

ANNEXES

ANNEXES

目次

ANNEX A	プロジェクト実施の議事録	A-1
ANNEX B	CEPA と調査団の議事録	B-1
ANNEX C	ラ・ウニオン港の航路埋没に関するトピックス	C-1
C.1	航路側面勾配の安定性.....	C-2
C.1.1	泊地の側面勾配の安定性	C-2
C.1.2	Inner 航路の斜面の安定性.....	C-3
C.2	航路の位置変更の可能性	C-7
C.3	レイキ浚渫.....	C-9
C.3.1	レイキ浚渫の方法.....	C-9
C.3.2	レイキ浚渫の評価.....	C-10
C.3.3	流れを利用した浚渫工法.....	C-12
C.4	CEPA の計画に対するコメント	C-17
C.5	浚渫工法の検討.....	C-26
C.5.1	浚渫船の種類.....	C-26
C.5.2	適当な浚渫方法.....	C-39
C.6	領域別の余堀深と浚渫土量.....	C-42
C.7	外港航路における西側の余堀りについて.....	C-54
C.8	再浚渫土量の計算.....	C-57
C.8.1	エコーの再浚渫土量.....	C-57
C.8.2	トポノルトの再浚渫土量.....	C-58
C.8.3	再浚渫土量の違いについて.....	C-59
ANNEX D	ラ・ウニオン港の経済分析に関するトピックス	D-1
D.1	近隣諸国の港湾.....	D-2
D.1.1	グアテマラ.....	D-2
D.1.2	ホンジュラス.....	D-12
D.1.3	ニカラグア.....	D-21
D.1.4	コスタリカ.....	D-26
D.2	海上輸送サブモデルの詳細.....	D-35
D.2.1	モデルの基本コンセプト.....	D-35
D.2.2	リンクコスト関数の定義.....	D-36
D.2.3	解法.....	D-37
D.2.4	海上輸送時間.....	D-37
D.2.5	海上輸送費用の算出.....	D-38
D.2.6	モデル対象港湾.....	D-40
D.2.7	海上輸送ネットワークの作成.....	D-44
D.2.8	海上輸送サブモデルの推計結果.....	D-45
D.3	セパ経済チームと行ったインタビュー及び調査.....	D-47
D.4	船舶寄港モデルの計算プログラム使用マニュアル	D-57
D.4.1	概要および前提	D-57
D.4.2	プログラムに含まれるファイルの概要.....	D-57
D.4.3	プログラムの実行手順.....	D-63
D.4.4	出力ファイルの概要.....	D-66

ANNEX A プロジェクト実施の議事録

ANNEX A

Minutes of Meeting

on

Execution of the Project

of

Special Technical Assistance

for

Maintenance Dredging of the Port of La Unión

in

the Republic of El Salvador

Minutes of Meeting
on
Special Technical Assistance
for
Maintenance Dredging of the Port of La Union
in
the Republic of El Salvador

Agreed Upon Between

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

and

Japan International Cooperation Agency

28 April, 2010
San Salvador, El Salvador

For
Japan International Cooperation Agency

For
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma



三光

Koichi Miyake
Executive Technical Advisor,
Economic Infrastructure Department

Guillermo López Suárez
President

The mission of Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and the officials of Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as "CEPA") had discussions on the implementation of the Special Technical Assistance (hereinafter referred to as "TA") for efficient and effective maintenance dredging of the Port of La Unión (hereinafter referred to as "the Port").

CEPA and the JICA mission hereby agreed upon the draft Implementing Arrangement for the TA as per Appendix 1, subject to the approval by the competent higher authorities of both sides.

The main points discussed during the discussions are described in Appendix 2.

Appendix 1: Implementing Arrangement

Appendix 2: Main Points Discussed

Handwritten signatures in black ink, appearing to be initials or names, located in the bottom right corner of the page.

IMPLEMENTING ARRANGEMENT

I. Background

Based on the bathymetric surveys conducted during and after the dredging works, it has been observed a "sediment inflow" phenomenon in the channel and basin of the Port, which could seriously affect sustainability of the Port operation because the channel and basin should be maintained at a certain depth to receive large vessels at the Port.

In consideration of the above situation, JICA conducted the SAPI study on the sediment inflow from November 2008 to November 2009 (hereinafter referred to as "the SAPI Study"), and identify the mechanism of siltation as the fluid mud movement and predict the general tendency of siltation volume.

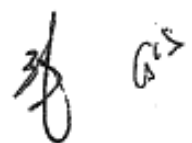
Due to the limited time-series bathymetric data at that time, however, the accuracy of the predicted siltation volume was not always enough to estimate the dredging cost. Furthermore, the variation of nautical depth, which is dependent on the speed of mud consolidation, has also remained unclear. Thus, it is currently difficult to provide a definitive plan for maintenance dredging including location, frequency and method, and hence difficult to elaborate the dredging cost and eventually financial analysis.

To make the Port function properly as a deep sea port, dredging method as well as cost is a vital issue in financial viability and a key factor for successful terminal operation either in the contingent stage of CEPA operation or in the stage of concession. Hence, CEPA requested JICA to provide an effective and efficient maintenance dredging plan.

II. Purpose of the TA

The purposes of the TA are;

- 1) To prepare an effective and efficient maintenance dredging plan to make the Port function properly as a deep sea port
- 2) To transfer technology to cope with the siltation of the channel and basin, and assist CEPA to review/revise the prepared dredging plan based on the bathymetric monitoring data



III. Scope of the TA

III-1 To collect natural condition data

- 1) To compile time-series bathymetric data including the latest data obtained after the SAPI Study (The latest data will be provided by CEPA.)
- 2) To collect mud samples from the channel and basin

III-2 To predict the variation of nautical bottom/depth after dredging

- 1) To revise and/or reformulate models, which were built in the SAPI Study, to predict the siltation volume by location based on the analysis of time-series bathymetric data
- 2) To conduct detailed soil test on collected samples including settlement test and clarify the mud consolidation process
- 3) To formulate mud consolidation models after dredging works, which were examined in the SAPI Study
- 4) To predict the time-series variation of nautical bottom/depth after dredging based on the models developed in the above 1) and 3) (Dredging depth will be ranging from -10m to -15m.)

III-3 To formulate maintenance dredging plan by maintained depth

- 1) To set dredging conditions including particulars of a dredging vessel
- 2) To examine and prepare maintenance dredging plans to maintain the channel and basin at each depth, possibly ranging from -10m to -14m, based on the result of 4) in III-2 (The plans will include dredging location, volume, frequency and method.)

III-4 To propose a re-dredging plan together with a bathymetric monitoring plan

III-5 To transfer technology to cope with the siltation of the channel and basin

- 1) To compile the bathymetric monitoring data after the re-dredging work (The re-dredging work and monitoring work will be conduct by CEPA.)
- 2) To assist CEPA to analyze the above data and to review/revise the maintenance dredging plan examined in III-3
- 3) To formulate an action plan to cope with the siltation of the channel/basin toward successful terminal operation

Handwritten signature and initials, possibly 'S. S.' and 'S.S.'.

IV. Schedule of the TA

The TA will be carried out in accordance with the tentative schedule as follows. The schedule may be subject to change during the course of the TA.

Tentative Working Schedule

Number of Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Work in El-Salvador		■					■			■									■	■	■		
Work in Japan	■		■						■					■				■					
(Re-dredging & Monitoring)												■											
Report		▲ ICR					▲ ITR1			▲ ITR2											▲ DFR		▲ FR

ICR : Inception Report
 ITR1 - 3 : Interim Report
 DFR : Draft Final Report
 FR : Final Report

V. Reports

JICA will prepare and submit the following reports in English to CEPA.

- Inception Report
Ten (10) copies at the commencement of the TA, containing its approach and methodology
- Interim Report 1
Ten (10) copies, containing the result of work III-2
- Interim Report 2
Ten (10) copies, containing the result of work III-3 & 4
- Draft Final Report
Ten (10) copies, containing all works of III-1 to 5 as a draft completion report of the TA
- Final Report and Summary (Summary report will be prepared in English and Spanish)
Ten (10) copies, within one (1) month after the receipt of the written comments on the Draft Final Report

[Handwritten signature and initials]

VI. Undertakings of CEPA

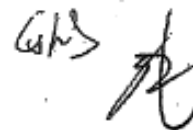
CEPA shall act as a counterpart agency to the Technical Assistant team dispatched by JICA (hereinafter referred to as "the Team") and also as a coordinating body with other organizations concerned for the smooth implementation of the TA.

1. To facilitate the smooth conduct of the TA; the CEPA shall take the following measures in cooperation with other relevant organizations within the laws and regulations in force in El Salvador:
 - 1) To provide necessary assistance to the Team for the remittance in connection with the implementation of the TA; and
 - 2) To bear claims, if any arise, against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the TA, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.
2. CEPA shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned:
 - 1) Assistance in customs clearance, with respect to equipment, machinery and other material brought into and out of El Salvador in connection with the implementation of the TA;
 - 2) Security-related information on as well as measures to ensure the safety of the Team;
 - 3) Information on as well as support in obtaining medical services;
 - 4) All the necessary reports, data and information concerning the channel and basin of the Port which shall be basically provided in English;
 - 5) Counterpart personnel who are well acquainted with dredging work;
 - 6) Suitable office space with necessary equipment; and
 - 7) Credentials or identification cards.

VII. Consultation

JICA and CEPA shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the TA.

[End]

Handwritten initials 'GMS' and a signature.

THE MAIN POINTS DISCUSSED

1. Overall goal of the TA

Both sides shared the view that the maintenance dredging of the channel/basin is a critical issue in respect of its cost as well as successful operation of the Port either in the contingent stage of CEPA operation or in the stage of concession, and the TA will intend to assist CEPA to make the Port function properly as a deep sea port.

2. Provision of the latest bathymetric data

CEPA agreed that the latest bathymetric data would be provided to the Team. The data will be obtained in the bathymetric survey conducted by CEPA next May with an echo sounder having the dual frequencies.

3. Estimation of the dredging cost

CEPA agreed to undertake the estimation of the dredging cost based on the result of the TA, while the Team assists/advises CEPA how to estimate it.

4. Re-dredging and monitoring work

The mission of JICA pointed out the importance of re-dredging work after preparing provisional maintenance dredging plans, because the feedback from monitoring depth change afterwards is absolutely vital to revise the said plans and make them more practical to achieve successful operation of the Port. CEPA shared the view and agreed to conduct re-dredging and monitoring work based on the proposal by the Team.

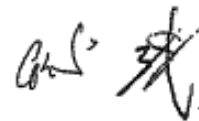
5. Counterpart assignment

CEPA agreed to assign appropriate counterpart personnel, who are acquainted with maintenance of channels/basins as well as dredging work, in the light of nature of the TA which contains effective technology transfer from the Team.

6. Blueprint of action plan to cope with the siltation and maintenance dredging

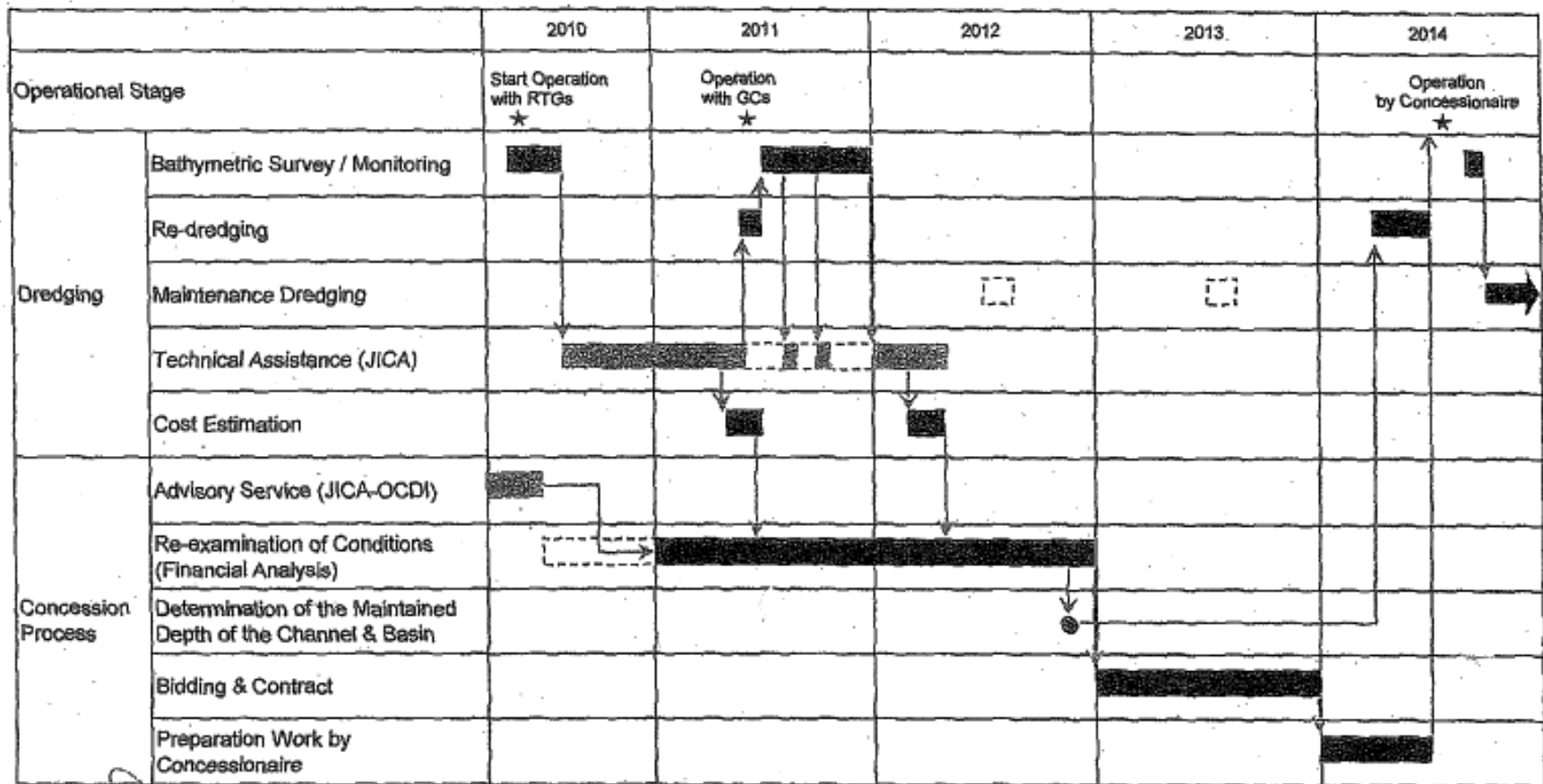
The mission of JICA explained a draft of blueprint action plan to cope with the siltation and maintenance dredging as shown in the next page, and CEPA shared that idea.

[End]



Blueprint of Action Plan to Cope with the Siltation and Maintenance Dredging

A-9



Handwritten signatures and initials:
 [Signature] [Initials]

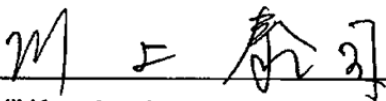
**Amendment
To the Minutes of Meeting
on
Special Technical Assistance
for
Maintenance Dredging of the Port of La Union
in
the Republic of El Salvador**

Agreed Upon Between

**Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
and
Japan International Cooperation Agency**

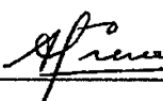
**31 October, 2012
San Salvador, El Salvador**

For
Japan International Cooperation Agency



Taiji Kawakami
Executive Technical Advisor,
Economic Infrastructure Department

For
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma



Alberto Arene
President

The mission of Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as " JICA") and the officials of Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as " CEPA") had discussions about necessary ammendment to " the Minutes of Meeting on Special Technical Assistance (hereinafter referred to as " TA") for Maintenance Dredging of the Port of La Union (hereinafter referred to as " the Port") in the Republic of El Salvador Agreed Upon Between Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma and Japan International Cooperation Agency" dated 28 April, 2010.

CEPA and the JICA mission hereby agreed upon the Implementing Arrangement for the 2nd Term for the TA as per Appendix 1, subject to the approval by the competent higher authorities of both sides.

The main points discussed during the discussions are described in Appendix 2.

Appendix 1: IMPLEMENTING ARRANGEMENT for the 2nd Term

Appendix 2: THE MAIN POINTS DISCUSSED



IMPLEMENTING ARRANGEMENT for the 2nd Term

I . Background

Based on the bathymetric surveys conducted during and after the dredging works, a “ sediment inflow” phenomenon has been observed in the channel and basin of the Port, which could seriously affect the sustainability of the port operation.

In consideration of the above situation, JICA conducted the SAPI study on the sediment inflow from November 2008 to November 2009 (hereinafter referred to as “ the SAPI Study”), and identified the mechanism of siltation as the fluid mud movement and predicted the general tendency of siltation volume.

Due to the limited time-series bathymetric data at that time, however, the accuracy of the predicted siltation volume was not always enough to estimate the dredging cost. Furthermore, the variation of nautical depth, which is dependent on the speed of mud consolidation, has also remained unclear. Thus, it is currently difficult to provide a definitive plan for the maintenance dredging including location, frequency and method, and hence difficult to elaborate the dredging cost and eventually the financial analysis. To make the Port function properly as a deep sea port, the dredging method as well as the cost is a vital issue in financial viability and a key factor for a successful terminal operation either in the contingent stage of CEPA operation or in the stage of concession. Hence, CEPA requested JICA to provide technical assistance for formulating an effective and efficient maintenance dredging plan.

In January 2011, JICA commenced the TA 1st Term and conducted a series of bathymetric survey and analysis. The survey and analysis has proved that detailed analysis of future shipping service, detailed demand forecast, and the data of trial dredging are inevitable for making valid maintenance dredging plan. Hence, both sides agreed to revise the TOR of TA before the commencement of the 2nd Term.

II . Purpose of the TA

The purposes of the TA are;

- 1) To prepare data, information and analysis utilized by CEPA to formulate an effective and efficient maintenance dredging plan of the Port.
- 2) To transfer technology to cope with the siltation of the channel and basin.

- 3) To assist CEPA to prepare dredging plan based on the collected data and analysis.

III. Scope of the TA 2nd Term (as shown in Attachment 1)

III-1 To collect and analyze data and study dredging method

- 1) To compile the bathymetric monitoring data after the trial dredging work. (The dredging work and monitoring work will be conducted by CEPA.)
- 2) To survey unit price and method of dredging
- 3) To examine dredging methods appropriate for various channel depths
- 4) To validate trial rake dredging
- 5) To modify sedimentation volume analysis
- 6) To conduct technical assistance for bathymetric monitoring

III-2 To develop vessels calling model

- 1) To interview related companies
- 2) To conduct analysis on trends of container liner shipping service network in Central America
- 3) To conduct analysis on channel operation rules
- 4) To develop vessels calling model
- 5) To forecast number of vessels calling by channel depths

III-3 To review demand forecast and market allocation model

III-4 To analyze optimum channel depth

- 1) To conduct analysis on dredging cost
- 2) To forecast cargo amount by channel depths
- 3) To forecast income of port usage fee by channel depths
- 4) To analyze technically/financially optimum channel depths at present and in the future
- 5) To analyze technically/economically optimum channel depths at present and in the future

of the TA

- Final Report and Summary (to be prepared in English and Spanish)
Ten (10) copies, within one (1) month after the receipt of the written comments on the Draft Final Report

VI. Undertaking of CEPA

CEPA shall act as a counterpart agency to the Technical Assistant team dispatched by JICA (hereinafter referred to as " the Team") and also as a coordinating body with other organizations concerned for the smooth implementation of the TA.

1. To facilitate the smooth conduct of the TA; CEPA shall take the following measures in cooperation with other relevant organizations within the laws and regulations in force in El Salvador
 - 1) To provide necessary assistance to the Team for the remittances in connection with the implementation of the TA; and
 - 2) To bear claims, if any arise, against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the TA, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.
2. CEPA shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned:
 - 1) Assistance in customs clearance, with respect to equipment, machinery and other material brought into an out of El Salvador in connection with the implementation of the TA;
 - 2) Security-related information on as well as measures to ensure the safety of the Team;
 - 3) Information on as well as support in obtaining medical services;
 - 4) All the necessary reports, data and information concerning the channel and basin of the Port which shall be basically provided in English;
 - 5) Counterpart personnel who are well acquainted with dredging work and demand forecast;



- 6) Suitable office space with necessary equipment; and
- 7) Credentials or identification cards.

