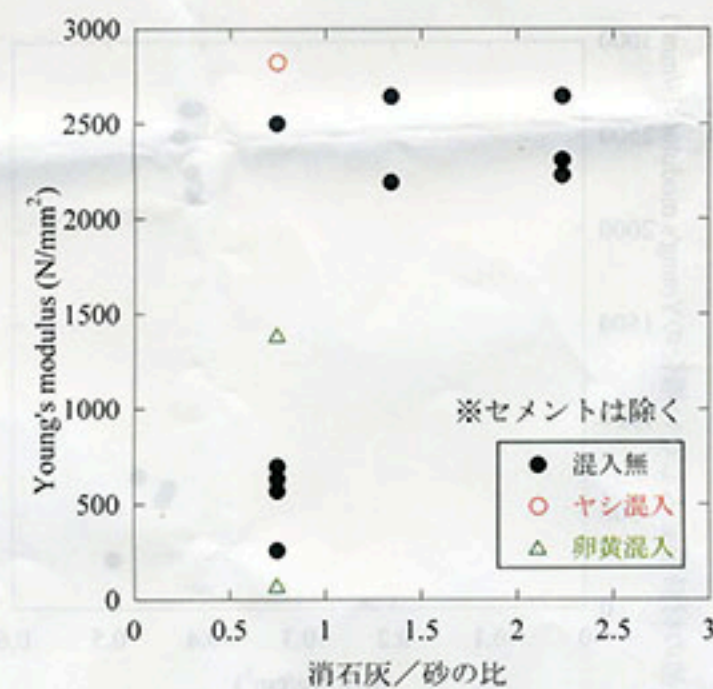


図 16 消石灰/砂の体積比-ヤング係数関係

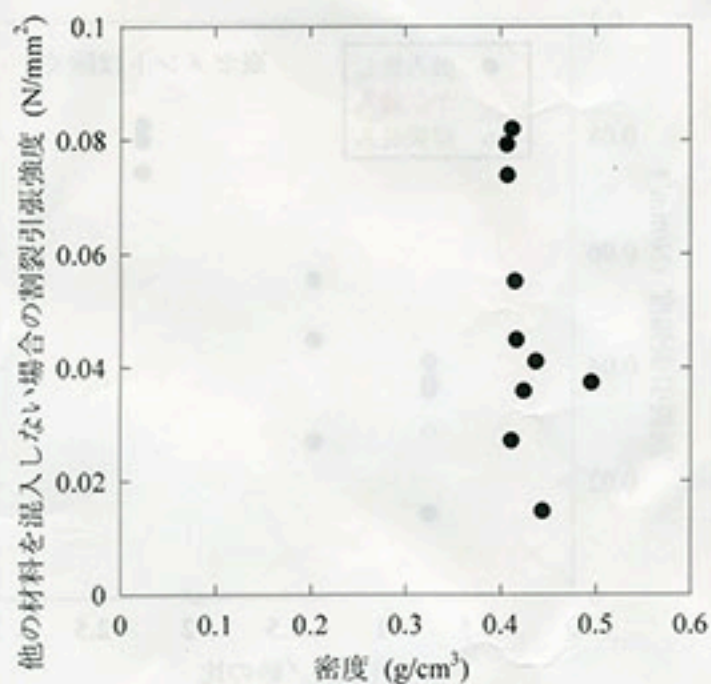


図 17 密度-割裂引張強度関係 (他の材料を混入させない場合)

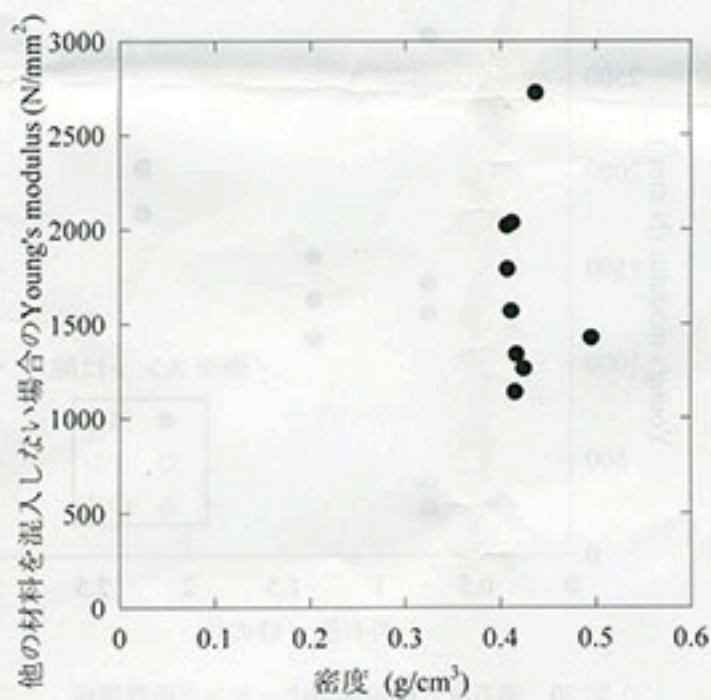


図 18 密度-ヤング係数関係 (他の材料を混入させない場合)