VII. Consultation

JICA and CEPA shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the TA.

[End]



THE MAIN POINTS DISCUSSED

1. Overall goal of the TA

Both sides shared the view that the maintenance dredging of the channel/basin is a critical issue in respect of its cost as well as successful operation of the Port either in the contingent stage of CEPA operation or in the stage of concession, and the TA will intend to assist CEPA to formulate an effective and efficient maintenance dredging plan of the Port.

2. Provision of the latest bathymetric data

CEPA agreed that the latest bathymetric data would be provided to the Team. The data will be obtained monthly during and after the trial dredging.

3. Estimation of the dredging cost

CEPA agreed to assist in the acquisition of data on unit price of dredging in neighboring countries.

4. Counterpart assignment

Both sides agreed to implement the study on the basis of collaborative works between the Study Team and the counterpart personnel. The counterpart personnel shall be assigned to the project on full-time basis as per Attachment 2. The counterpart team shall consist of at least one dredging engineer in La Union and one port planner in San Salvador.

5. Measurement of tidal level

CEPA accepted to acquire tidal data from the Ministry of Environment and Natural Resources and National Registry Center (CNR) and provide it to the Study Team. Both sides agreed that supplemental measurement of tidal level would be carried out in a simplified manner by CEPA when a bathymetric survey was conducted and the Study Team would provide technical assistance for the measurement.



6. Examination of dredging methodology

Both sides agreed that the examination of dredging methodology in the Study would be conducted focusing only upon geotechnical/oceanographic aspect and cost effectiveness. Accordingly, examinations from other points of view including environmental consideration shall be out of the scopes of the Study.

7. Demand forecast and market allocation model

CEPA accepted to develop a demand forecast model, market allocation model and to conduct a survey to cargo owners before the commencement of works of the Study Team in El Salvador, and to provide them to the Study Team with all data set.

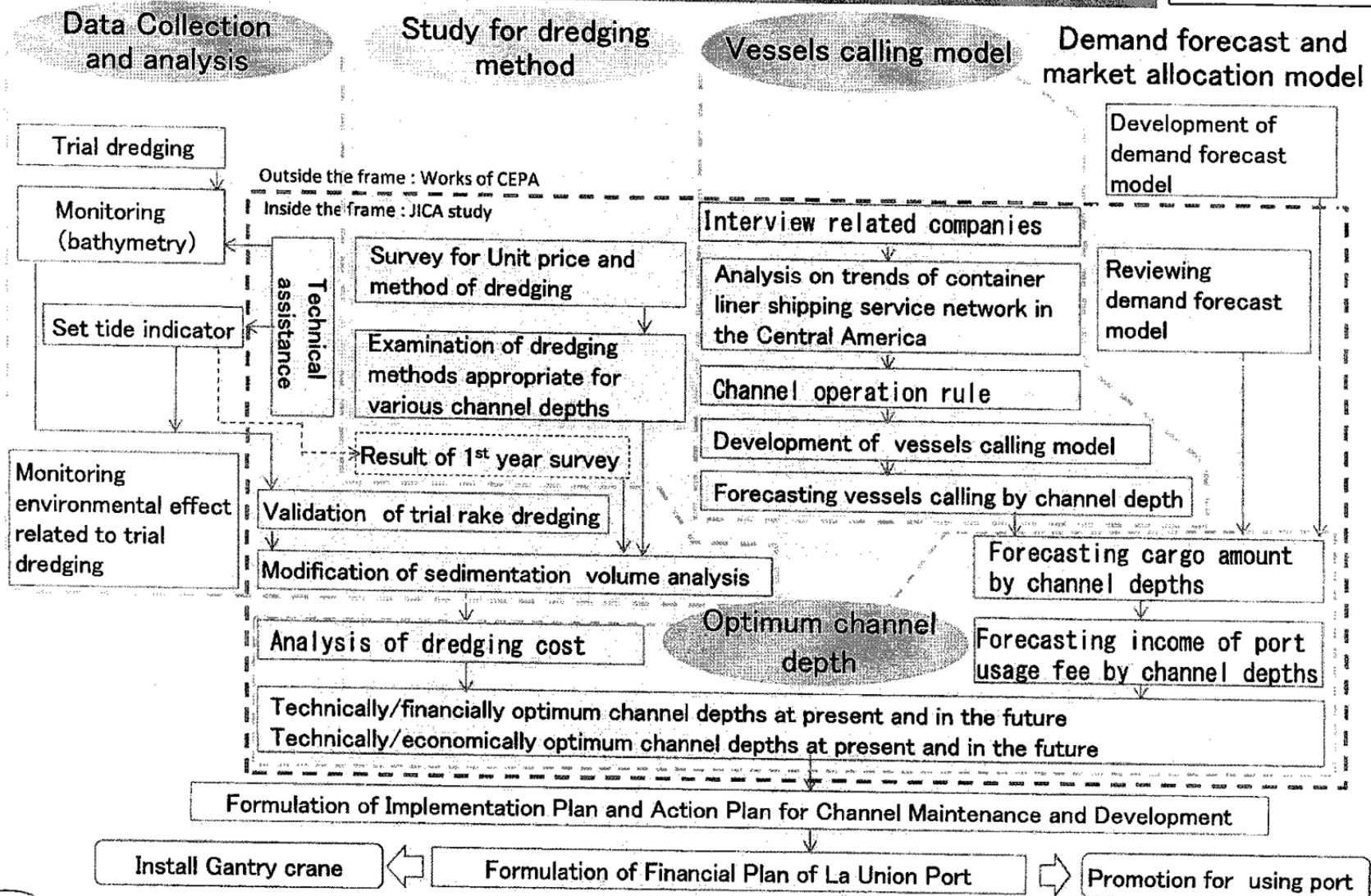
8. Formulation of dredging plan

CEPA will formulate and implement a dredging plan for the Port, which is the basis of its financial plan, fully utilizing the result of the Study.

[End]

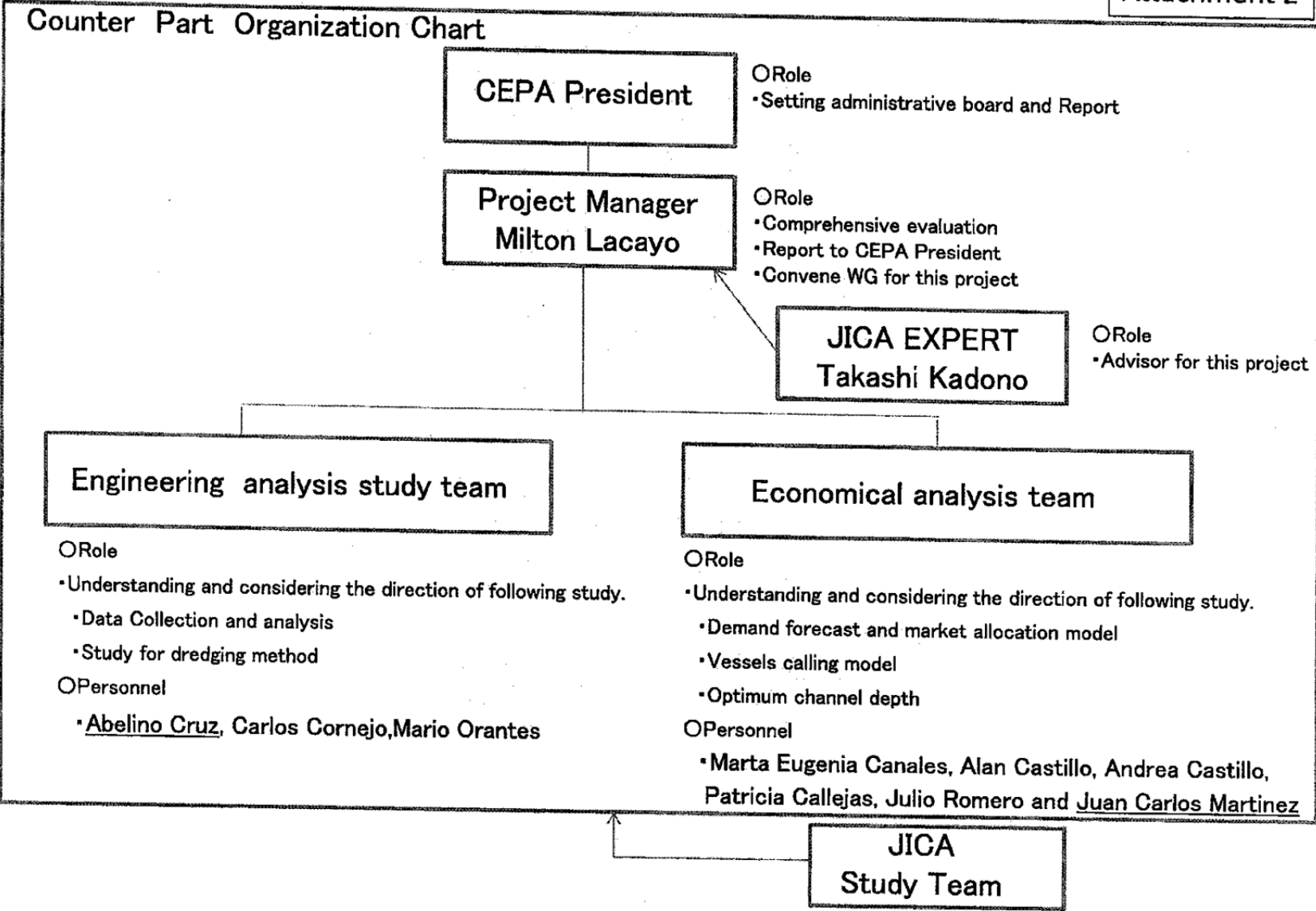
①

xf



A-19





A-20

ANNEX B CEPA と調査団の議事録

ANNEX B

Minutes of Meetings

between

CEPA and Project Team

on

Special Technical Assistance

for

Maintenance Dredging of the Port of La Unión Port

in

the Republic of El Salvador

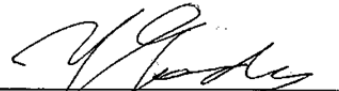
*Minutes of Meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port of La Unión
in
the Republic of El Salvador*

*Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
and
Japan International Cooperation Agency*

San Salvador, 26 January, 2011

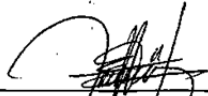


Mr. Luis Enrique Cordova Macias
Presidente,
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma



Mr. Yoshimi Goda
Leader,
JICA Project Team

Witnessed by



Mr. Alberto Jimenez
Manager of La Unión Port,
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

In accordance with the Minutes of Discussion on "Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Unión in the Republic of El Salvador" (hereinafter referred to as "the Project") agreed upon between the Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as "CEPA") and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") on April 28, 2010, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as "the Team") headed by Mr. Yoshimi Goda for submitting the Inception Report to CEPA.

The Team had discussions with the officials of CEPA upon the submission of the Inception Report. The following is the main points discussed in the meeting. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Inception Report:

The Team submitted to CEPA the Inception Report and CEPA welcomed the start of the Project by the Team. Explanation was given of the major work items, their methodology, and the work schedule. Brief discussions were made among the attendees. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team's efforts for the Project.

2. Discussion of Inception Report with a Focus on Section 4.4 "Formulation of Spot Re-dredging and Monitoring Plan"

The Team offered its idea on the size of the spot of re-dredging area as being 200 m by 1000 m around KP03.00 and made inquiry of the technical and financial feasibility of such dredging by CEPA. The latter promised its examination of the feasibility to the Team by the end of the Team's First On-site Works.

3. Collaboration of CEPA in the Team's Bathymetric Survey

The Team requested CEPA for the collaboration for the bathymetric survey. CEPA offered its patrol boat for use by the Team during the survey, and the Team expressed its appreciation for the CEPA's offer.

4. Date of Next Meeting

CEPA and the Team agreed to have the next meeting on February 17 in San Salvador.



ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

Mr. Luis Enrique Cordova Macias	President
Mr. Milton Lacayo	Director of La Unión Port
Mr. Alberto Jimenez	Manager of La Unión Port
Mr. Carlos R. Cornejo	Chief, Civil Works Section
Mr. Mario Orantes	Navigation Aids
Mr. Abelino Cruz	Chief of Maintenance Department

JAPANESE SIDE

JICA Study Team

Mr. Yoshimi Goda	Leader, Siltation Analysis
Mr. Takahisa Aoyama	Dredging Works and Planning
Mr. Yoshimasa Ito	Oceanographic Survey
Mr. Anuratoshimitu Matsumoto	Bathymetric Survey
Mr. Santiago Mauricio Angulo	Interpreter

JICA El Salvador Office

Mr. Ryuichi Nasu	Regional Representative
Mr. Nobutaka Kondo	Deputy Regional Representative
Ms. Stephanie Ehrhardt	Program Officer



*Minutes of Meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port of La Unión
in
the Republic of El Salvador*

*Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
and
Japan International Cooperation Agency*

San Salvador, 16 August, 2011

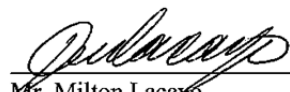


Mr. Luis Enrique Cordova Macias
Presidente,
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma



Mr. Nobuyuki Ono
Sub Leader,
JICA Project Team

Witnessed by



Mr. Milton Lacayo
Manager of La Unión Port,
Comision Ejecutiva Portuaria Autonomia

In accordance with the Minutes of Discussion on “Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Unión in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on April 28, 2010, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Nobuyuki Ono for execution of the Second On-site Works at La Unión Port on August 15, 2011.

The Team had discussions with the officials of CEPA upon the submission of the Interim Report 1. The following is the main points discussed in the meeting. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Interim Report 1:

The Team submitted to CEPA the Interim 1 Report and CEPA welcomed the progress of the Project by the Team. Explanation was given of the major work results since the start of the Project in January 2011 till August 2011. Brief discussions were made among the attendees. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team’s efforts for the Project.

2. Discussion of Interim Report 1

Some questions on the content of the Interim Report 1 were raised by CEPA and the Team answered them.

3. Collaboration of CEPA in the Team’s Bathymetric Survey and Examination of Tidal Information

The Team requested CEPA for the collaboration for the bathymetric survey. CEPA offered its patrol boat for use by the Team during the survey, and the Team expressed its appreciation for the CEPA’s offer. The Team also requested CEPA for support in the Team’s examination of tidal information of La Unión Port. CEPA promised its willingness in supporting the Team.

4. CEPA’s Action on Spot Re-dredging Works

The Team proposed three alternatives for the spot re-dredging works of the approach channel, and requested CEPA to make a selection among the alternatives and to prepare the commencement of the spot re-dredging works. CEPA promised the Team to examine the feasibility of the spot re-dredging works and provide the Team with its decision at the next meeting.

5. Technical Training of CEPA Personnel in Japan

A tentative program for the technical training of CEPA personnel in Japan was proposed to CEPA by the Team. CEPA appreciated the preparation of program and gave its general consent to the program.

6. Date of Next Meeting

CEPA and the Team agreed to have the next meeting on September 2 in San Salvador.

ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

Mr. Luis Enrique Córdova Macias	President
Mr. Salvador Villalobos Brizuela	General Manager
Mr. Milton Lacayo	Director of La Unión Port
Mr. Juan Caros Martinez	Concession department

JAPANESE SIDE

JICA Study Team

Mr. Nobuyuki Ono	Sub Leader, Siltation Analysis
Mr. Takahisa Aoyama	Dredging Works and Planning
Mr. Anuratoshimitu Matsumoto	Bathymetric Survey
Mr. Santiago Mauricio Angulo	Interpreter

JICA El Salvador Office

Mr. Luis Miguel Vasquez	Program Officer
-------------------------	-----------------

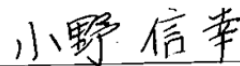
Minutes of Meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port of La Unión
in
the Republic of El Salvador

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
and
Japan International Cooperation Agency

San Salvador, 1 September, 2011

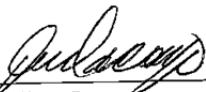


Mr. Luis Enrique Cordova Macias
Presidente,
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma



Mr. Nobuyuki Ono
Sub Leader,
JICA Project Team

Witnessed by



Mr. Milton Lacayo
Manager of La Unión Port,
Comision Ejecutiva Portuaria Autonomia

In accordance with the Minutes of Discussion on “Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Unión in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on April 28, 2010, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Nobuyuki Ono for execution of the Second On-site Works at La Unión Port on August 15, 2011.

Upon completion of the Second On-site Works, the Team presented the Tentative Summary Report 2 to the officials of CEPA. The following is the main points discussed in the meeting. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Tentative Summary Report 2:

The Team submitted to CEPA the Tentative Summary Report 2 and CEPA welcomed the progress of the Project by the Team. Explanation was given of the major work results during the Second On-site Works. Brief discussions were made among the attendees. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team’s efforts for the Project.

2. Discussion of Interim Report 1

Some questions on the content of the Interim Report 1 were raised by CEPA and the Team answered them.

3. CEPA’s Action on Spot Re-dredging Works

Among the three alternatives for the spot re-dredging works of the approach channel, and requested, CEPA expressed is still considering alternatives shown in the Interim Report 1.

4. Technical Training of CEPA Personnel in Japan

The Team informed CEPA of the technical training in Japan, which is planned from the end of November to the beginning of December, 2011. CEPA accepted the program and to dispatch two trainees to be selected.

ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

Mr. Luis Enrique Córdova Macías President
Mr. Salvador Villalobos Brizuela General Manager

JAPANESE SIDE

JICA Study Team

Mr. Nobuyuki Ono Sub Leader, Siltation Analysis
Mr. Takahisa Aoyama Dredging Works and Planning
Mr. Santiago Mauricio Angulo Interpreter

JICA El Salvador Office

Mr. Kenji Kaneko Sub Director

OTHERS

International Finance Corporation, World Bank Group

Ms. Katherine Downs Principal Investment Officer, Infrastructure Advisory
Mr. Juan Luis Flores Flores Investment Officer, Advisory Service
Ms. Amelia Santana Oliveros Investment Analyst

Julian Associate (Financial Analysis, Management Consulting, Transaction Advisory)

Mr. Brad Julian Principal, Port Consultant

Autoridad Marítima Portuaria


Ms. Arq. Lorena Arriola Port Infrastructure
Mr. Ing. Enrique Sandoval Port Technician

*Minutes of Meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port of La Unión
in
the Republic of El Salvador*

*Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
and
Japan International Cooperation Agency*

La Union, 24 January, 2012


Mr. Milton Lacayo
Manager of La Unión Port,
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma




Mr. Nobuyuki Ono
Sub Leader,
JICA Project Team

In accordance with the Minutes of Discussion on “Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Unión in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on April 28, 2010, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Nobuyuki Ono for execution of the Third On-site Works at La Unión Port on January 15, 2012.

The Team had discussions with the officials of CEPA upon the submission of the Interim Report 1. The following is the main points discussed in the meeting. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Interim Report 2:

The Team submitted to CEPA the Interim Report 2 and CEPA welcomed the progress of the Project by the Team. Explanation was given of the major work results since the start of the Project in January 2011 till January 2012. Brief discussions were made among the attendees. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team’s efforts for the Project.

2. Discussion of Interim Report 2

Some questions on the content of the Interim Report 2 were raised by CEPA and the Team answered them.

3. CEPA’s Action on Spot Re-dredging Works

The Team proposed three alternatives for the spot re-dredging works of the approach channel, and requested CEPA to execute the works in the Second On-site works. However, CEPA gave up executing the works because of any difficulties on budget, processing concession, and so on. Therefore, the Team will conduct siltation analysis and calculation of dredging volume by using available data obtained so far.

ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

Eng. Milton Lacayo	Manager of La Unión Port
Eng. Abelino Cruz	Maintenance Manager
Eng. Amilto Orellana	Administration Manager
Eng Carlos Cornejo	Maintenance Engineer
Ing. Mario Orantes	Navigation Aids
Arquitect Karen Martinez	
Liutenant Miguel Martinez	Operations
Eng. Osman Montoya	IT Manager

Guest

Arquitect Lorena Arriola	Asociacion Maritima Portuaria
Mr. Brad Julian	International Finance Corporation
Mr. Robet Bennet	International Finance Corporation
Mr. Michel Horton	International Finance Corporation

JAPANESE SIDE

JICA Study Team


Mr. Nobuyuki Ono	Sub Leader, Siltation Analysis
Mr. Takahisa Aoyama	Dredging Works and Planning
Mr. Yoshimasa Ito	Natural Condition Analysis
Mr. Anuratoshimitu Matsumoto	Bathymetric Survey
Mr. Santiago Mauricio Angulo	Interpreter

*Minutes of Meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port of La Unión
in
the Republic of El Salvador*

*Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
and
Japan International Cooperation Agency*

San Salvador, 2 February, 2012




Mr. Alberto Arene
Presidente,
Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma


Mr. Nobuyuki Ono
Sub Leader,
JICA Project Team

In accordance with the Minutes of Discussion on “Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Unión in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on April 28, 2010, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Nobuyuki Ono for execution of the Third On-site Works at La Unión Port on January 15, 2012.

Upon completion of the Third On-site Works, the Team presented the Interim Report 2 revised including results of Third On-site Works to the officials of CEPA. The following is the main points discussed in the meeting. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Interim Report 2:

The Team submitted to CEPA the Interim Report 2 (Revised including results of 3rd On-Site Works) and CEPA welcomed the progress of the Project by the Team. Explanation was given of the major work results examined so far. Brief discussions were made among the attendees. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team’s efforts for the Project.

2. Discussion of Interim Report 2

Some questions on the content of the Interim Report 2 were raised by CEPA and the Team answered them.

3. CEPA’s Alternative Action on Spot Re-dredging Works

About Spot Re-dredging works the Team proposed previously, CEPA decided not to execute the Spot Re-dredging work. Instead, CEPA plans to carry out leveling the shallowest portion in the inner channel by special equipment called rake (bed leveler). The rake is previously used in Acajutla Port and it is usually utilized to make the sea bed even after dredging by being towed by a tugboat. CEPA has already brought the rake from Acajutla Port to La Union and ready to carry out the leveling works. Some Discussion on effectiveness of the leveling works have been made .

4. CEPA’s request to calculate dredging volume for the target depth of -9 m

CEPA requested to the Team to calculate the dredging volume for the target depth of -9 m. The team promised to calculate and send the result soon.

ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma

Lic. Alberto Arene	President
Lic. Salvador Villalobos	Gerente General
Lic. Rolando Alberto Diaz	Gerente de Concesiones
Eng. Milton Lacayo	Manager of La Unión Port
Srita. Andrea Castillo	Asistente President
Mr. Hiefumi Ikeda	Consultor para CEPA

JAPANESE SIDE

JICA El Salvador

Mr. Yuichiro Inoue	Representante Residente Adjunto JICA
--------------------	--------------------------------------

JICA Study Team

Mr. Nobuyuki Ono	Sub Leader, Siltation Analysis
Mr. Takahisa Aoyama	Dredging Works and Planning
Mr. Yoshimasa Ito	Natural Condition Analysis
Mr. Santiago Mauricio Angulo	Interpreter

*Minutes of meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port La Union
in
the Republic of El Salvador*

Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma
and
Japan International Cooperation Agency

San Salvador, 11 April, 2013

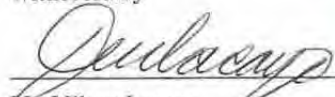


Mr. Alberto Arene
Presidente,
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma



Dr. Kazumasa KATO
Leader,
JICA Project Team

Witnessed by



Mr. Milton Lacayo
Manager of La Union Port
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma



In accordance with the Amendment to “the Minutes of Meeting on Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Union in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on 31 October, 2012, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Dr. Kazumasa Kato for submitting the Inception Report 2 to CEPA.

The Team had discussions with the officials of CEPA upon the submission of the Inception Report 2. The following is the main points discussed in the meeting. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Inception Report:

The Team submitted to CEPA the Inception Report 2 and CEPA welcomed the start of the Project by the Team. The Team explained the Inception Report 2 by using a Power Point presentation. Explanation was provided for the major findings in the First Term Study, the principal items to work on during the Second Term Study, their methodology, and the work schedule. Brief discussions were made among the attendees. There was no modification of the Inception Report 2, no addition to it, no elimination from it. CEPA gave its general consent to the content of the Report.

2. Discussion of Inception Report

Some questions on the content of the Inception Report 2 were raised by CEPA and the Team answered.

3. Provision of the latest bathymetric data by CEPA

The Team requested CEPA for the provision of information related to the rake dredging and the data of bathymetric survey. CEPA promised its willingness in offering the data to the Team.

4. Support from CEPA in the Team’s acquisition of information related to economics

The Team also requested CEPA to support the Team, when the Team interviews with shippers and forwarders for acquiring the information related to economics. CEPA promised its willingness to support the Team.

5. Practical use of Draft Final Report

CEPA will probably need to commence dredging works by January 2014 as requested

Handwritten signature and initials, possibly 'D. Kato' and 'DK', in black ink.

by the potential concessionaires of la Union port. CEPA plans to use the draft final report, which will be submitted from the Team to CEPA by the end of November, 2013, as the basis for this dredging, since CEPA cannot wait till final draft is ready.

6. Requests from CEPA

CEPA asked the Team to include in the draft final report the verification of volumes to be dredged for -12 depth without over dredging in the permanent basis with a TSHD of 2500m³ capacity.

In the analysis of the deterioration of the side slopes, CEPA wanted to include the inner channel as well.

The Team accepted above two requests from CEPA.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Paul' over 'DN', located in the bottom right corner of the page.

ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comision Ejecutiva Portuaria Autonomas

Mr. Alberto Arene	President
Mr. Milton Lacayo	La Union Port Manager
Mr. Andres Abelino Cruz	Maintenance Manager Port of La Union
Mr. Marcos Vasquez	Concesions department
Mr. Juan Carlos Martinez	Concesions department
Mr. Rolando Diaz	CEPA Consultant

JAPANESE SIDE

JICA Study Team

Mr. Kazumasa KATO	Leader, Siltation Analysis
Mr. Takahisa Aoyama	Channel Dredging Works and Planning
Mr. Ryuichi Shibasaki	Demand Forecast
Mr. Takayuki Iijima	Economic Analysis
Mr. Tadahiko Kawada	Port Planning
Mr. Santiago M Angulo	Interpreter

JICA El Salvador Office

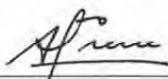
Mr. Takashi Kadono	Expert
Mr. Yuichiro Inoue	Assistant Resident Representative
Ms Gabriela Alfaro	Program Officer



*Minutes of meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port La Union
in
the Republic of El Salvador*

Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma
and
Japan International Cooperation Agency

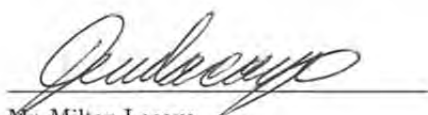
San Salvador, 27 August, 2013



Mr. Alberto Arene
Presidente,
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma



Dr. Kazumasa KATO
Leader,
JICA Project Team



Mr. Milton Lacayo
Manager of La Union Port
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma

In accordance with the Amendment to “the Minutes of Meeting on Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Union in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on 31 October, 2012, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Dr. Kazumasa Kato for execution of the Second On-site Works at La Union Port in El Salvador and in the neighboring countries, on 18 August, 2013.

In the Workshop on Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Union in the Republic of El Salvador, which was held on 27 August, 2013, the Team submitted the Interim Report 3 and presented its outline to the officials of CEPA. The following is the main points discussed in the workshop. The list of attendees is attached as Annex.

1. Acceptance of Interim Report 3

The Team submitted to CEPA the Interim Report 3 and CEPA welcomed the progress of the Project by the Team. The Team explained the Interim Report 3 by using a Power Point presentation in the workshop. Explanation was provided for the major results examined so far. Brief discussions were made among the attendees. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team’s efforts for the Project.

2. Discussion of Interim Report 3

Some questions on the content of the Interim Report 3 were raised by CEPA and the Team answered.

The bathymetric data newly obtained in July, 2013 would be included in the draft final report.

CEPA has started to improve the present rake and develop a new type rake. The Team will continue to examine the effectiveness of the rake-dredging if the new data will be obtained with regard to the rake-dredging.

There are two prediction models of siltation, which provide different results at present. In order to improve this problem, it is basically important to carry out a monitoring of siltation for getting the data for the appropriate analysis.

The results so far obtained on the economic issues have been well understood because a precise explanation has already been given to the counterparts in the previous workshops by the Team.

ANNEX: LIST OF ATTENDEES

EL SALVADOR SIDE

Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma

Mr. Alberto Arene	President
Mr. Carlos Federico Paredes Castillo	Presidential Advisor
Mr. Milton Lacayo	Port Manager Port of La Union
Mr. Pedro Amilto Orellana	Financial Manager Port of La Union
Mr. Andres Abelino Cruz	Maintenance Chief Port of La Union
Ms. Marta Eugenia Canales	Administrator Data Base Port of La Union
Ms. Andrea Castillo	Assistant President
Ms. Patricia Callejas	Financial Assistant
Mr. Carlos Alejandro Molina Paz	Specialist Bathymetric and Dredging Port of La Union
Ms. Egly Tatiana Chacon	Specialist Bathymetric and Dredging Port of La Union
Mr. Rafael Antonio Hernandez	Engineering Department
Mr. Damian Reyes	Marketing Analyst
Mr. Jaime Flores	Financial Technician
Mr. Marcos Vasquez	Concessions department
Mr. Juan Carlos Martinez	Concessions department
Mr. Julio Alberto Romero Mejia	Concessions department
Mr. Takashi Kadono	JICA Expert

JAPANESE SIDE

JICA Tokyo Headquarters	
Mr. Taiji Kawakami	Executive Technical Advisor Economic Infrastructure Department
Dr. Kazuo Murakami	Emeritus Professor Tokyo City University
Dr. Yasuyuki Nakagawa	Team Leader of Coastal and Estuary Sediment Dynamics Research Group, Port and Airport Research Institute
Mr. Masatomo Kihara	Director for International Policy, Ports and Harbors Bureau

JICA Study Team

Mr. Kazumasa Kato

Mr. Nobuyuki Ono

Mr. Takahisa Aoyama

Mr. Tatsuyuki Shishido

Mr. Ryuichi Shibasaki

Mr. Takayuki Iijima

Mr. Tadahiko Kawada

Mr. Santiago M Angulo

Ms. Victoria Soledad Anguro

Leader, Siltation Analysis, ECOH

Siltation Analysis and Prediction, ECOH
Channel Dredging Works and Planning,
ECOH

Maritime Economics, OCDI

Demand Forecast, OCDI

Economic Analysis, OCDI

Port Planning, OCDI

Interpreter

Interpreter

JICA El Salvador Office

Mr. Shinji Sato

Mr. Yuichiro Inoue

Ms. Miwako Kamimura

Ms Gabriela Alfaro

Adjunct Resident Representative

Director of Reimbursable Financial
Cooperation

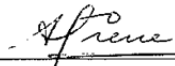
Project Formulation Adviser

Program Officer

*Minutes of meeting
on
the Project
of
Special Technical Assistance for Maintenance Dredging
of the Port La Union
in
the Republic of El Salvador*

Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma
and
Japan International Cooperation Agency


San Salvador, 13 December, 2013



Mr. Alberto Arene
Presidente,
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma



Dr. Kazumasa KATO
Leader,
JICA Project Team



Mr. Milton Lacayo
Manager of La Union Port
Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma

In accordance with the Amendment to “the Minutes of Meeting on Special Technical Assistance for Maintenance Dredging of the Port of La Union in the Republic of El Salvador” (hereinafter referred to as “the Project”) agreed upon between the Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma (hereinafter referred to as “CEPA”) and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on 31 October, 2012, JICA dispatched the Project Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Dr. Kazumasa Kato for execution of the Third On-site Works at San Salvador in El Salvador, on 4 December, 2013.

In the meeting held on 10 December, 2013, the Team presented the outline of Draft Final Report (DFR) to the officials of CEPA. The Team explained DFR by using a Power Point presentation, which was provided for the major results examined. Brief discussions were made among the attendees. The list of attendees is attached as Annex A.

On 11 December, 2013, the Team explained the conclusions of study to the president of CEPA. Additional explanations were made for the questions from the president. The list of attendees is attached as Annex B.

1. Acceptance of DFR

After the explanation and discussion on DFR, the Team submitted to CEPA the Draft Final Report and CEPA received it. CEPA gave its general consent to the content of the Report and expressed its appreciation for the Team’s efforts for the Project.

2. Schedule to the Final Report

The study Team and CEPA confirmed together with respect to the schedule to the Final Report as follow;

- + CEPA will submit the written comment on DFR to the JICA by 20 January, 2014.
- + The Study team will compile the Final Report by taking the comments into account and should submit it to CEPA by the end of March, 2014.

ANNEX A: LIST OF ATTENDEES

December 10, 2013

EL SALVADOR SIDE

Comision Ejecutiva Portuaria Autonoma

Mr. Carlos Federico Paredes Castillo	President Adviser
Mr. Milton Lacayo	Port Manager Port of La Union
Mr. Andrés Abelino Cruz	Maintenance Chief Port of La Union
Ms. Andrea Castillo	President's Assistant
Ms. Patricia Callejas	Concessions Management Technician
Mr. Carlos Alejandro Molina Paz	Bathymetric and Dredging Specialist Port of La Union
Ms. Egly Tatiana Chacón	Bathymetric and Dredging Specialist Port of La Union
Mr. Damian Reyes	Economical Financial Analyst
Mr. Marcos Vasquez	Concessions Infrastructure
Mr. Juan Carlos Martinez	Concessions Technician
Mr. Julio Alberto Romero Mejía	Concessions Technician
Mr. Eugenia Luna	Concessions Technician
Takashi Kadono	JICA Expert

JAPANESE SIDE

JICA Tokyo Headquarters

Mr. Taiji Kawakami	Executive Technical Advisor
--------------------	-----------------------------

JICA Study Team

Mr. Kazumasa Katoh	Leader Siltation Analysis, ECOH
Mr. Nobuyaki Ono	Siltation Analysis and Prediction, ECOH
Mr. Takahisa Aoyama	Channel Dredging Works and Planning, ECOH
Mr. Tatsuyuki Shishido	Maritime Economics, OCDI
Mr. Ryuichi Shibasaki	Demand Forecast, OCDI
Mr. Takayuki Iijima	Economic Analysis, OCDI
Mr. Santiago Angulo	Interpreter
Ms. Victoria Angulo	Interpreter

JICA El Salvador Office

Mr. Yuichiro Inonc	Director of Reimbursable Financial Cooperation
Ms. Miwako Kamimura	Project Formulation Adviser
Ms. Gabriela Alfaro	Program Office

ANNEX B: LIST OF ATTENDEES

December 11, 2013

EL SALVADOR SIDE

Comision Ejecutiva Portuaria Autonomo

Mr. Alberto Arene	President
Mr. Milton Lacayo	Port Manager Port of La Union
Takashi Kadono	JICA Expert

JAPANESE SIDE

JICA Tokyo Headquarters

Mr. Taiji Kawakami	Executive Technical Advisor
--------------------	-----------------------------

JICA Study Team

Mr. Kazumasa Katoh	Leader Siltation Analysis, ECOH
Mr. Nobuyaki Ono	Siltation Analysis and Prediction, ECOH
Mr. Takahisa Aoyama	Channel Dredging Works and Planning, ECOH
Mr. Tatsuyuki Shishido	Maritime Economics, OCDI
Mr. Ryuichi Shibasaki	Demand Forecast, OCDI
Mr. Takayuki Iijima	Economic Analysis, OCDI
Mr. Santiago Angulo	Interpreter

JICA El Salvador Office

Mr. Shinji Sato	Adjunct Resident Representative
Ms. Miwako Kamimura	Project Formulation Adviser
Ms. Gabriela Alfaro	Program Office

ANNEX C ラ・ユニオン港の航路埋没に関するトピックス

ANNEX C

ラ・ユニオン港の航路埋没に関する トピックス

ANNEX C	ラ・ユニオン港の航路埋没に関するトピックス	C-1
C.1	航路側面勾配の安定性.....	C-2
C.1.1	泊地の側面勾配の安定性.....	C-2
C.1.2	Inner 航路の斜面の安定性.....	C-3
C.2	航路の位置変更の可能性.....	C-7
C.3	レイキ浚渫.....	C-9
C.3.1	レイキ浚渫の方法.....	C-9
C.3.2	レイキ浚渫の評価.....	C-10
C.3.3	流れを利用した浚渫工法.....	C-12
C.4	CEPA の計画に対するコメント.....	C-17
C.5	浚渫工法の検討.....	C-26
C.5.1	浚渫船の種類.....	C-26
C.5.2	適当な浚渫方法.....	C-39
C.6	領域別の余堀深と浚渫土量.....	C-42
C.7	外港航路における西側の余堀りについて.....	C-54
C.8	再浚渫土量の計算.....	C-57
C.8.1	エコーの再浚渫土量.....	C-57
C.8.2	トポノルトの再浚渫土量.....	C-58
C.8.3	再浚渫土量の違いについて.....	C-59

C.1 航路側面勾配の安定性

泊地と Inner 航路の側面は勾配 1/5 で開削された。側面勾配 1/5 の安定性を深浅図に基づいて調べる。

C.1.1 泊地の側面勾配の安定性

泊地の側面勾配の安定性については、図 C.1 に示す測線 L22 に沿った断面データを検討した。浚渫の期間および解析に用いた深浅データの測量時期を図 C.2 に示す。

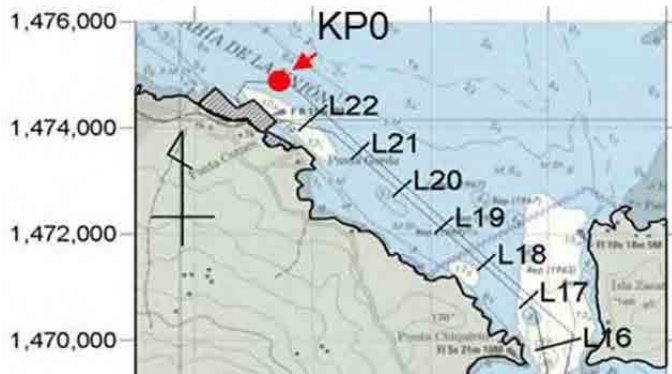


図 C.1 泊地と Inner 航路の測線

図 C.3 は、5つの断面を重ねたものである。黒い実線は 1/5 勾配の計画断面であり、破線は 1/10 勾配を示すために描いたものである。図 C.3 を見てわかるように、航路斜面は計画通り施工されている。そして、2007年6月～2008年8月の14か月の間、斜面勾配は変化することなく 1/5 に保たれている。

Reference line	Date of bathymetric survey				
	L22	17 Jun'07	16 Aug'07	18 Jan'08	11 Jun'08	11 Aug'08