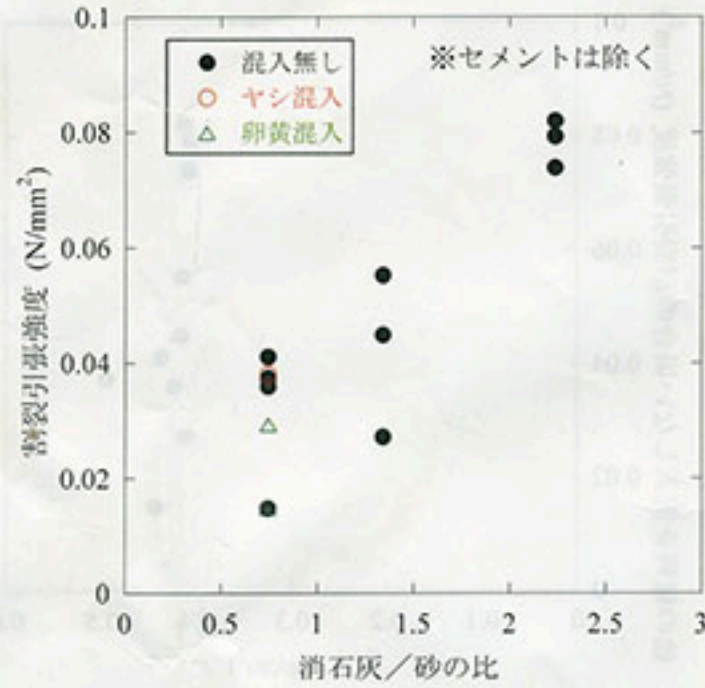


図 19 消石灰/砂の体積比-割裂引張強度関係

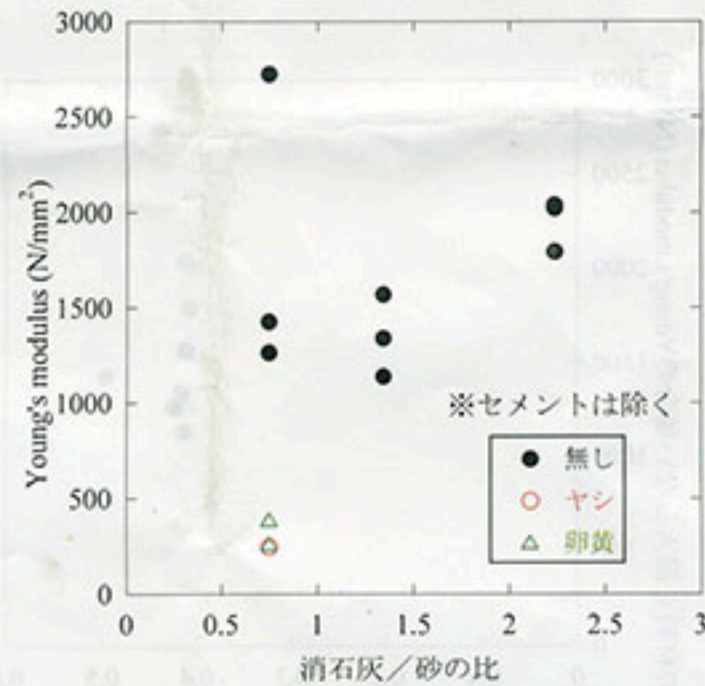


図 20 消石灰/砂の体積比-ヤング係数関係

2013年ボホール地震で被災したフィリピン・コルテスにおける伝統建築物 Santo Nino 教会の振動特性

VIBRATION CHARACTERISTICS OF PHILIPPINO TRADITIONAL SANTO NINO CHURCH DAMAGED BY 2013 BOHOL EARTHQUAKE IN CORTES

多幾山法子 — *1 原 光平 — *2
山口あかり — *3 岡村文瑛 — *3
井立直人 — *2 Jimenez Verdejo, Juan Ramon — *4