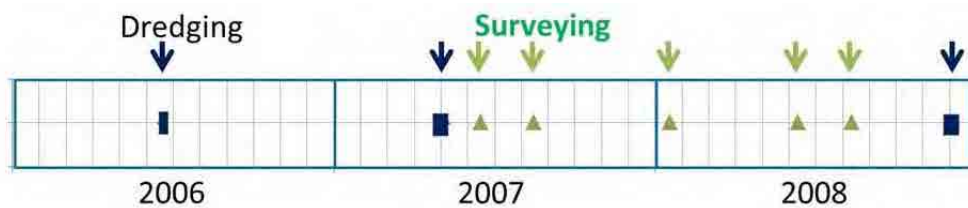


図 C.2 泊地の浚渫期間と解析に用いた深浅データ

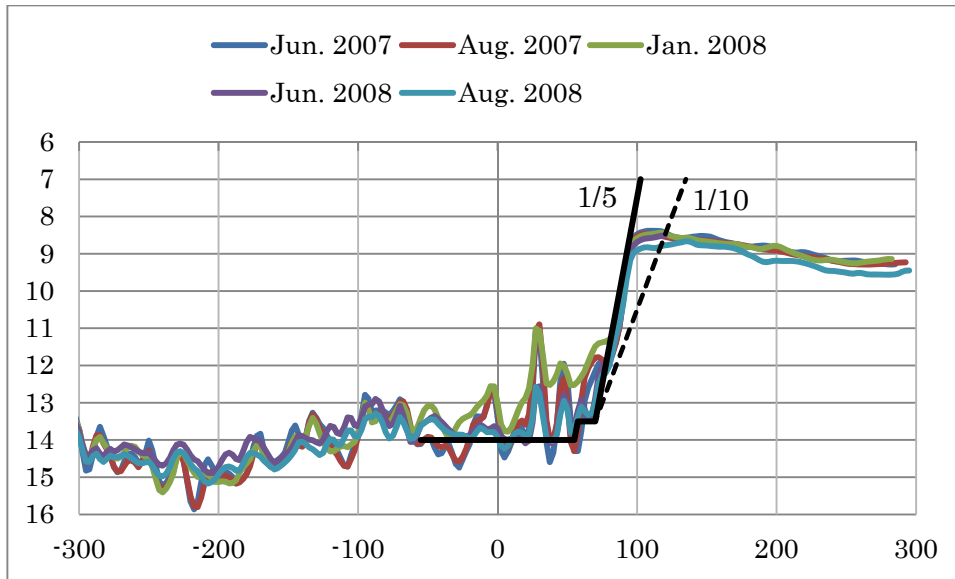


図 C.3 L22 測線 L22 の断面の重ね合わせ

C.1.2 Inner 航路の斜面の安定性

Inner 航路の斜面勾配の安定性に関して、測線 L21～L18 の断面（図 C.1 参照）を調べた。

Inner 航路の浚渫期間と解析に使用した深淺データを図 C.4 に示した。

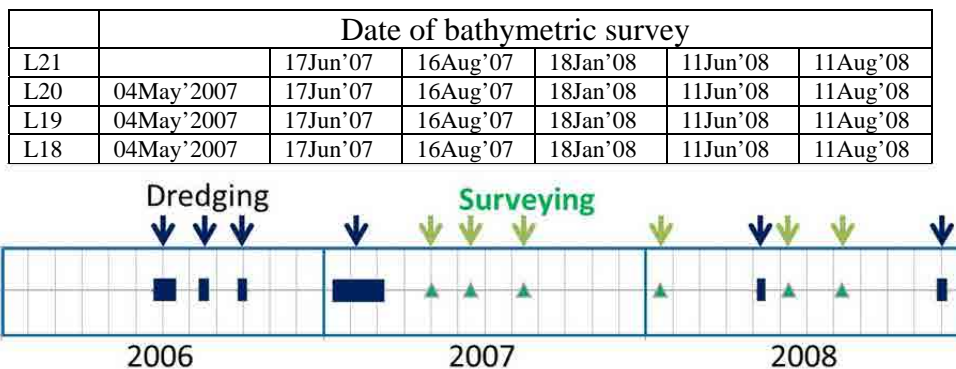


図 C.4 航路の浚渫期間と解析に使用した深淺データ（測線 L21～L18）

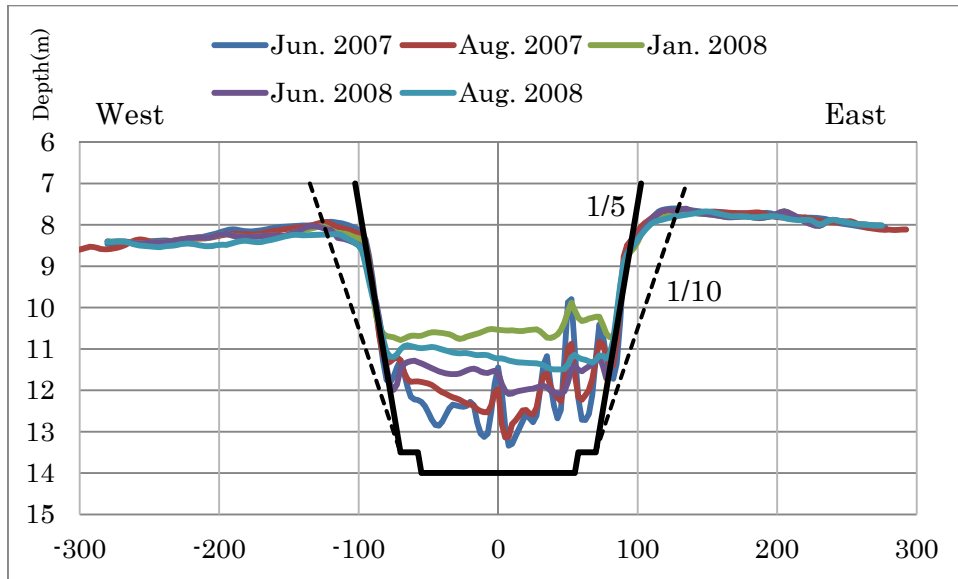


図 C.5 測線 L21 の 5 断面の重ね合わせ

図 C.5 は測線 L21 の 5 断面の重ね合わせである。この図より、東側斜面と西側斜面はともに計画通り 1/5 の勾配で安定していることが分かる。

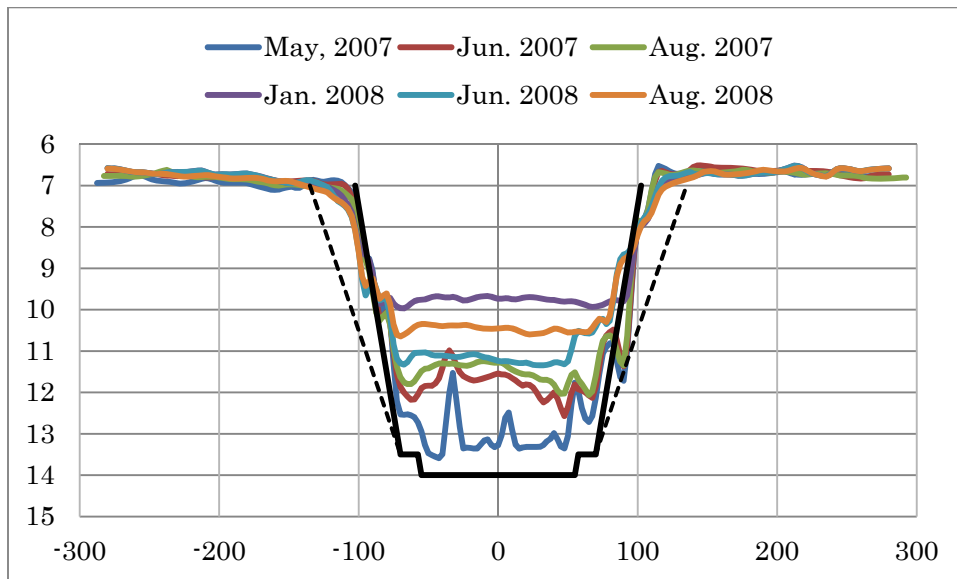


図 C.6 測線 L20 の 6 断面の重ね合わせ

測線 L20 の断面についても、図 C.6 を見てわかるように東側と西側の斜面勾配は 1/5 の勾配で安定している。

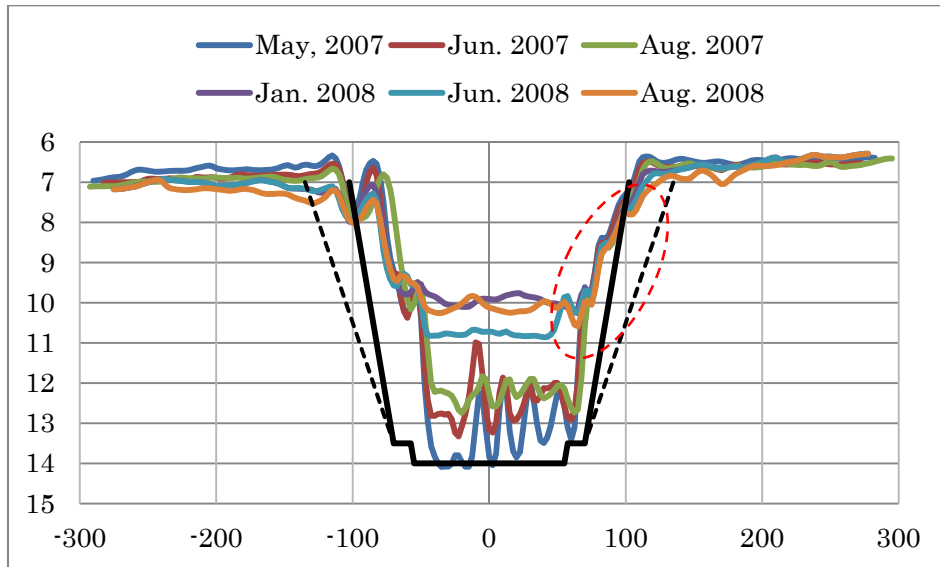


図 C.7 測線 L19 の 6 断面の重ね合わせ

図 C.7 は、測線 L19 の 6 断面を重ねたものである。西側の斜面は計画断面に比べて航路側へ約 20m ずれているものの、2007 年 5 月～2008 年 8 月の約 16 カ月に渡って 1/5 の勾配で安定していた。一方、東側斜面の赤い点線で囲んだ場所は 1/10 の勾配で安定している。もっとも古い深浅測量が実施された 2007 年 5 月の時点で、すでに勾配は 1/10 になっている。したがって、この場所は、斜面勾配 1/10 で浚渫が行われた可能性がある。

そこで、同じ測線 L19 について、別の時期の断面を調べた。図 C.8 は第二回目の浚渫が完了した 2008 年 12 月の深浅データと 2009 年 6 月の深浅データを比較したものである。この期間、斜面勾配は 1/5 の状態で安定していた。このことから、図 C.7 の状況は、航路側面勾配を 1/10 で施工したものであると結論付けられる。したがって、この場所のデータで斜面勾配の安定性を検討するのは適切でない。

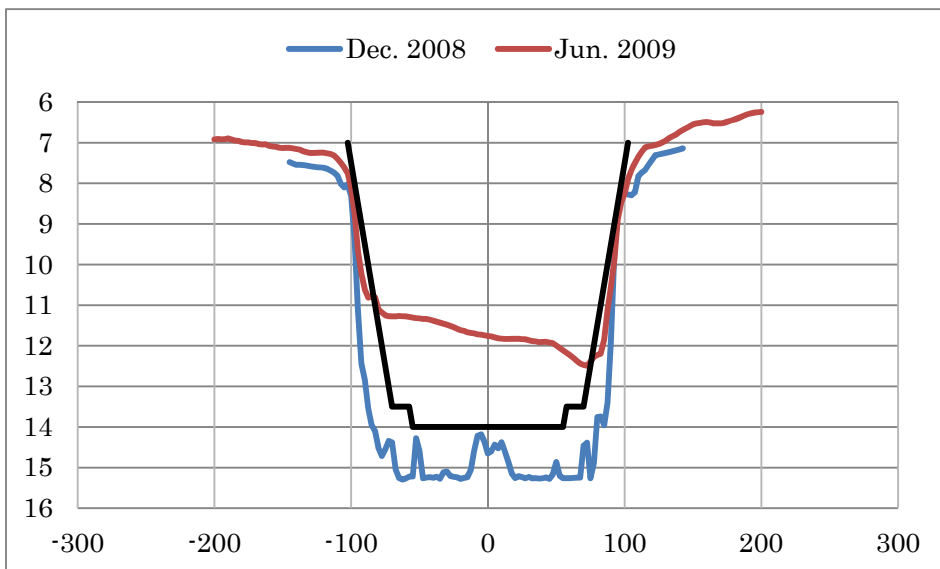


図 C.8 第二回目の浚渫後の測線 L19 断面の比較

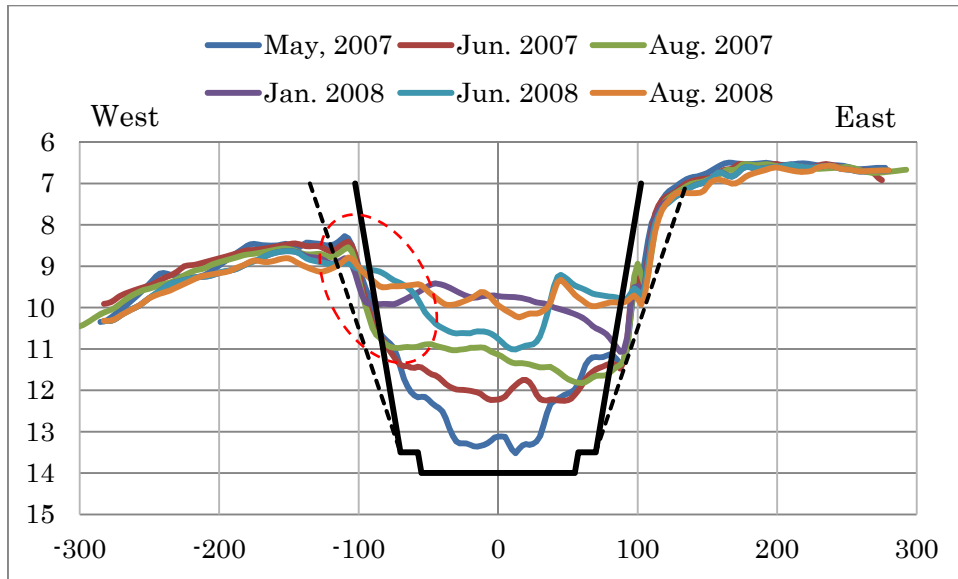


図 C.9 測線 L18 に沿った断面の重ね合わせ

図 C.9 は、測線 L18 に沿った 6 断面を重ねたものである。東側の斜面は計画断面よりやや東側にずれて施工されているものの、2007 年 5 月から 2008 年 8 月の約 16 ヶ月間にわたり勾配は 1/5 で安定していた。一方、西側の斜面勾配は前半に 1/10 であった。ところが、モニタリングを開始した 2007 年 5 月の時点ですでに勾配は 1/10 であった。後半には、勾配そのものが埋没によってなくなった。つまり状況は不鮮明である。

以上の考察の結果を表 C.1 にまとめた。この表によると、Inner 航路の浚渫後の側面勾配は計画通り 1/5 で安定していた。

表 C.1 泊地と Inner 航路の側面の安定性と勾配

	西側斜面	東側斜面
L22	なし	安定 1/5
L21	安定 1/5	安定 1/5
L20	安定 1/5	安定 1/5
L19	安定 1/5	検討対象外
L18	不鮮明	安定 1/5

C.2 航路の位置変更の可能性

対策の代替案の一つとして、航路位置を変更する可能性を検討した。図 C.10 と図 C.11 は、2013年4月19日に実施した深淺測量の結果である。

図より、現航路の西側の地形について、以下のような特徴が確認された。

- 西側には局所的に深い部分がある。
- 東側は、以前はもっと深かったという情報もあり、1回の測量データに基づいて航路の位置を変更するにはリスクが大きい。
- 現航路は現在埋め戻っているけれども、過去に2度浚渫されている。そのため、埋め戻った泥土は他の場所に比べて軟らかいと想定されるため、現航路の再浚渫が容易に行える。
- もし、埋没速度が一定であるとの仮説が検証されれば、埋没は航路内外の水深差に無関係となる。これは、もともとの水深が深いことが維持浚渫に有利にならないことを意味する。

これらの特徴から、航路を西側に移動することを推奨する積極的な理由はないと言える。

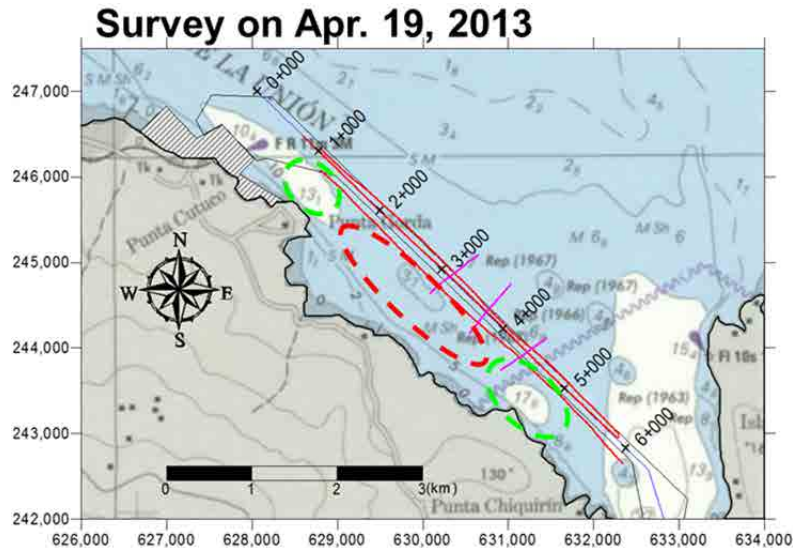


図 C.10 2013年4月19日の測量航跡図

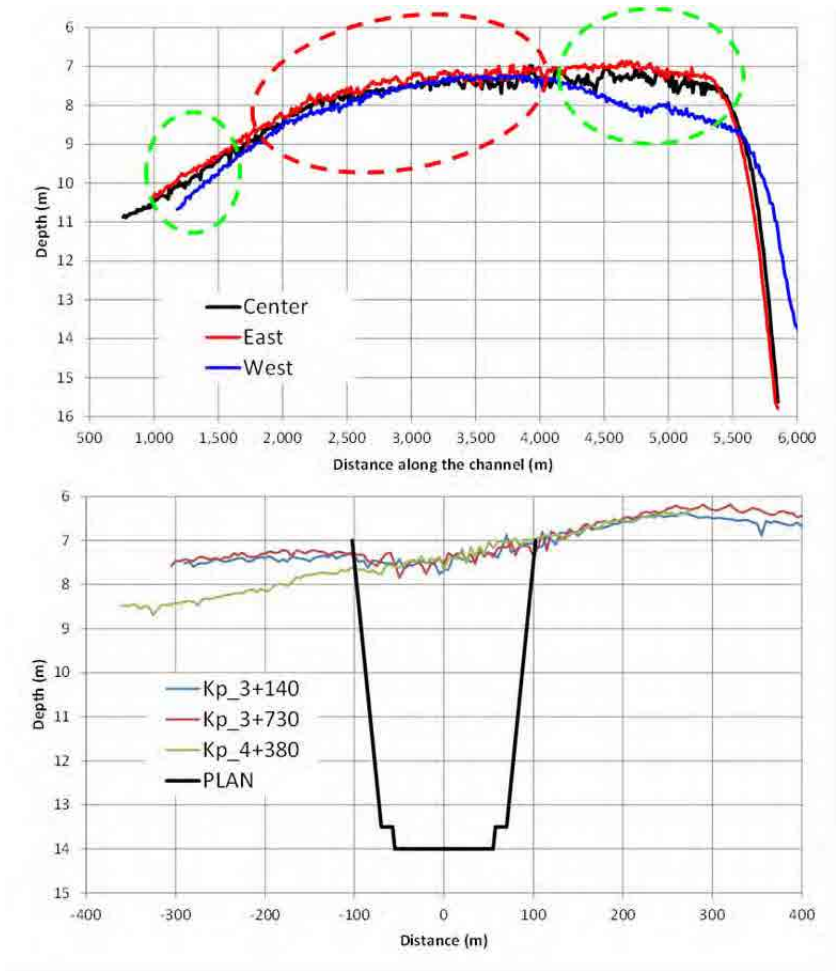


図 C.11 2013 年 4 月 19 日の測量結果

C.3 レイキ浚渫

C.3.1 レイキ浚渫の方法

ラ・ウニオン港では、2012年8月から2013年1月の期間にレイキ浚渫が行われた。レイキ浚渫はアジテーション浚渫の一種であり、ラ・ウニオン港で簡便に施工できる浚渫方法として期待されている。図 C.12 が、ラ・ウニオン港で用いられているレイキである。ラ・ウニオン港で行われているレイキ浚渫の方法について以下に述べる。



図 C.12 レイキ浚渫に用いられているレイキ

図 C.13 に、レイキ浚渫が実施された範囲を示す。レイキ浚渫は、Inner 航路の浮標 No.15 と No.13・No.14 の間の約 4km 区間において行われた。

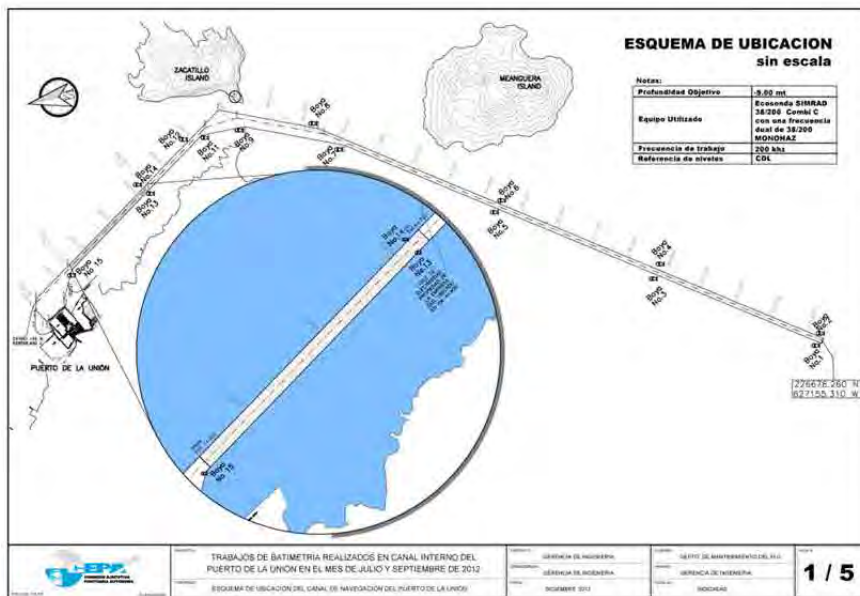


図 C.13 Inner 航路におけるレイキ浚渫の実施範囲

図 C.14 にレイキ浚渫の方法を示す。航路長手方向 4km の範囲をそれぞれ約 1.3km の長さの 3 区間に分割する。一つの区間において、レイキ浚渫をパターン 1 とパターン 2 を交互に繰り返しながら 5 日間連続して継続する。この浚渫を区間 A→区間 B→区間 C と行い、再び区間 A に戻る。レイキ浚渫は基本的には下げ潮時に実施した。

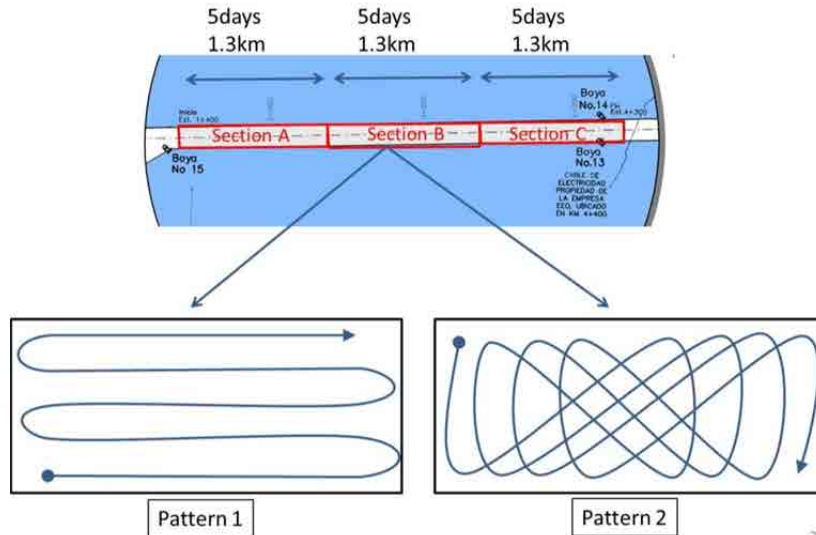


図 C.14 レイキ浚渫の方法

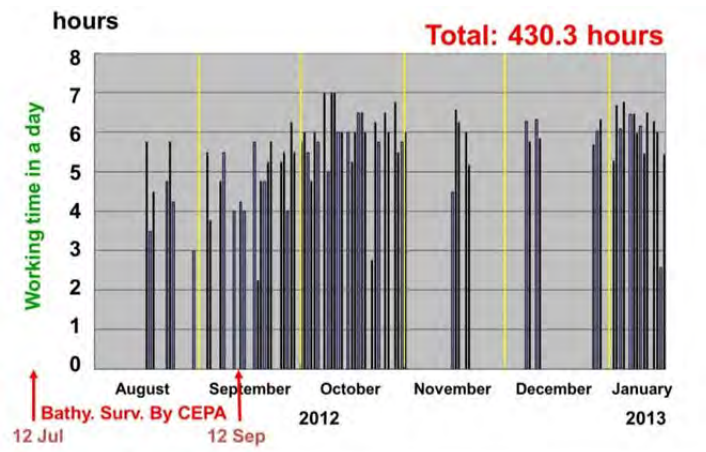


図 C.15 レイキ浚渫の作業時間の記録

浚渫の実施日時、場所、ルートなどのレイキ浚渫に直接関係する記録は何もない。残っている記録は、レイキを牽引するタグボートの船員と作業員のタイムカードだけであり、作業日の出港時間と入港時間が記録されている。

図 C.15 は、2012 年 8 月から 2013 年 1 月の期間の作業実施日の労働時間を示す棒グラフである。実際にレイキ浚渫を実施した時間は、この労働時間より短いのであるが、それは不明である。

レイキ浚渫は 2012 年 8 月中旬に始まり、9 月中旬から 10 月末の期間に集中的に浚渫作業が行われている。11 月と 12 月の 2 か月間にはあまり浚渫作業が行われていない。2013 年 1 月になって、浚渫作業は再び活発になったように見受けられるものの、1 月末から 3 月末までは全く行われていない。

C.3.2 レイキ浚渫の評価

レイキ浚渫の有効性を調べるために調査団が入手できた深淺データは、わずかに図 C.16 と図 C.17 だけである。深淺測量が実施されたのは、レイキ浚渫が始まる前の 2012 年 7 月 12 日と始まった後の 2012 年 9 月 12 日である (図 C.15 参照)。航路長手方向の海底 (航路) 地形 (図 C.16) と断面地形 (図 C.17) についてレイキ浚渫開始前後を比較すると、前後の地形はほぼ同じであることがわかる。つまり、これらのデータで、レイキ浚渫の有効性を確認することは極めて難し

い。

深浅測量が行われた月日を見ると、これらの測量日が挟む期間のなかに、集中的にレイキ浚渫が行われていた9月中旬から10月末までの時期が含まれていないことが分かる。したがって、レイキ浚渫が有効でないと結論付けるには慎重でなければならない。

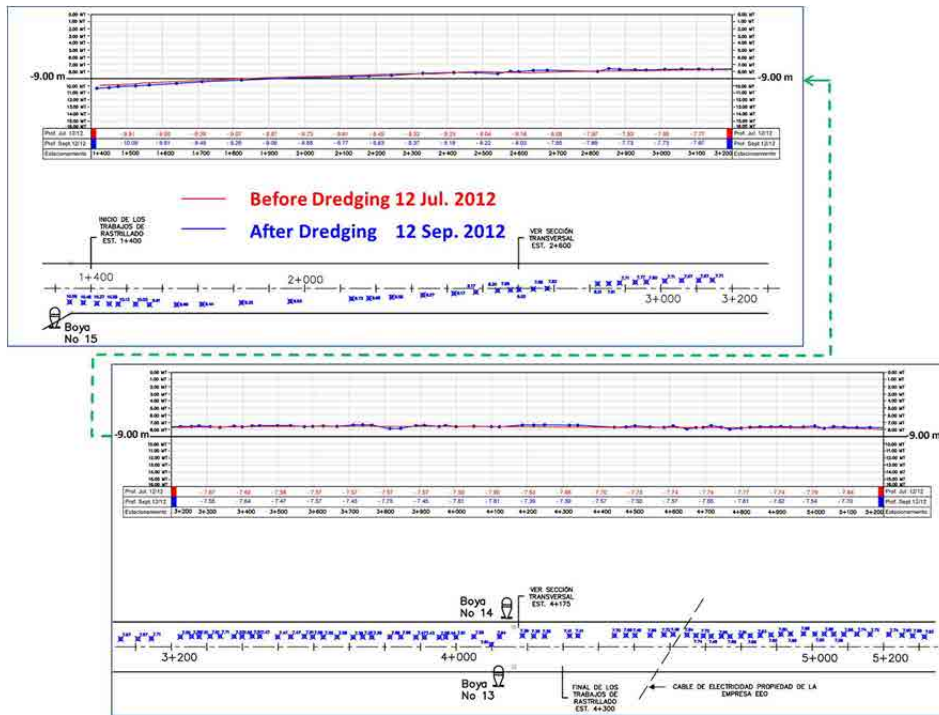


図 C.16 レイキ浚渫開始前後の航路底地形の比較（航路長手方向）

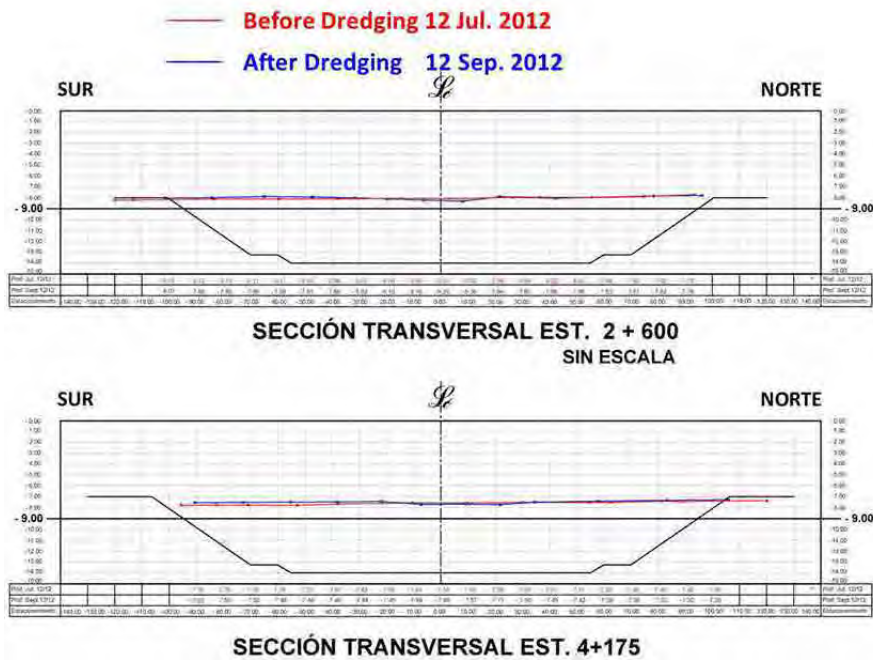


図 C.17 レイキ浚渫開始前後の航路断面の比較

C.3.3 流れを利用した浚渫工法

(1) 水ジェット浚渫 (WID)

水ジェット浚渫 (Water Injection Dredging 以下 WID) はまだ 25 年の歴史しかない新浚渫候補で Van Oord が特許を有する。WID は、図 C.18 に示されるような自航式のボートに潜水式のパイプで構成された枠を装備し、これに設置された直径約 5 cm のノズルから低水圧の水ジェットを海底地盤に注入することによって、地盤付近の土層を流動化(fluidizing)することで、フルードマッドの状態において土層を動かそうとするものである。

この方法は密度流の流体動力学によるものであり、アジテーション浚渫の、土粒子懸濁水塊の拡散によるものとは全く異なるものである。フルードマッド層は海底面の直上付近のみを移動するものであるため、環境的影響は、拡散を浚渫として有効である程度に起こす場合、それに比べてはるかに限定的である。さらにこの方法は土の輸送のためのエネルギーを必要としないため、従来の浚渫方法と異なりきわめて経済的であり、よって環境にも優しいものである。



図 C.18 WID 浚渫船 (出典: PIANC Report No. 120-2013 INJECTION DREDGING (J. Smith et al. 2013))

この浚渫のプロセスは以下ようになる:

- 1) 水ジェット注入により海底面の土の粘着力を減ずる
- 2) 海底の土層 (層厚 1~3m) が流動化する
- 3) 流動化した土層 (フルードマッド) と周辺の海水の間の密度の差によって密度流が発生する (あたかも河口における“塩水くさび”現象のように)
- 4) 密度流による移動のうちに流動化した土層内において土粒子の凝集進行していき、それによって流動化した土層内の内部摩擦抵抗が増加し、密度流の推進力に打ち勝つと、土粒子の沈降が始まる

上記ステップ 3) における密度流の推進力はフルードマッドと海水の間の密度とそれによる静水圧の差が推進力となっている。推進力が内部摩擦力と海底との摩擦力を越えるとき密度流が起こる。(図 C.19 参照) 水ジェットによっていったん流動化した土粒子は移動の過程において徐々に凝縮していく。そして、内部摩擦力が増加し推進力に打ち勝つと土粒子は沈降を開始する。河川流、潮流などの自然流はその方向によるが密度流を助ける。

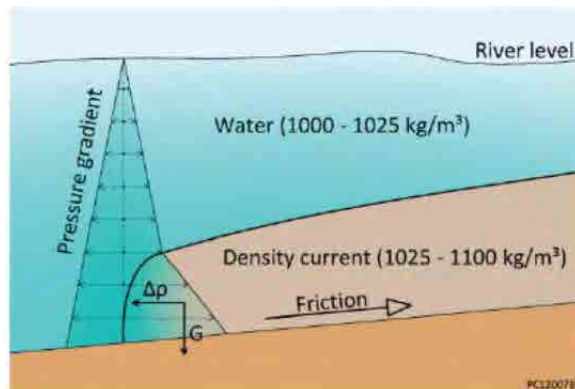


図 C.19 流動化した土層の流動推進力 (出典: PIANC Report No. 120-2013 INJECTION DERDGING(J. Smith et al. 2013))

上述したように WID は自然流によって助長されるが、自身の力によって土を移動する、よってこの適用においては土質特性、潮流、波浪、海底地形、堆積のメカニズムなどの自然条件の調査が重要である要となる。簡単に言えば、土粒子が細かいほど、土の粘着力が小さいほど、土の流動化は容易である。しかし、実際の自然状況下ではすべてが完全に論理的に進むことはない。

PIANC の報告書 No. 120-2013 に河川や河口に位置する 10 港における作業能率が示されている。これは単一河川流が存在する場合非常に有効であることを示している。作業能率は表 C.2 に示す通りである。

表 C.2 WID プロジェクトの典型的作業効率

Project Name	Soil Description	Volume (m ³)	Duration (hours)	Production Rate (m ³ /hr)
Epon Harbour, Delfzijl, The Netherlands	Silt & sand D ₅₀ 0.3mm	160,000	200	800
Haringvliet Harbour, The Netherlands	Silt/clay	121,000	252	480
Crouch River, United Kingdom	Clayey silt	6,200	12	540
Upper Mississippi River 1992	Sand 0.3 - 0.4mm	6,154	44	140
Calumet 1994	Silt 0.004-0.05mm	12,034	24	502
East and West Calumet floodgates	Silt 0.004-0.05mm	17,900	17	1,080
Michoud 2002	Silt 0.06mm	178,642	96	1,861
Mississippi River Gulf Outlet (MRGO) 2003	Silt	269,230	96	2,800
Weser Estuary, Germany, 2009	Sand 0.6 mm	650,000 (per year)	1,200	550
Elbe Estuary, Germany, 2009	Sand and Silt 0.05-0.6 mm	1,500,000 (per year)	2,000	750

(出典: PIANC Report No. 120-2013 INJECTION DERDGING (J. Smith et al. 2013))

(2) 水中鋤浚渫

鋤浚渫はタグボートに吊り下げられた、ちょうど耕作農地で使われる鋤に似た、大きな鋼製杵を引きずって海底を攪乱し、それによって土粒子が水中に浮遊し、拡散によって移動することを期待するものである。この方法は海底を攪乱（アジテーション）するためアジテーション浚渫とひとつに分類される。しかし、この方法が“海底均し機（bed leveler）”と呼ばれるように、これは通常ほかの浚渫方法の補助後方として、たとえば、浚渫海底面の不陸を、特にグラブ浚渫後の場合に、緩和するのに利用され、基本的に小さな区域の中で土量のバランスをとるときに使われる。

この方法は、機械的力と自然水流の助けを借りた拡散のシステムによって土の移動を期待するものである。どちらのシステムが支配的であるかは均し機（鋤）の形状による。塵取りのような形状（図 C.20 参照）の均し機は底皿の中の土を機械的に押し動かすことができるが、フォークの形状の均し機では攪乱と拡散が期待されるだろう。

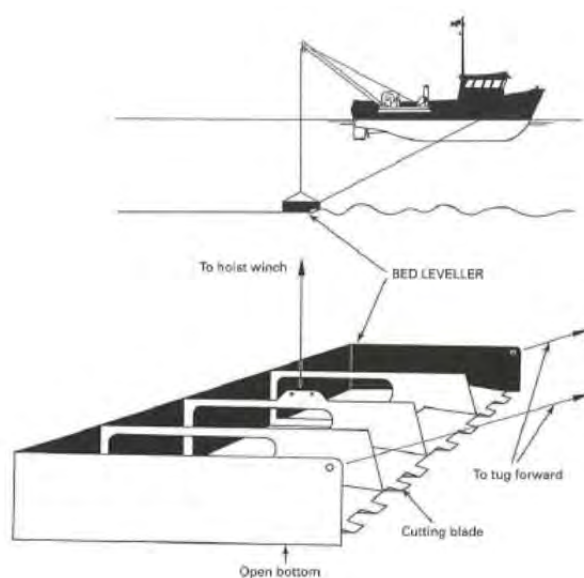


図 C.20 海底均し機（塵取り型）

(出典: “Dredging; A handbook for engineers” R N Bray et al. 1998)

日本のある地域においては水質と海底堆積物の劣化が浅海の水産業に悪影響を及ぼしている。そこでは、海底の耕耘がこれを改善するために試されてきた。その結果、水質は改善された(底層水の濁りは最大 150 to 300mg/L と観測された) しかし、海底堆積は明快には改善されなかった。適用された水中鋤はおよそ 2m x 2m から 2m x 5m で重さは約 300kg であった。一般的に漁船の友から海底に落とされた鋤が引きずられる。1回の作業範囲は 1km x 1.5km で約 10 隻の漁船が同時に約 4 ノットのスピードで 8 時間往復作業する。これは “Study on “Cultivation of Sea Bottom” to Adjust Seawater Nutrient Imbalance” (Nakanishi et al. 2012)を参照している。図 C.21 はその鋤の例を示している。鋤もレーキもほとんど同様の浚渫方法であるが鋤はヨーロッパで均し機として使われ、日本では海底品質の改善のために適用された。しかし、どの場合もラウオニン港で現在使用されているレーキの大きさを維持浚渫に利用したケースはない。



図 C.21 日本における鋤浚渫

(出典: Impact on survival and growth of young shell with the change of bottom sediment of the cultivation of sea bottom in Japanese (Mizuno et al. 2006))