Noriko Takiyama — *1 Kohei HARA — *2
Akari YAMAGUCHI — *3 Fumiaki OKAMURA — *3
Naoto IDATE — *2 Jimenez Verdejo, Juan Ramon — *4

キーワード:

版築壁, ボホール島, Santo Nino 教会, 常時微動計測, 固有振動数, 振動モード形状

Keywords:

Rammed-earth wall, Bohol Island, Santo Nino church in Cortes, Microtremor measurement, Frequency, Vibration mode

This paper reports the results of damage investigation by 2013 Bohol Earthquake, and the vibration characteristics of the traditional rammed-earth walls at Santo Nino Church in Cortes, Bohol Island, Philippines by microtremor measurement. Major findings from the research are as follows: (a) The main damages are the collapse of the wall, the detachment of the outer wall and the ceiling falling. (2) We grasped details of the inner wall and dimensions of building by survey. (3) We understand natural frequency and vibration mode of Pilipino rammed-earth walls.

1. 序

2013年10月15日にフィリピン共和国のボホール島サグバヤン町付近が震源となったボホール地震(M7.2)が発生した。200人以上の犠牲者の内、多くがボホール島であった¹⁾。更に2013年11月6日～9日の台風ヨランダ(台風30号)が更なる被害をもたらした。これらの災害により、伝統的建造物や多くの住宅が倒壊したと報告されており、これらの建造物の耐震性を検討する必要がある。

ボホール島で特に大きな被害を被ったのは伝統構法で建てられた教会建築である。地震被害後の平成24年度に文化遺産の調査が行われており、ボホール島では22棟の教会建築が全半壊している(76～100%の被害7棟, 51～75%の被害15棟)ことが報告されている²⁾。これらの共通点は土と水を混ぜたものを層状に積み上げて押し固めて作成した版築構法の壁が用いられていることである。版築構法はオーストラリアや中国、ブータンにおいても普及しているが、フィリピンではラブルコンクリートと呼ばれる石灰系のペーストや砂、砂利、貝殻の破片を混合した材料で版築壁を構築している³⁾。資源を現地で調達可能で、施工も容易であるため、特殊な技術を持たない住民自らが新築や改修が行える利点から発展途上国では多用されている構法である。しかし、ラブルコンクリートで構築された版築壁は耐震性が低く、地震時の挙動を把握しておくことは、人命保護の観点から極めて重要な課題である。

本報では、ボホール島において伝統的構法で作られた版築壁を有する教会建築1棟を対象として、2013年に受けた地震被害状況や壁の構造を把握し、版築壁の常時微動計測によって建物の振動特性を把握する。

2. 対象教会の概要と被害調査

2.1 Santo Nino 教会

ボホール島にある Santo Nino 教会(正式名称: St. Niño Parish Church in Cortes)は、1880年にアウグスチノ・レコレクト会によって丘の上に建設された²⁾。Santo Nino 教会の位置を図1、被災前の外観を写真1に、教会の平面形状や立面形状を図2に示す。この教会の版築壁はサンゴ石を用いてつくられており、十字形平面の教会と八角形の鐘楼を構築している。鐘楼部分は20世紀に完成した。古いファサードの前にある柱廊の塗装天井は、レイ・フランシアによって描かれた。メインの祭壇はソロモン風の柱を持つバロック形式である。小屋組は木造である。また、東側にのみ木造の2階床が儲けられているが、その他の空間は全て吹抜けで天井の高い大空間になっている。

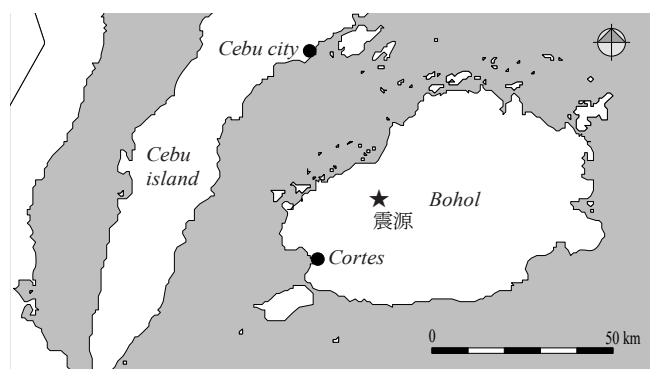


図1 Santo Nino 教会の位置

*1 首都大学東京都環境科学研究科建築学域 准教授 博士(工学)
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

*2 首都大学東京都環境科学研究科建築学域 修士課程

*3 首都大学東京都環境学部建築都市コース 学部生

*4 滋賀県立大学環境科学部研究学科 准教授・博士(芸術工学)

*1 Assoc. Prof., Div. of Architecture and Urban Studies,
Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.