(3) アジテーション浚渫

アジテーション浚渫は土粒子を、何らかの方法で海底表面付近を攪乱 (agitation) することによって水中に浮遊させ、拡散に加えて河川流または潮流などの自然流の助けによって移動しようとする方法である。攪乱方法はたとえば上述した“鋤”や水ジェット、カッターサクシオン浚渫船のカッターヘッドに依る。カッターヘッドの場合は、浚渫土は浚渫船のカッターヘッドからサクシオンポンプによって浚渫船まで吸い上げられるが、排砂管を通して排送される代わりに浚渫船から直に船外に排出される。もしも鋤が実験上効果的だということが確認できた場合は、それはタグボートと“鋤”と呼ばれる鋼製杵を必要とするだけであるので、非常に経済的である。

Francis Way 等によれば、米国ジョージア州の Savannah Harbor において 1932 年から維持浚渫として下げ潮時にタグボートで I 型鋼を引きずることが実施されてきたが、この方法が近年環境配慮の点から中止された。このため、この影響を審査するためにこの浚渫方法の実験的調査が実施された。

この実験では、2つの方法、すなわち櫛状の突起物を付けた I 型鋼で作った杵をけん引する方法及びカッターサクシオン浚渫船本船外直排出する方法が実施され、TSS (総懸濁固体量)、水温、塩分、濁り、溶解酸素、pH、等の時系列的的位置的变化が測定された。

結果として以下のようなことが見いだされた:

- I-ビームによる攪乱の結果による浮遊土は海底より 3m 以浅、攪乱場所から 600m 以上の距離の場所では見つけられなかった
- 浮遊土濃度は最大 200mg/L でこれは攪乱場所において見いだされた
- 上項の濃度の程度は航海船舶のプロペラの約 15 分間の運転による攪乱による濁りとほぼ同程度である
- カッターサクシオン浚渫船本船外直排出による浮遊土は攪乱場所の 30m 下流において TSS 760mg/L であった、また最大輸送距離は 1,500m であった
- この時、比較的粗粒土粒子は下流 600m 以内で沈殿しておりそこでは TSS は約 150mg/L まで下降していた。そして、細粒土粒子のみが 600m 以上移動していた
- これらによって、彼らは、アジテーション浚渫が受け入れられないような環境影響を起こしているという事実は見いだせなかったと結論づけている。

しかし、この結論は、一方でこの浚渫方法が考慮されるべき浚渫効果を発揮しないということの意味する。上述の報告書は水流や土性の詳細な資料を含んでいないのではっきりと断言することはできないが、I-ビーム杵による攪乱による土の実質的な移動は最大 300m 以内であり、固体含有率は最大 0.1%であり、これは TSHD による浚渫土のその 1/100 以下であるようである。よって、この方法の浚渫効果は 300m 以内の区域に限定されると考えてよいであろう。一方、本プロジェクトのインナーチャンネルは長さ 5 km であり、アウターチャンネルは長さ 16 km であることから、上述の浚渫効果の及ぶ距離は小さすぎる。加えて効率が TSHD の 1/100 以下であることから、1 船の TSHD と同等の生産量を得るためには 100 船のアジテーション浚渫船が必要ということになる。

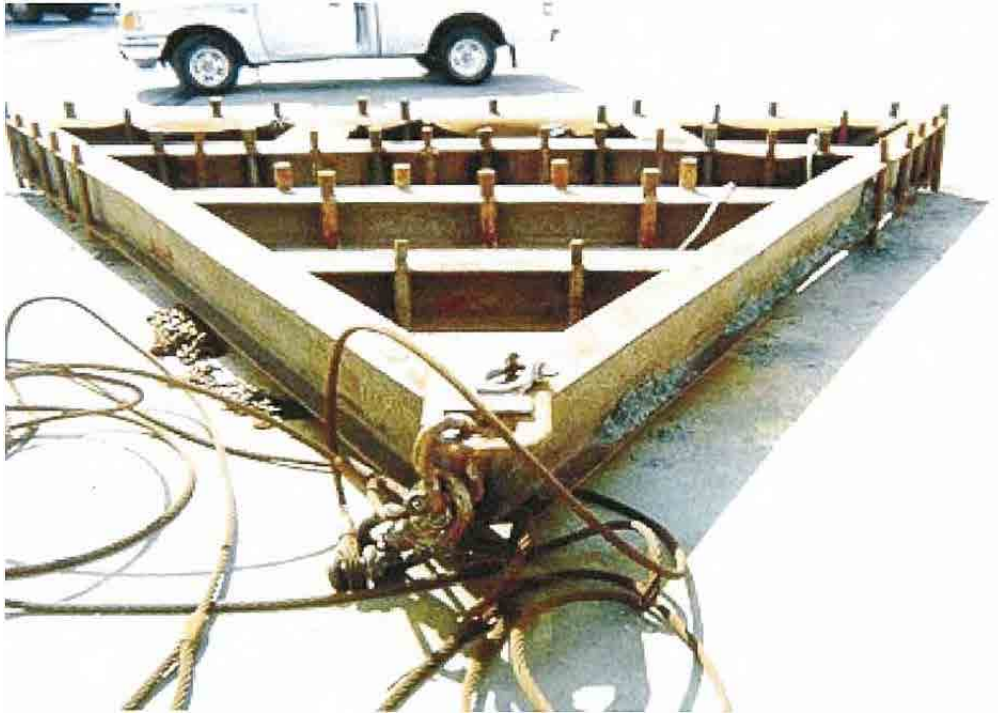


図 C.22 アジテーション浚渫用枠の例

(出典: EFFECTS OF AGITATION DREDGING IN SAVANNAH HARBOR(Francis Way et al.)
(<https://www.westernredging.org/index.php/information/proceedings-presentations/category/72-session-8c-dredging-project-case-studies%3Fdownload=300%3A4-way-et-al-effects-of-agitation-dredging-in-savannah-harborpdf> , February 28 2014))

C.4 CEPA の計画に対するコメント

(1) CEPA の人工島計画

航路、旋回水域、泊地の埋没量を少なくするための長期的対策の一つとして、CEPA はラ・ウニオン湾の港から北西方向 1km の水域に半円形の人工島を建設することを検討している (図 C.23 参照)。以降この島を半円形島と呼ぶことにする

CEPA の期待する半円形島がラ・ウニオン港にもたらす効果は以下のとおりである。

- a) 港からわずか 1km しか離れていない位置にあるので、ここを浚渫土砂の処分場とすれば、現況での浚渫経費の 40% を削減できる。
- b) 半円形島によって埋没底質を運んでいる潮流の流向が変わり、ラ・ウニオン港の航路埋没が非常に減少する。
- c) マングローブの植栽による森林再生で多様な種に海洋の生息地を提供し、絶滅の危機を回避する。マングローブによる森林再生は、半円形島を侵食から守ることにもなる。

CEPA が期待しているこれらの効果のうち、a) と b) について簡単に検討する。



図 C.23 人工島計画の位置、港の北西 1km のところ

(2) 浚渫土砂投棄場所としての半円形島の効果

半円形島の半径は 1km であるので、その面積は 1.57 百万 m^2 となる。海図のデータを参考に建設地点の水深を 5m と仮定すると、浚渫土砂を受け入れる容量は、7.85 m^3 となる。一方、泊地と Inner 航路から発生する維持水深別の浚渫土砂量は図 C.24 のとおりである。この量は、修正指数モデルを用いて浚渫サイクル 3 ヶ月の条件で予測したものである。例えば、航路維持水深が 12m の場合、浚渫しなければならない土砂量は年間 2.3 百万 m^3 である。もし、この発生土砂量をすべて半円形島に投棄するとすれば、3.4 年間で満杯になる。つまり、半円形島が浚渫土砂投棄場所として使える期間には限りがある。

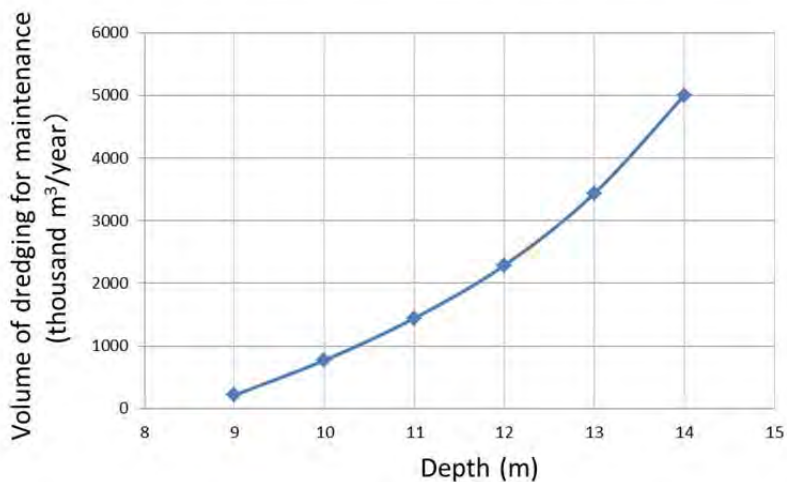


図 C.24 泊地と Inner 航路の維持水深別の年間維持浚渫量

一例として、泊地と Inner 航路からの発生浚渫土量をすべて半円形島に処分した場合、どの程度浚渫コストが縮減されるか、試算した。浚渫コストの見積もり方法については第 6 章で詳述する。見積もりの条件は以下のとおりである。

- ・浚渫作業：外注
- ・埋没予測モデル：修正指数モデル
- ・浚渫サイクル：3ヶ月
- ・投棄方法：沖合投棄と同じ（なんら特殊な方法は用いない）
- ・浚渫コストの見積もりでは、Outer 航路の浚渫も含める

浚渫コストの見積もり結果を、図 C.25 と図 C.26 に示す。図 C.25 は、全ての浚渫土砂を沖捨てする場合と、泊地・Inner 航路の浚渫土砂を半円形島に投棄する場合の浚渫コストを比較したものである。また、前者と後者の浚渫コストの比をコスト削減率として、同図に示している。コスト削減率は目標維持水深が大きくなるにつれて減少し、CEPA が想定しているように、60%以下まで低下する。コストの削減は、浚渫場所から投棄場所までの距離が短くなったためである。距離が短くなると浚渫船が一回転するに要する時間が短くなり（一定期間の回転数が多くなる）、ホッパー浚渫船の必要容量が小さくなる（図 C.26 参照）。

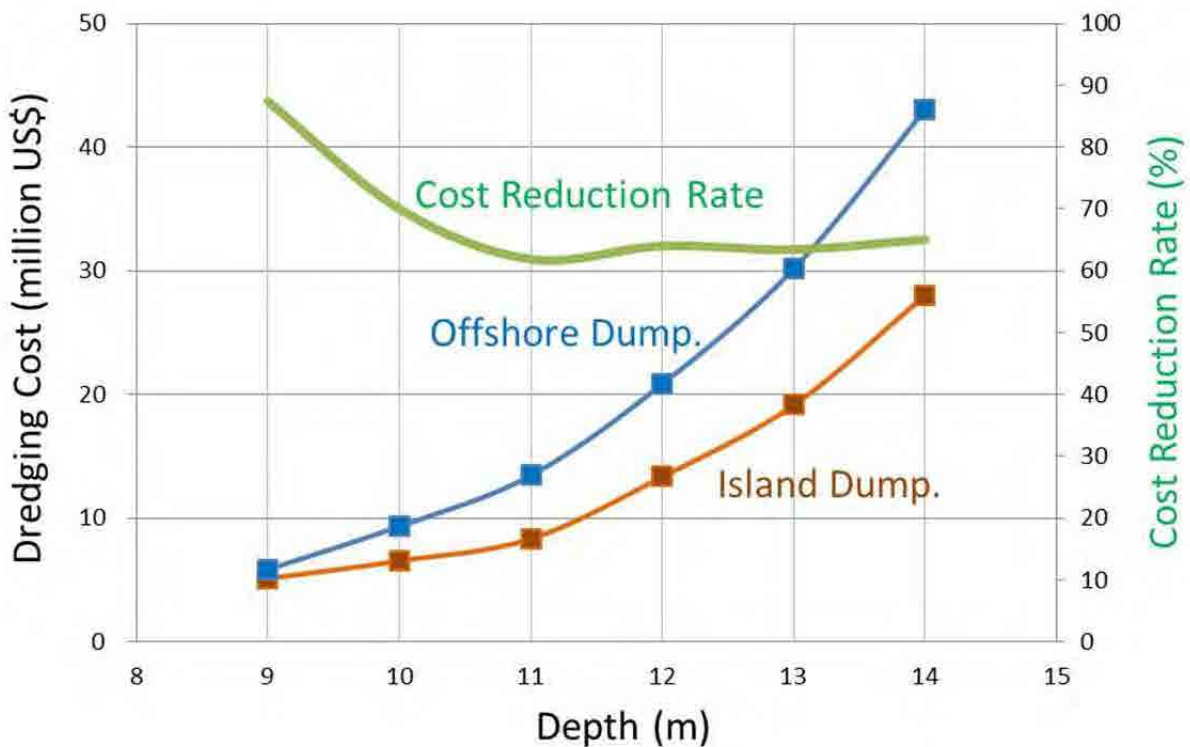


図 C.25 沖捨ての場合と一部半円形島へ投棄する場合の浚渫コストの比較

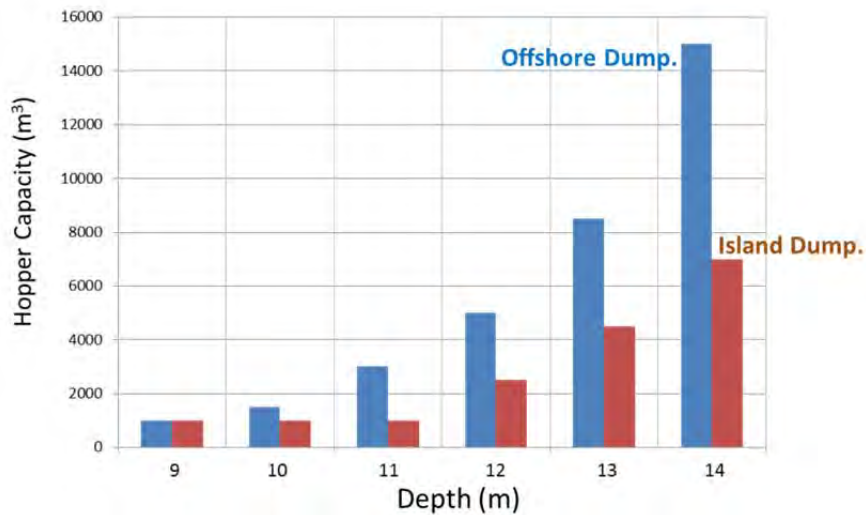


図 C.26 沖捨ての場合と一部半円形島へ投棄する場合のホッパー浚渫船容量の比較

(3) 半円形島の航路埋没量低減効果

図 C.27～図 C.30 は日本で建設された人工島の例である。これらの埋め立て工事では、泊地や航路から発生した浚渫土砂の処分も行っている。人工島のような大規模構造物を海域に建設する際には、構造物が周辺環境（その代表的物理条件は流れである）に及ぼす影響を可能な限り少なくなるように特別の注意が払われる。

図 C.27 の北九州空港の例では、滑走路の方向が海岸線の方向と概ね平行になっていて、空港の潮流に及ぼす影響が少なくなっている。

図 C.28 の伊勢湾内に建設された中部国際空港の例では、潮流が乱れることを避けるために、陸地に最も接近している空港島の角を取り除きなめらかな曲線にしている。

図 C.29 は東京湾内に葛西臨海公園の一部として建設された二つの半円形状の島である。いずれの島も、海浜と干潟を備えている。左側の島には橋が架かっているが、人々は島へ渡ることができるが、右側の島には橋がなく渡れない。右側の島は野鳥を含む生態系の多様性の保護区域である。半円形の側壁は、河川からの流れに影響を与えないように設計・施工されている。



図 C.27 北九州空港



图 C.28 中部国際空港



图 C.29 葛西臨海公園



图 C.30 東京国際空港（羽田空港）



図 C.31 杭群で支えられた滑走路

図 C.30 は東京湾内に建設されている東京国際空港（通称：羽田空港）である。A地点のところに航路があるために、滑走路はこれ以上A地点に近づけることができなかった。その結果、滑走路は河口前面まで延びざるを得ず、河川からの流れを阻害する恐れがあった。この状況を避けるために、図 C.30 中に点線で囲んだ部分の滑走路を杭群で支えている（図 C.31 参照）。杭群は河川流に対して透過性があるので、好ましくない影響は最小限にさえられている。

これらの例に示すように、大規模構造物を海域に建設する際には、それが周辺海域に及ぼす影響を極力少なくするのが一般的である。

日本では、CEPA が計画しているような規模の大きい構造物で潮流を制御した経験が乏しく、これがどのような結果をもたらすかを経験的に予測することは難しい。経験が乏しいのではあるが、半円形島が航路埋没に及ぼす影響（効果）をあえて予測してみる。

図 C.32 は、円形ケーソン周辺海底の潮流による地形変化を調べた移動床模型実験の結果である。実験での円柱は、現地で直径 80m のケーソンを想定している。潮流の方向に対して円柱の両側面の海底で洗掘が生じており、その場所はケーソン建設後に流れが速くなったところである。一方、堆積は流れが遅くなる円柱の前面と背面海底で生じている。この実験では、底質材料として砂を使用している。非常に細かなシルトの場合は、侵食領域も堆積領域も実験の結果より広い範囲に及ぶであろう。

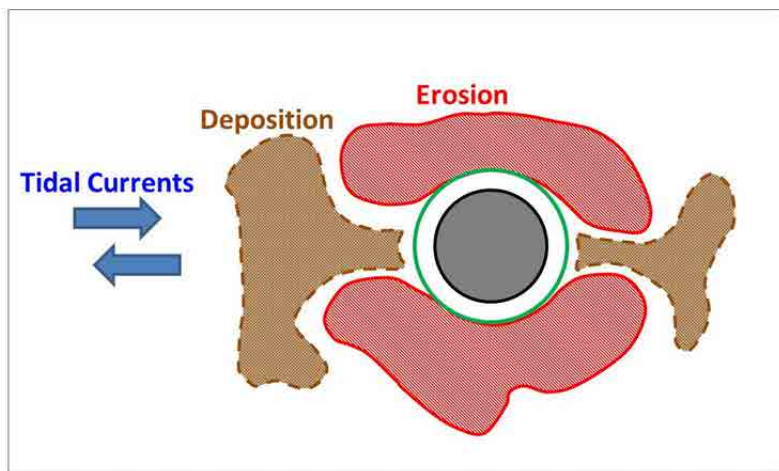


図 C.32 潮流による円柱周辺の洗掘と砂の堆積（移動床模型実験）

加島 聡・高澤 勤・樋口康三・今井貫爾(1991)：強潮流下における大規模橋梁基礎の洗掘特性に関する研究、土木学会論文集、No.438/II-17、pp.51-60.

図 C.33 フォンセカ湾である。赤い線で囲んだところに、円形の El Tigre 島がある。図 C.34 は海図をもとに島周辺の海底地形を示したものである。潮流の方向に対して、両サイドの洗掘と前後の堆積は図 C.32 とよく似ている。



図 C.33 フォンカセ湾内の El Tigre 島の位置

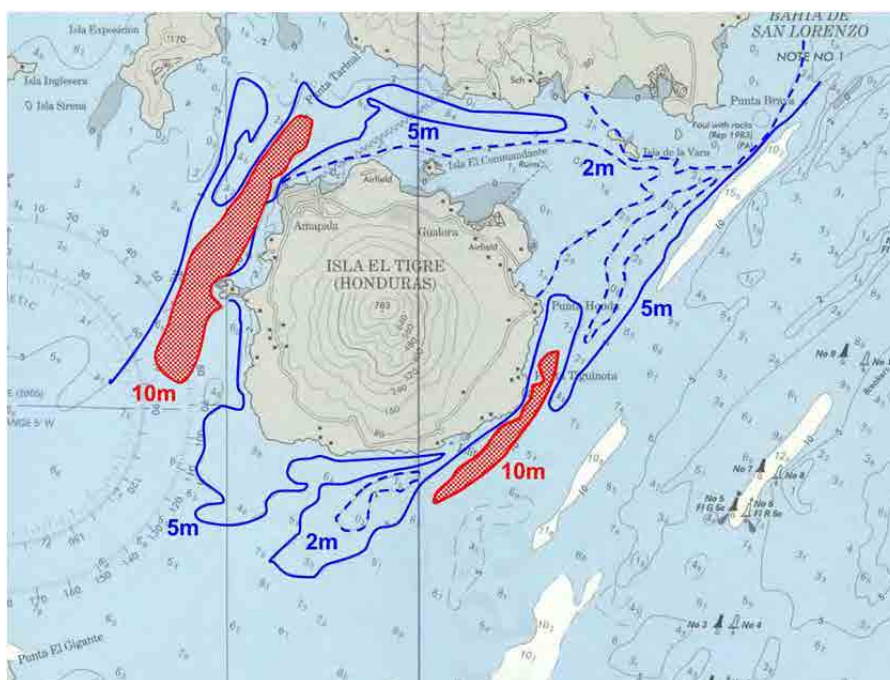


図 C.34 El Tigre 島周辺の海底地形

さて、地形変化の状況は単純である。海域にある構造物を建設した時、その周辺の海底地形の

変化は流れのパターンの変化を考慮に入れて推定することができる。つまり、構造物建設前と比べて建設後に流れが速くなる場所は侵食を受け、逆に流れが遅くなる場所は底質が堆積し浅くなる。

図 C.35 は、単に机上で推定した下げ潮時の半円形島周辺の流れの変化の様子である。この予想結果によると、半円形島の下手側には、Inner 航路に沿って流速が減少するように後流が形成される。つまり、予想された結果は、半円形島を建設すると Inner 航路では航路埋没がこれまで以上に深刻になることを示唆している。

さらに、半円形島と陸地で挟まれた狭い海域では、流れが速くなる。その結果、海底が侵食を受け、最悪の場合はラ・ウニオン市の海岸侵食を引き起こすほどに水深が深くなる。狭い海域で水深が相当深くなることは図 C.36 を見れば容易に理解できる。この例では、水深が 30m 以上になっている。

以上のように考えれば、半円形島は CEPA が期待している効果をもたらすというよりはむしろ状況を悪くする可能性がある。

とにかく、ここでの考察は単に机上で行ったに過ぎない。半円形島の影響（あるいは効果）については、それを建設する前に十分な時間をかけて極めて慎重に検討することが必要である。

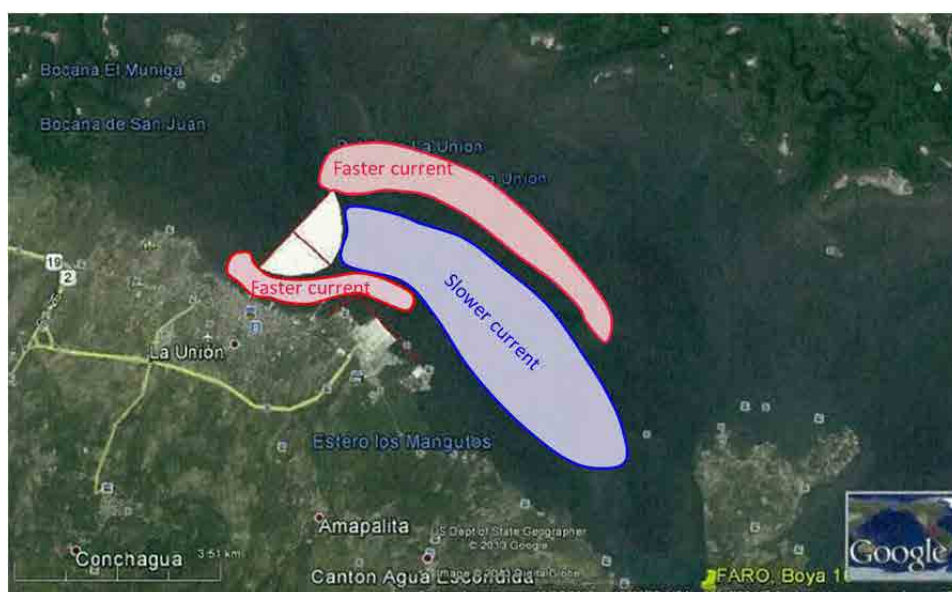


図 C.35 予想される流況変化（下げ潮時）

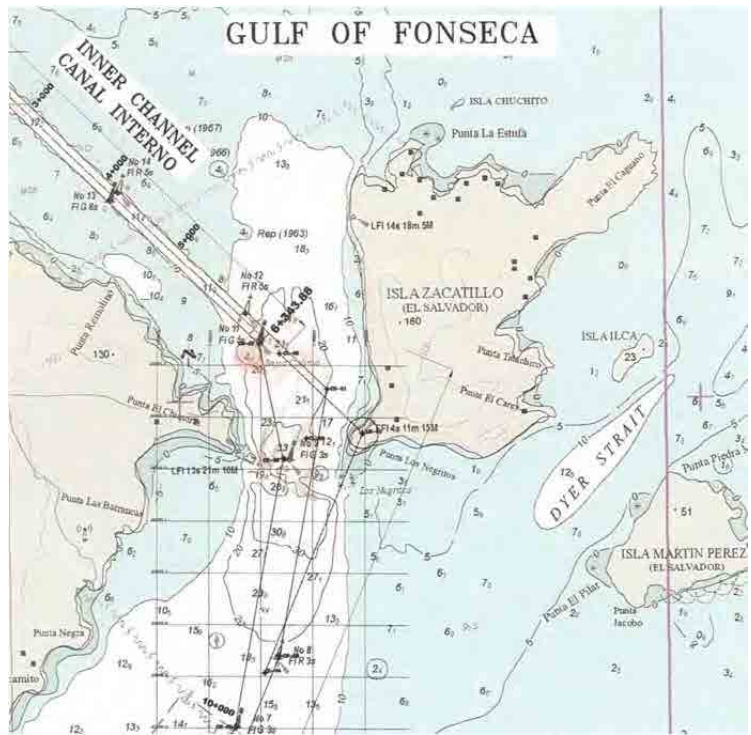


図 C.36 狭い海峡の深い水深

C.5 浚渫工法の検討

C.5.1 浚渫船の種類

このセクションではいくつかの主要な種類の浚渫船について概観する。

(1) 非航式カッターサクシオン浚渫船 (CSD)

1) 概要

カッターサクシオン浚渫船は、通常非航式の台船型本体に渦巻ポンプを保有している。ラダーと呼ばれる鋼製腕の先に取り付けられたカッターヘッド(刃を王冠状に配置したもので回転する)で海底土砂を攪拌し、攪拌され海水と混合された浚渫土砂を渦巻ポンプでラダーに取り付けられた吸い上げ管を通して吸い上げ通常鋼管で作られた排砂管によって土捨て場に水理圧送する形式の浚渫船である。よってこの浚渫方法はハイドロリック (hydraulic) 浚渫と呼ばれる。写真と典型的カッターサクシオン浚渫船の概念図を 図 C.37 および 図 C.38 に示す。

この形式の浚渫船の操船位置決めはスパッドと呼ばれる昇降し海底に差し込まれる 2 本の杭とラダーを通して海底に設置されたアンカーに連結しているスイングウィンチワイヤーによって行われる。

この形式の浚渫船には、またカッターレスサクシオン浚渫船というものもあり、これはカッターヘッドでなく水ジェットで海底を攪乱し攪乱した土を水と一緒にサクシオンパイプで吸い上げるものである。さらには堆積物-スライム-浚渫船というものもあり、これは攪乱しないで海底のスライムを吸引するものである。これは環境的に汚濁したスライムの浚渫に適用され、スライムの拡散を最小化しようとするものである。



図 C.37 カッターサクシオン浚渫船の写真
(出典: “IHC Beaver Cutter Suction Dredger” International Marine Consultancy)

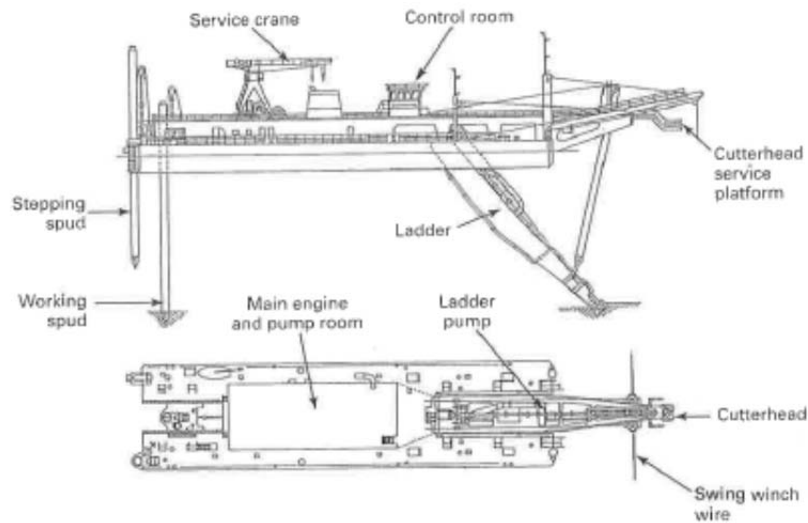


図 C.38 カッターサクシオン浚渫船の概念図
 (出典: “Dredging; A handbook for engineers” R N Bray et al.)

2) 浚渫工法

カッターサクシオン浚渫船はスパッドをひとつだけ海底に打ち込んでおき（図 C.38 working spud）、あらかじめ設置したアンカーにつなげられたワイヤーをウィンチで緊張、弛緩することにより、そのスパッド周りに回転（スイング）する。この時合わせて、ラダー先端に取り付けられたカッターヘッドも弧を描いてスイングする。

カッターヘッドは電動または油圧で回転しており、この回転でヘッド周辺地盤を攪拌する。同時に浚渫船本体に設置された渦巻ポンプによってカッターヘッド周辺の水を吸引する。これによって攪拌した土砂は周辺の水とともに吸い上げられる。この操作がヘッドのスイングの弧に沿って継続される。スイングして円弧状に浚渫が終了すると別のスパッドを打ち込むことで前進することができる。スパッドによる移動がアンカーの設置された範囲で完了すると、アンカーを一旦吊り上げ打ちかえる必要がある。この作業サイクルを繰り返す。

特徴

カッターサクシオン浚渫船の特徴は以下のようにまとめられる：

- 通常非航船であり、台船型の構造である
- 位置決めはスパッドとアンカーによる
- 補助船団として揚錨船とタグボートが必要
- カッターで海底土砂と水を攪拌しスラリーとして、ポンプで吸い上げ、排砂管を使って水圧圧送するシステム
- 捨土は大量の水を含む
- 浚渫可能深さは構造上ラダーの長さによって制限される

作業サイクル

カッターサクシオン浚渫船による浚渫方法はほぼ連続的反復的のものである。そのフローチャートは下記図 C.39 に示すようなものである。

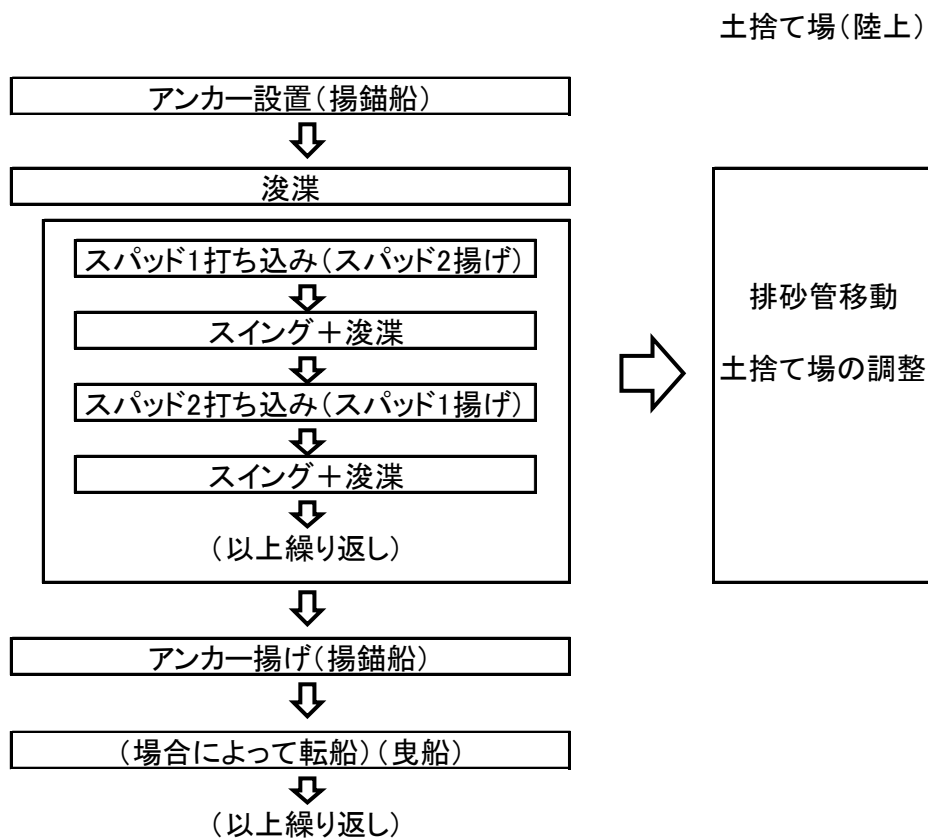


図 C.39 カッターサクシヨン浚渫のフローチャート

土捨て方法

カッターサクシヨン浚渫における最も一般的土捨て方法は、陸上または水上の土捨て場に排砂管の先から土捨てされるのが一般的である。また、その土捨て場は埋立地として将来の利用を考慮したものであることが多い。排出された浚渫土は大量の水を含んだスラリーである。従って、埋立地とされる水上の土捨て場は通常周囲を護岸壁等で囲まれたものになっている。周囲を囲まれていない海上に土捨てすることも可能であるが、その場合は、土粒子の大きさによってかなりの濁りが発生する。そのため、シルトカーテンを設置するなどの環境影響緩和策が必要である。

3) 優位点

主要な優位点は以下の通り：

- カッターサクシヨン浚渫船は、ポンプ能力の適当な浚渫船を採用することに加えて刃先、カッターヘッドを地盤に合わせて交換するなどして、広範囲の浚渫土に対応する能力を有する
- カッターサクシヨン浚渫船は、適切な場所で実施されれば能率は他の浚渫船に比べて高い
- 排砂管で浚渫土を配送するので浚渫と埋め立てが同時にできる
- 土運船は不要
- 浚渫仕上がり精度は比較的良い

4) 欠点

主要な欠点は以下の通り：

- 運転可能な海象条件に限られる（スパッドで保持する形式なので高波の発生する場所では作業できない）
- 土捨て場が遠い場合は経済的でない（ブースターポンプを使用するなどですればある程度の距離まで実施は可能である）
- 回航費が高い（非航式であるため外洋の回航にはリフトバージなどの特殊船が必要）
 - 交通の頻繁な航路には不適當（排砂管の水上敷設は航路を遮断する可能性がある）
- 浚渫土の含泥率が最も小さい。浚渫土は水と混合してスラリー状態で吸い上げられるため、土捨て場において余剰水の排水処理をしなければならない。特に細粒土（粘土、シルト）の場合には、排水に長期間が必要となる。
- 礫および鋼ロープ、鉄筋、などの人工がれきで高強度のごみが大量に存在する場合、これがカッターヘッドやポンプに詰まって停止の原因となるため生産性が顕著に落ちる

5) 運転制約条件

通常のカッターサクシオン浚渫船の経済的運転制限条件は下記のような点である：

- 最小浚渫可能水深: 0.75m
- 最大浚渫可能水深: 35m
- 最大波高: 2.0m(大型船)
- 最大うねり高 1.0m(大型船)
- 最大水流 2.0knot
- 最大粒径 500mm (大型船)
- 最大圧縮強度 10-20MPa

(2) トレーラーサクシオンホッパー浚渫船 (TSHD)

1) 概要

TSHD は浚渫土を積載するためのホッパーを搭載した自航船で、舷側にガントリーで吊りおろすことができるサクシオンパイプを備えている。サクシオンパイプの先端にドラッグヘッドを装備し、船舶の前進と同時に渦巻きポンプおよび他の補助ポンプによってドラッグヘッドから浚渫土を吸引してホッパーに積載する。TSHD の写真と概念図を図 C.40 および図 C.41 に示す。ほとんどの浚渫船はツインスクリュー式でバウスラスターを有し高精度の操船を可能としている。ホッパーに搭載された浚渫土は通常ホッパー底の開口窓から投下されるが、ほかに海岸に設置した排砂管に接続してポンプ圧送して土捨てることもある。水際線の埋め立ての場合、浚渫土はしばしば舳先に装備されたノズルから吹き上げて土捨てされることがある。（この作業を吹き上げる浚渫土の放物線軌道にちなんで「レインボー」と呼ばれる）全体の TSHD の約 80% がホッパー容量 750-5,000m³ であるが最大のもの 20,000m³ に達する。



図 C.40 TSHD の写真

(出典: “TSHD Glenn Edwards 10,000m³” The art of dredging.com)

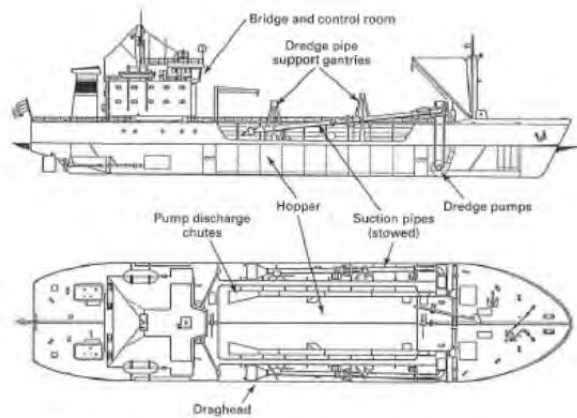


図 C.41 TSHD の概念図

(出典: “Dredging; A handbook for engineers” R N Bray et al.)