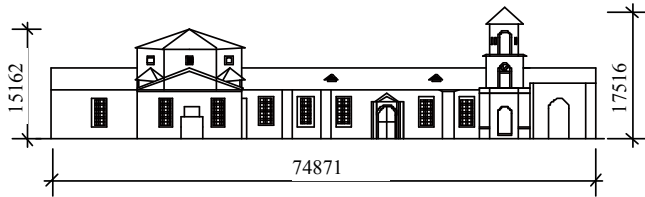
*2 Graduate student, Div. of Architecture and Urban Studies,
Tokyo Metropolitan Univ.

*3 Undergraduate student, Div. of Architecture and Urban Studies,
Tokyo Metropolitan Univ.

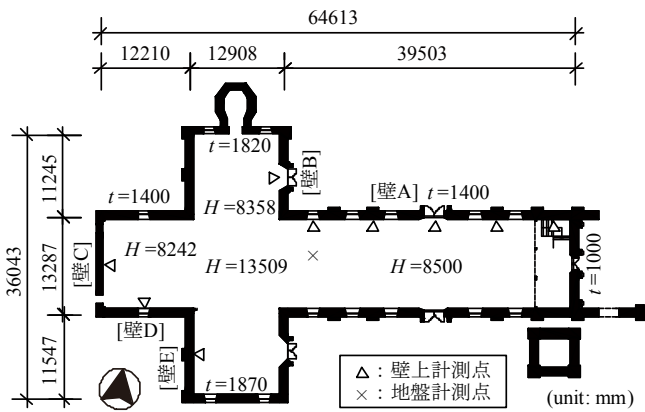
*4 Assoc. Prof., Graduate School of Environmental planning,
University of Shiga Prefecture, Ph. D.



写真1 被災前の外観写真（南東より撮影）



(a) 南側立面図



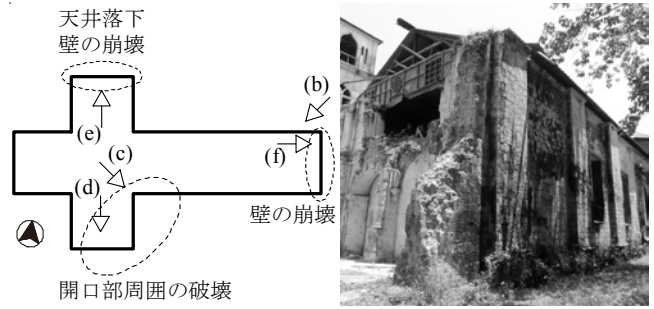
(b) 平面図と計測点配置

図2 Santo Nino 教会の概要

2.2 被害状況の把握

2013年ボホール地震の震源位置を図1に示す。この地震によって被災し、序文で述べた被災後の調査においては被害率51~75%に分類された¹⁾。修道院も一部被害を受けたが、現在は学校として利用されている。

2014年8月1日に視察した被害状況を写真2に示す。主な被害はファサードの壁の崩落、外壁の剥離、隅角部の変形や天井の落下である。写真2(a)に主な破壊の見られた箇所を破線の丸印で示し、(b)~(f)を撮影した方向を示している。写真2(b)は東壁面を建物外の北東から撮影したものであるが、2階部分の外壁が崩落していることがわかる。写真2(c),(d)は建物内南側のエリアを撮影したものである。開口部周辺で大規模な破壊が生じており、開口部上側の壁をまぐさのみが支えている状況がわかる。また、南壁面では妻面の屋根下部が一部崩落している。写真2(e)に示すように、建物内北側エリアでは妻壁が完全に崩落している。また、写真2(f)は東壁面の1階部分に生じたせん断破壊を建物内から撮影したものであるが、このようなせん断破壊は建物全体的に所々に確認できた。



(a) 撮影方向

(b) 東壁面の崩落



(c) 開口部周囲での破壊

(d) 南壁面の損傷



(e) 北壁面の崩落

(f) 東壁面1階のせん断破壊

写真2 被災状況（2014年8月1日視察）

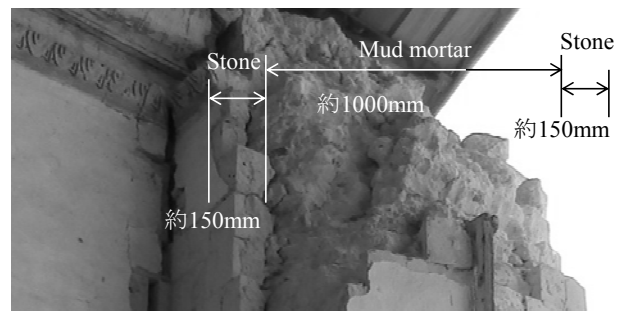


図3 壁の構造（北壁面）

3. 構造調査

Santo Nino 教会の実測により版築壁の構造を把握し、壁頂部での常時微動計測を実施し、振動特性を把握する。一連の調査は2015年9月19日に実施した。

3.1 版築壁の構造確認

完全に崩壊していた北側の壁（写真2(e)）では版築壁の断面が露出していたため、実測して壁体内の構造を調べた。図3に示すよう

に、内外の壁表面に並べられているサンゴ石はファサードが約300mm四方で壁厚が約150mmであることがわかった。サンゴ石の内側には土モルタルが厚さ約1000mmで充填されていた。

教会全体を可能な範囲で実測し、**図2**と**表1**に各壁長さと厚さ t (mm)、天井高さ H (mm)を示す。壁厚は概ね1400~1900mmの範囲であり、約7300mmの高さまで積みあげられていた。

3.2 常時微動計測による振動特性の把握

地盤の常時微動計測を実施し、地盤の状態を把握するとともに、損傷していないと見受けられた壁を対象とした壁頂部での常時微動計測により、版築壁の振動特性を把握する。計測には東京測振製の携帯用振動計システム SPC-51、速度計 VSE-15D を用いる。

(a) 地盤の H/V スペクトル

地盤の計測では、自由地盤上 (**図2(a)**の×印) に水平2成分、鉛直1成分の3成分の速度計を水平に設置し、500秒間の記録を得る。地盤の H/V スペクトルを**図4**に示す。概ね7~9Hzの周波数帯域で卓越していることが見て取れる。

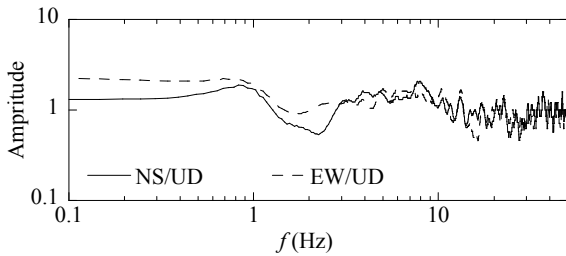
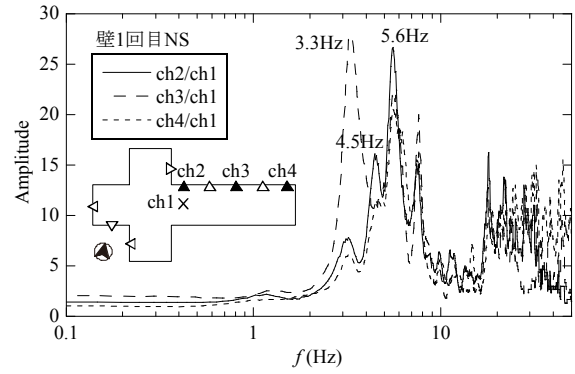


図4 地盤の H/V スペクトル

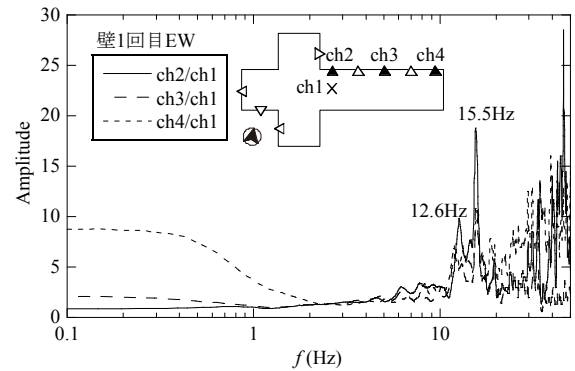
(b) 壁の固有振動数と振動モード

建物の計測では自由地盤上 (**図1(a)**の×印) に1台、壁A~Eの壁頂部 (**図1(a)**の△印) もしくは梁上に複数の速度計を設置し、多点同時計測を実施する。長い壁Aでは振動モードを確認するため、5箇所に設置する。速度計を配置する場所を**写真3**に示す。なお、簡易な足場が組んであるが、壁とは固定されていない。

壁頂部の記録のフーリエスペクトルを地盤のフーリエスペクトルで除したものをフーリエスペクトル比とし、そのピーク振動数を壁の固有振動数として推定する。壁A頂部の3箇所にセンサーを並べた計測回の面外、面内両方向のフーリエスペクトル比を**図5**に例示する。両方向で明瞭なピークが確認でき、面外方向では1次固有振



(a) 面外方向 (NS)



(b) 面内方向 (EW)

図5 壁Aのフーリエスペクトル比

表1 壁の諸元と振動特性

壁	寸法 [mm]			1次固有振動数[Hz]	
	壁長さ	壁高さ	壁厚*	面外	面内
A	39,503	7,300	1,400	3.3	12.6
B	11,245		(1,820)	4.6	12.1
C	13,287		(1,400)	4.5	12.6
D	12,210		(1,400)	5.3	11.9
E	11,547		1,870	5.2	12.1

※()は隣接壁からの推定値

動数が3.3Hz、2次が4.5Hz、3次が5.6Hzで卓越し、面内方向では12.6Hz、15.5Hzで卓越が見られた。常時微動計測を実施した壁A~Eの諸元と面外、面内両方向の1次固有振動数を**表1**にまとめる。ただし、壁厚は実測できなかった壁もあるため、隣接する壁の状態を参考にし、推定値を()付で掲載している。

さらに、壁Aで実施した同一壁頂部での多点計測結果より、**図6**にその振動モード形状を示す。壁Aの計測点5箇所をa, b, c, d, eと呼び、1次~3次までの各点での振幅を結び合わせて描いている。なお、計測点dでは計測を失敗したが、既往の研究より、直交壁間に挟まれた1つの壁の振動モード形状は対称または逆対称モードであることを仮定し¹⁾、計測点bの値を用いて描いた。日本国内の実棟瓦造建築物の振動特性を調査した既往の研究とは異なり¹⁾、壁両端での振幅が大きくなっているモードもあるが、その形状のみをみると、1次~3次を表せていることがわかる。

(c) RD法を用いた減衰定数の推定



写真3 センサー設置位置 (○箇所)

RD法を用いて常時微動計測結果から各壁の減衰を推定した。得られた減衰も表1に示す。その考察

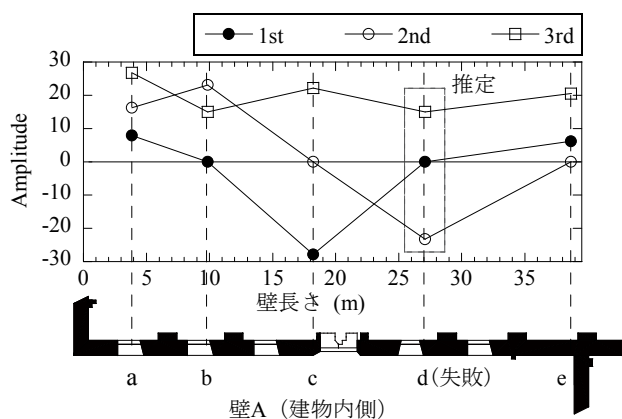


図6 壁Aの振動モード

表2 面外方向の固有振動数の比較

	壁A	壁B	壁C	壁D	壁E
計測値(Hz)	3.3	4.6	4.5	5.3	5.2
推定値(Hz)	7.1	18.3	11.9	12.9	18.3
推定値/計測値(倍)	2.2	4.0	2.6	2.4	3.5

対

4. 既往の固有振動数推定式との比較

既往の研究において提案した固有振動数推定式^{*)}を用いて3.2節で得られた結果を検証する。既往の研究において、組積壁を平板と仮定した場合、固有振動数は式(1)のように表せることが例証されている。

$$f = \frac{\sqrt{0.127\pi}}{4\sqrt{3(1-\nu^2)}} \frac{T}{H^2} \left(1 + \alpha \left(\frac{H}{L} \right)^2 \right) \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

ここで、壁厚を T (m)、壁高さを H (m)、壁長さを L (m) とする。また、既往の研究と同様に、ヤング係数 E (N/m²) と密度 ρ (kg/m³) に関して $(E/\rho)^{0.5}=1500$ と仮定し、ポアソン比 ν はコンクリート基準値 0.17 を与える。また、平板の壁脚は固定支持で壁両端は単純支持とす

る境界条件 A であると考え、 $\alpha=2.8$ とする。以上を用いて、面外方向の固有振動数は表2のように推定できる。計測値と比較すると、長壁Aの固有振動数が小さい値になるなどの傾向は類似しているものの、推定値は2~4倍高く、ヤング係数が非常に小さいなどの違いが大きいと推察する。

5. 結

本報では、ボホール島の Cortes において伝統的構法で作られた版築壁を有する Santo Nino 教会を対象として、2013年に受けた地震被害状況や壁の構造を把握し、版築壁の常時微動計測によって建物の振動性状を把握した。

得られた知見を以下に示す。

- ボホール地震での主要な被害は壁の崩落、外壁の剥離、隅角部の変形や天井の落下であった。また、実測により壁体内の構造や寸法を把握した。
- 常時微動計測により、各壁の固有振動数と長壁の振動モードを把握した。固有振動数は長壁が最も低かった。
- 減衰について
- 既往の固有振動数推定式を用いて評価したが、傾向は類似していたものの、値がかけ離れていたため、今後は材料特性値の設定などを検討する必要がある。

謝辞

本研究の遂行に関して、首都大学東京都市環境学部建築都市コース学部生・大澤郁美氏には多大な協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

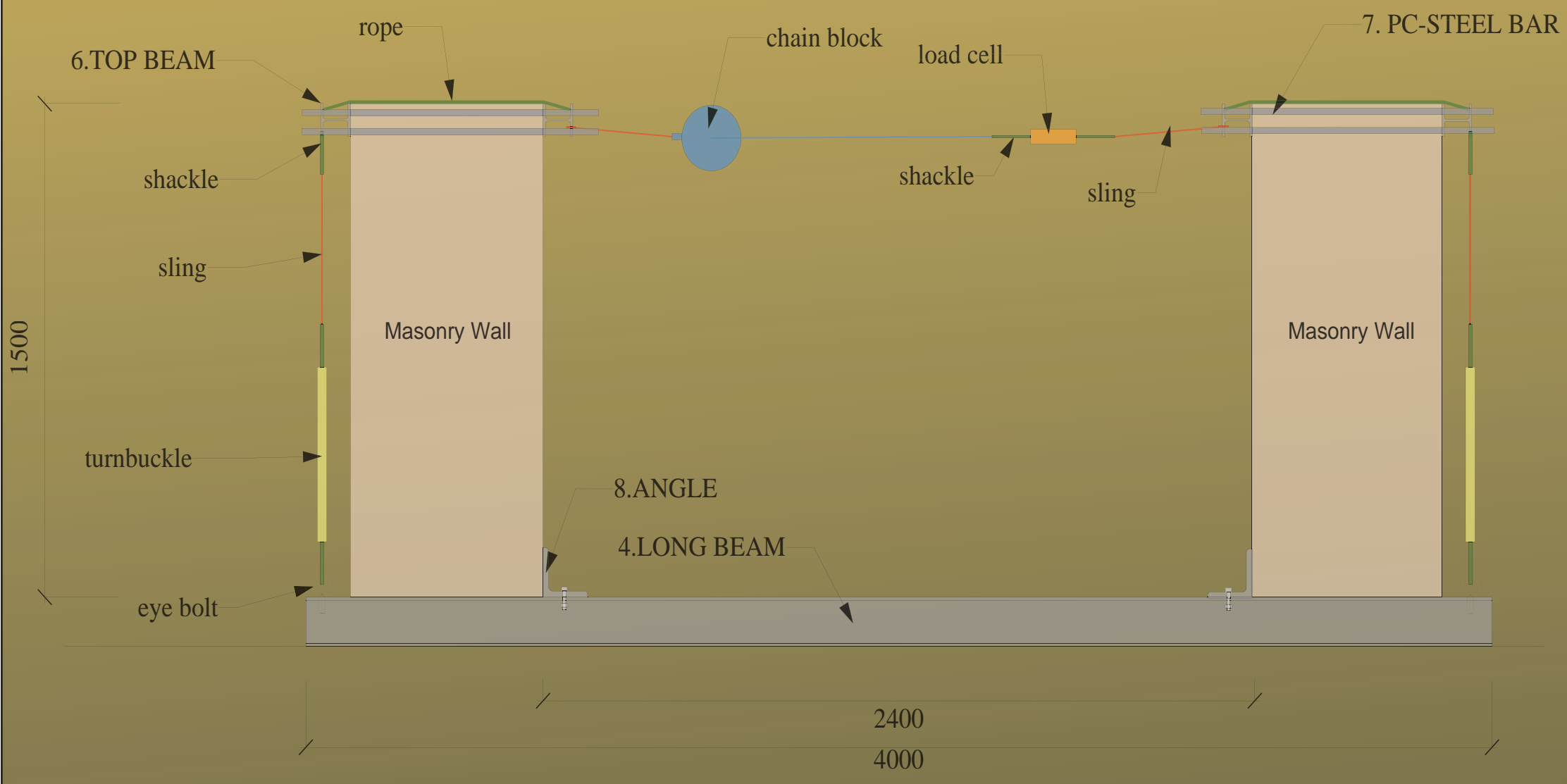
参考文献

- 国土交通省国土政策局：各国の国土政策の概要
<http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/philippines/>
- 文化遺産国際協力コンソーシアム平成24年度協力相手国調査：フィリピン共和国調査報告書，2014.3.
- ICOMOS Monitoring to the Paoay Church, the Philippines, 22-29 July 2000 by Toshikazu Hanazato
- rammed earth construction :
<http://www.rammedearthconstructions.com.au/>
- 多幾山法子，田井利幸，林康裕：歴史的煉瓦造建築物の無補強壁の面外方向振動特性の評価，日本建築学会構造系論文集，Vol.77, No.673, pp.475-482, 2012.3.

↓
↓

JAPANESE-PHILIPPINE RESTORATION TALLER FOR BOHOL ISLAND'S CULTURAL HERITAGES

WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF STONE WALLS



11th~22nd September 2015

CAFA, SAN CARLOS UNIVERSITY
Talamban Campus, Cebu

JESUIT HOUSE 1730
Zulueta Street 26 Parian District, Cebu

Coordinated by

Prof. JUAN RAMON JIMENEZ VERDEJO
University of Shiga Prefecture

Prof. NORIKO TAKIYAMA
Tokyo Metropolitan University

Prof. TOSHIKAZU HANAZATO
Mie University, ICOMOS Japan

Prof. JEFFRY COBILLA
Escuela Taller de Filipinas Fund.

PROF. TROY ELIZAGA
CAFA, University of San Carlos

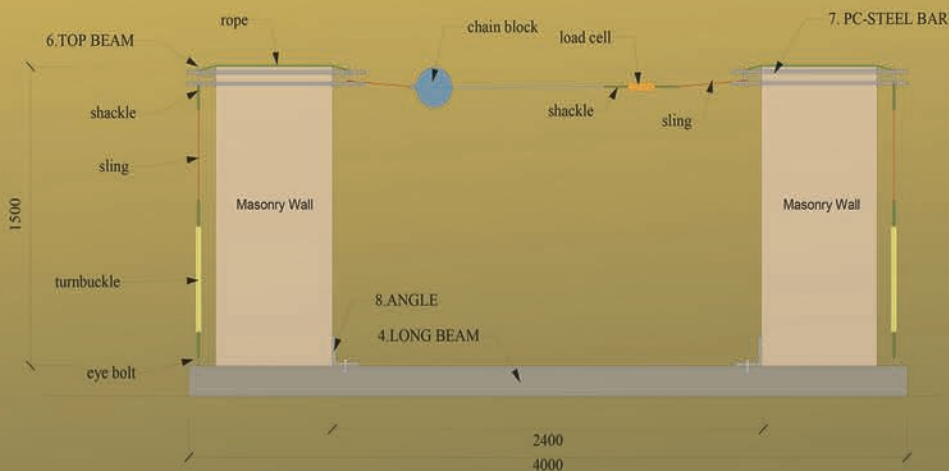
Contact to Prof. Juan Ramon Jimenez Verdejo
e-mail: juan@ses.usp.ac.jp



UNIVERSITY OF SHIGA PREFECTURE, TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY, MIE UNIVERSITY, ESCUELA TALLER DE FILIPINAS FUND., UNIVERSITY OF SAN CARLOS, JAPAN FOUNDATION ASIA CENTER, JESUIT HOUSE 1730, CEMEX

JAPANESE-PHILIPPINE RESTORATION TALLER FOR BOHOL ISLAND'S CULTURAL HERITAGES

WORKSHOP ON TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM OF STONE WALLS



FLEXURAL TESTING

21th~22th January 2016

SAFAD, SAN CARLOS UNIVERSITY

Talamban Campus, Cebu

Preparation by JESUIT HOUSE 1730
Zulueta Street 26 Parian District, Cebu

Coordinated by

Prof. JUAN RAMON JIMENEZ VERDEJO
University of Shiga Prefecture

Prof. NORIKO TAKIYAMA
Tokyo Metropolitan University

Prof. TOSHIKAZU HANAZATO
Mie University, ICOMOS Japan

Prof. JEFFRY COBILLA
Escuela Taller de Filipinas Fund.

PROF. TROY ELIZAGA
CAFA, University of San Carlos

Contact to Prof. Juan Ramon Jimenez Verdejo
e-mail: juan@ses.usp.ac.jp



ESCUELA TALLER
de filipinas foundation, inc.