2) 浚渫工法

TSHD 浚渫は浚渫船本体を1～5ノットの速度で航行させながらでドラッグヘッドを海底面に牽引しながら行うハイドロリック浚渫である。浚渫土はドラッグヘッド周りで崩壊して水圧差によって吸い込まれることによって浚渫される。海底地盤が硬い場合、高圧水ジェットやスクレーパーなどの補助具が使用される。ドラッグヘッドは「うねり相殺機」とよばれる海底接地圧をウィンチで調整する仕組みによって調整され、波浪うねりなどによる本体の垂直移動を相殺して垂直位置を維持するよう設計されている。

浚渫土は船体に搭載されたホッパーに積載される。ホッパー内で浚渫土沈殿後の上澄み水はオーバーフローパイプを通し船底から排水される。オーバーフロー高さは浚渫土の土性によって調整できるようになっている。細粒土の場合はオーバーフローが発生すると浚渫は終了する。なぜなら細粒分は迅速に沈降しないため浚渫作業を継続してもホッパー内の実質分の増加は期待できないからである。粗い砂や砂利のような粗粒分の場合はホッパー内の浚渫土の密度が高くなるので通常ホッパー容量の80%程度に抑える。そのため、この場合はオーバーフロー高さを低めに設定する。ホッパーの形状は内部に乱流が発生しないように設計されている。

近年の TSHD は LMOB(Light Mixture Overboard)小含泥率土排出 または ALMOB (Automatic

Light Mixture Overboard))自動小含泥率土排出システムを搭載しており、これによって十分な土粒子分を含有していない吸引物をホッパー搭載前にバイパスして排出し浚渫効率を改善しようとしている。しかし、これらのバイパス排出システムとホッパーのオーバーフローはこの浚渫法における主要な濁り発生の原因となっている。

ホッパーが満載になると、サクシオンパイプは船内に取り込まれ本船は土捨て場に航海し、到着すると、浚渫土は、ホッパー底のドアの開放により土捨てされる。そして、浚渫船は浚渫区域に戻り引き続き浚渫作業を継続する。

船底からの土捨ての場合は2、3分で完了する。ポンプ土捨ての場合は1時間程度必要。

浚渫船の主要部分はホッパーが占めている。渦巻きポンプは船底に内蔵されているが場合によって水中ポンプがサクシオンパイプ内に装備されている。

作業サイクル

作業サイクルは下記 図 C.42 のようになる:



図 C.42 TSHD の作業フローチャート

土捨て方法

海上投棄：ホッパー底扉から投下

陸上海岸埋め立て：排砂管によるポンプ圧送またはノズルによる噴出。

3) 優位点

- 船舶形状であることとドラッグヘッドの深さ保持システムにより TSHD は広範囲の海象条件下で稼働できる
- 必要な補助船舶機材が最小で独立性が最大
- 浚渫土の長距離移送能力が大きい
- 比較的高能率
- 船舶形状と自航システムによって回航が容易で経済的

4) 欠点

- 浚渫土が硬い場合不可能
- 砂利玉石の混在に脆弱
- カッターサクシオン同様浚渫土の含泥率が小さい。(ホッパーで上水をオーバーフローさせるためカッターサクシオンの土捨て場での含泥率より若干良い。)
- カッターサクシオン同様高強度のがれきが混在する場合は生産性が落ちる

5) 運転制約条件

THSD による経済的運転条件は通常以下のとおり：

浚渫水位： 4～45m
 最大航海速度：17knot
 最小回転径：75m
 最大波高： 5m
 最大流速： 3knots
 最大粒径： 30cm
 最大せん断強度（粘土）： 75kPa

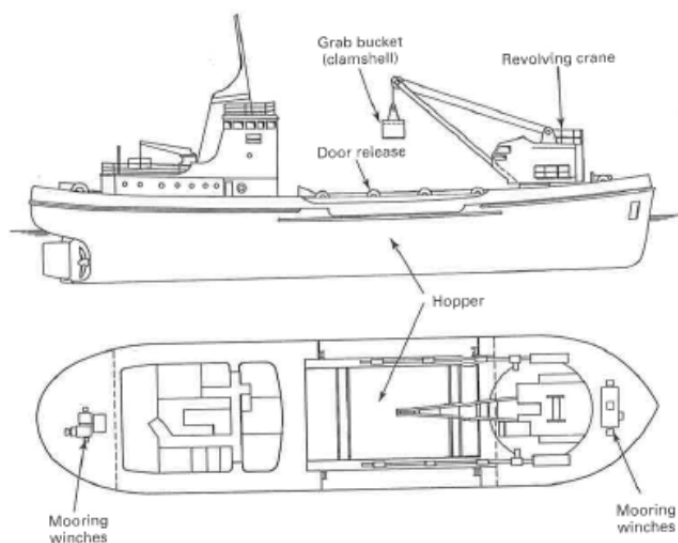
(3) グラブホッパー浚渫船(GD)

1) 概要

グラブバケット（クラムシェル）を旋回式ジブクレーンに搭載して運転し、このバケットで海底地盤をつかんで昇降し自船上のホッパー内に積載する形式の浚渫船をグラブホッパー浚渫船という。ほかに台船形状で自船上にホッパーを保有していないグラブ浚渫船もある。台船形状のグラブ浚渫船は別のホッパーを保有した土運船に浚渫土を搭載する。これらの図面と写真をそれぞれ図 C.43 (a)(b) 及び図 C.44(a)(b)に示す。グラブ浚渫船の船体の位置決めは一般的にアンカーワイヤーによるものであるため、波浪による動揺は吸収しやすく稼働可能な海象条件はカッターサクシヨン浚渫船より広範囲である。この項では特にグラブホッパー浚渫船について述べる。



(a) 出典: “Hopper Dredger CRANE” Axeonalias, RC Groups.com

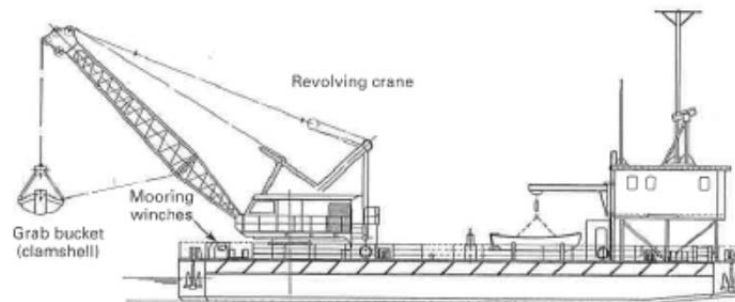


(b) 出典: “Dredging; A handbook for engineers” R N Bray et al.

図 C.43 グラブホッパー浚渫船の写真と概念図



(a) 出典: “The closing process of clamshell dredges in water-saturated sand” Dr. ir. S.A.Miedema et al.



(b) 出典: “Dredging; A handbook for engineers” R N Bray et al.

図 C.44 グラブ浚渫船（台船形式）の写真と概念図

浚渫方法はグラブバケット（クラムシェル）で海底地盤を掘削するもので陸上のクラムシェルバケットでの掘削と同様である。掘削した土砂は自船上に搭載されたホッパー内に積載される。ホッパーが満載になったらアンカーを上げて土捨て場に自航する。土捨て場では底開して土砂を投棄する。土捨て後浚渫船は浚渫場所に帰還し、再びアンカーを適当な場所に投入して、本船を位置決めして浚渫を再開する。

特徴

グラブホッパー浚渫船の主な特徴は次のようなものである。

- 自航で船舶形状を有する
- 位置決めは一般的にアンカーワイヤーである
- ホッパーが自船に搭載されている
- 浚渫はグラブによる機械的浚渫である

作業サイクル

作業サイクルは図 C.45 のようになる。

土捨て方法

グラブホッパー浚渫船による土捨て方法は、浚渫土を自身のホッパーに積載して土捨て場まで自航して、底開して浚渫土投棄するが、この点は TSHD と類似している。

2) 優位点

- 海底地盤のかく乱率が比較的少なく浚渫土砂中の含泥率はハイドロリック浚渫；つまりカッターサクシオン、トレーラーサクシオン、に比べてはるかに大きい
- 浚渫土の許容範囲がおおきい。特に玉石、岩、鋼ワイヤーや鉄筋などの高強度のがれきなどにも対応しやすく長年使用されてきた港湾泊地の維持浚渫に相当である。
- 船舶構造とアンカーワイヤーによる位置決め方法であることから広範囲の海象条件に適用できる
- 補助船舶機材が最小で独立性が大
- 浚渫土の長距離移送能力が大きい
- クレーンのワイヤーロープ能力が主要要素であることから浚渫深度は深い
- 船舶構造を有し自航であることから回航が容易
- 比較的狭い区域の浚渫に対応可能である

3) 欠点

- 浚渫深さの精度は比較的低いためこれを考慮した余掘りが必要である
- 生産性は比較的低い（掘削が連続的でないため、余掘りが必要なため、土捨て航海ごとにアンカー位置決めにある程度の時間が必要なため）
- 船舶形状をしていることから現地盤の深さがある程度必要である

4) 稼働制約条件

通常のグラブホッパー浚渫船の経済的稼働条件は一般的に下記のようなになる：

- 最小浚渫可能水深 3m
- 最大浚渫可能水深 45m
- 最大波高 2.0m
- 最大水流 1.5knot
- 最大地盤せん断強度 (粘土) 100kPa

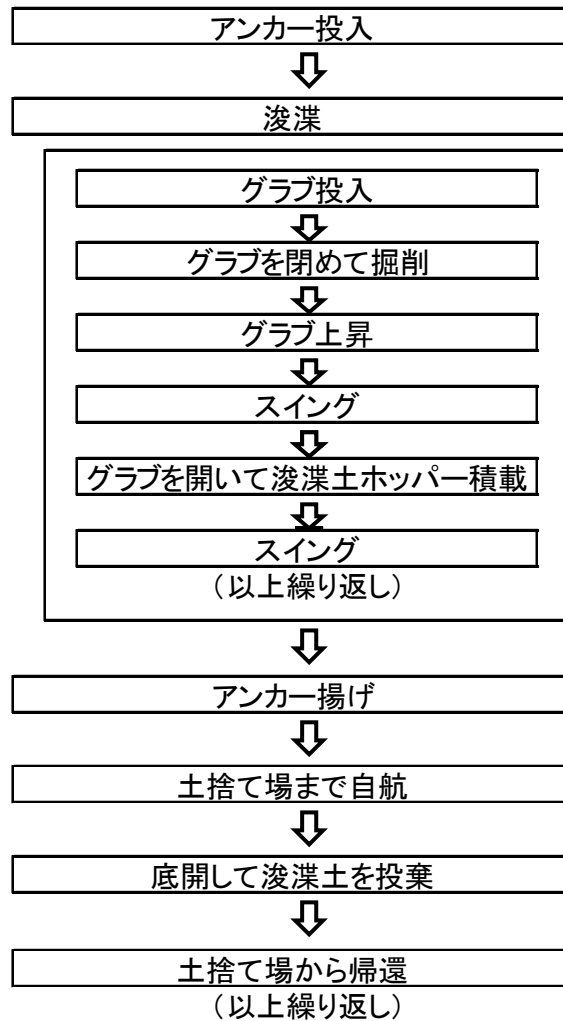


図 C.45 Flow Chart of Grab Hopper Dredger Operation

(4) 非航バックホー浚渫船 (BHD)

1) 概要

バックホー浚渫船は陸上で通常掘削作業に使用されるバックホー（油圧ショベル）を（そのまま、あるいはその上部旋回体を）台船に搭載したものである。バックホー浚渫船はこのバックホーのバケットで海底地盤を掘削する形式の浚渫船である。バックホー浚渫船には、通常 2 または 3 本のスパッドが搭載されており、これで位置決めおよびバックホーの掘削時の反力に対抗するようになっている。スパッドは 2 または 3 本の場合が多い。バックホー浚渫船の写真及び概念図を図 C.46 及び図 C.47 に示す。

バックホー浚渫船には自航船やホッパーを搭載しているものもあり、自航船でホッパーを搭載している場合は、グラブホッパー浚渫船と同様独立性の高い浚渫船となる。しかし、通常調達できるのは台船形状の非航作業船であるのでここではこれを基本に考えるものとする。従って、一般的にはバックホー浚渫船に加えて、浚渫土を積載し、土捨て場まで運搬する土運船と曳き船が必要である。土運船と曳き船の数量は土捨て場の距離に合わせて、バックホー台船による浚渫作業が中断しないように決定する。また、土運船が底開式であれば海上土捨て場における浚渫土投棄は容易であるが、そうでなければ浚渫土の土捨てに別途浚渫船が必要である。

船舶の操船はカッターサクシヨン浚渫船と同様に 1 本のスパッドを中心にバックホーで海底面を掻きながらあるいはアンカーワイヤーを使ってスイングしながらスパッドを交互に打ち込んで前進する。あるいは全部のスパッドを海底から離してバックホーのアームで海底を掻いて所定の位置に進む方法がある。前者の場合はスパッド周りを回転できるようにスパッドは円形断面である。アンカーワイヤーは位置決め補助のために装備されていることが多い。



図 C.46 バックホー浚渫船の写真
(出典: “Mimar Sinan” Jan De Nul Group)

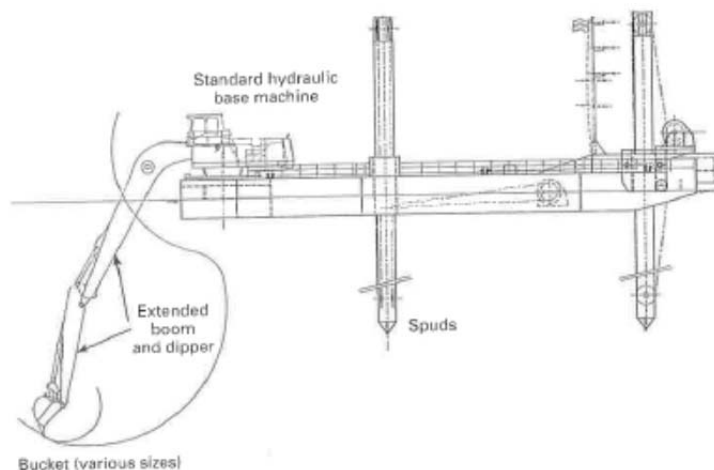


図 C.47 バックホー浚渫船の概念図
(出典: “Mimar Sinan” Jan De Nul Group)

2) 浚渫方法

浚渫方法はバックホーバケットで海底地盤を掘削するもので陸上のバックホーでの掘削と同様である。掘削した土砂はバックホー浚渫船の舷側に係留した土運船のホッパー内に積載される。ホッパーが満載になったらタグボート（またはプッシャーボート）を土運船につなげる。そして、土運船のバックホー浚渫船とのもやいを外す。そして、タグボートで土運船を土捨て場に曳航する。一隻の土運船が舷側を離れたら次の土運船を舷側に係留するようにしてバックホー浚渫が待ち時間なく継続できるようにする。

特徴

バックホー浚渫船の主要な特徴は以下の通りである：

- 台船構造である
- 位置決め方法はスパッドによる
- 浚渫土の運搬はほかの土運船を必要とする
- 浚渫はバックホーによる機械的浚渫である

作業サイクル

運転サイクルは図 C.48 に示す通りである。

土捨て方法

バックホー浚渫船の土捨て方法は土運船（自航またはタグボートによる）のホッパーに浚渫土を搭載して輸送するものであり、土運船は土捨て場まで曳航されて底開式の土運船の場合は底開して投下するあるいは別の方法で土捨てる。

3) 優位点

- グラブホッパー浚渫船と類似して、海底地盤のかく乱率が比較的少ない。また、浚渫土砂中の含泥率はポンプ浚渫（カッターサクシオン、トレーラーサクシオン）に比べてはるかに大きい
- 浚渫土の許容範囲がおおきい。特に高強度のがれきなどにも対応しやすい。
- アンカーウィンチを使用しない場合は周辺の船舶の交通の妨害は少ない
- 同規模のバケットで比較すれば通常バックホー浚渫のほうがグラブより生産性は高い
- 比較的狭い区域の浚渫に対応可能である
- 浚渫精度はよい（油圧アームなので細かい調整が可能）
- 浚渫機本体は汎用機械であるので維持監理は比較的安価
- ブレーカーを取り付ければ岩盤を粉砕することもできる

4) 欠点

- スパッド式であるため波浪が高いと作業が不可能
- 生産性はポンプ式浚渫船よりは低い（グラブ浚渫船より高い）
- 浚渫深度が深い、現地盤が深いなどの場合は対応できない
- 外洋の場合回航は容易ではない

5) 稼働制約条件

バックホー浚渫船の経済的稼働限界は下記のようになる：

-最小浚渫可能水深	2m
-最大浚渫可能水深	24m
-最大波高	1.5m
-最大うねり高	1.0m
-最大水流	2.0knot
-最大粒径	500mm 以上

-最大地盤圧縮強度(岩) 10MPa

バックホーバージ

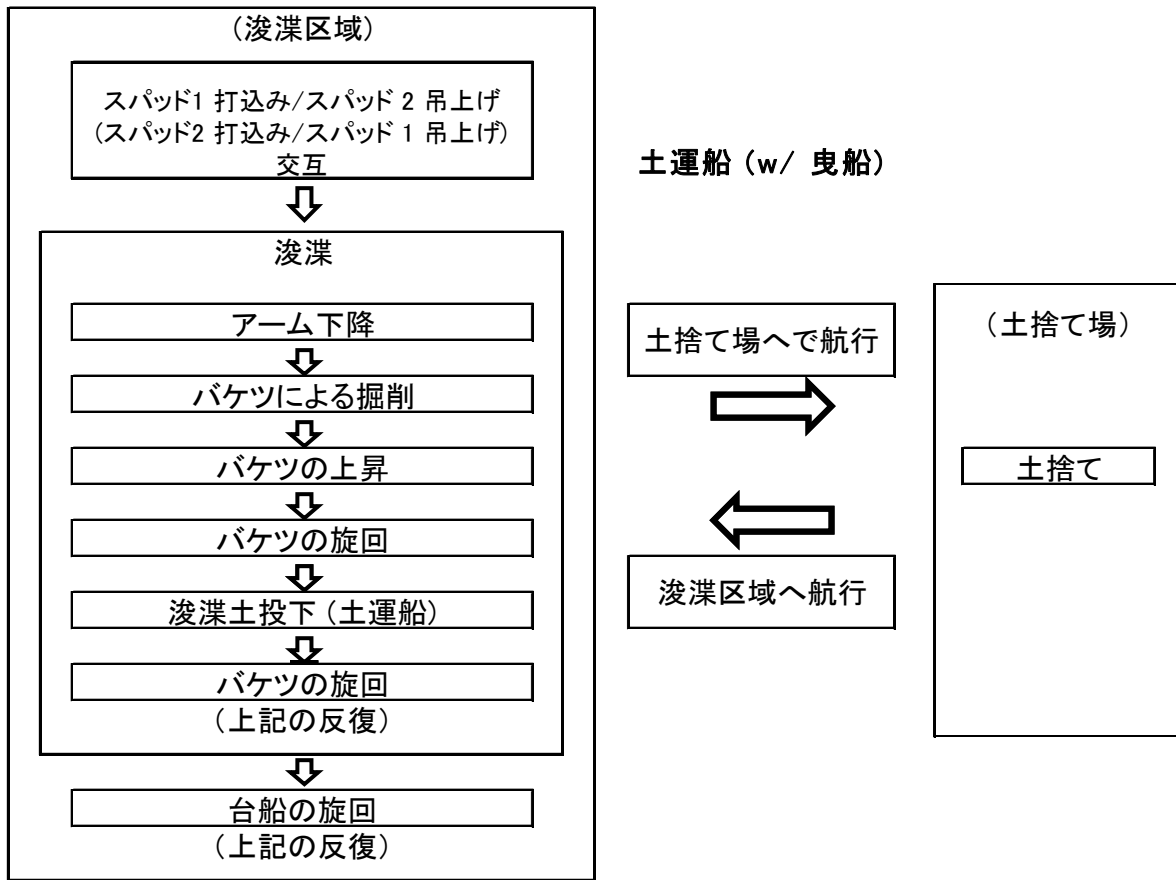


図 C.48 バックホー浚渫船作業のフローチャート

C.5.2 適当な浚渫方法

(1) 浚渫方法の比較

特定の浚渫工事に適当な浚渫方法と機材の選択は以下の点を考慮に入れて実施されなければならない:

- 1) 浚渫対称土の特性
- 2) 浚渫区域の条件
- 3) 土捨て場

まず当該浚渫工事の上記 3 点の条件にその浚渫船の稼働限界条件が合致しているかどうかによっていくつかの浚渫船の種類は排除される可能性がある。次に残った各種浚渫船を利点、欠点および稼働条件をもとに比較して、生産性、稼働費用および浚渫工事単価を評価する。その上で最も経済的と思われるものが選択されるのが一般的である。しかし、場合によってはプロジェクトの進捗性が最も重要な場合は、最大生産性によって選択される場合もある。

1) 浚渫対称土の特性

通常の場合は浚渫対称土の特性が浚渫工法の選定にとって最も重要な要素となる。このため浚渫土の性状を調査するための地盤調査が重要な事前調査となる。

非常に硬い地盤、礫質地盤、鋼材などの異物を含む地盤であればグラブ浚渫船やバックホー浚渫船を利用することになるが、それ以外であればカッターサクシオン浚渫船、TSHD を利用すると浚渫効率を高くすることができる。

但し、維持浚渫の場合は、浚渫土は航路や泊地にある限られた時期に沈殿する土砂であるため浚渫土の土性は以下のように限られる:

- 岩の浚渫はあり得ない
- 移動しやすい細粒土である (砂質土、シルト、粘性土等)
- 港湾施設計画時には堆積物の土性は堆積物の供給源とその移動メカニズム、すなわち浸食、輸送および堆積の解析によって推測されるものであるのに対し、維持管理段階になれば実際にその堆積した土質試料を分析することで確認できる

本事業で検討する浚渫は、第一に再浚渫 (集中的維持浚渫) であり、第二に継続的に実施され維持浚渫である。再浚渫の場合、堆積物がある程度凝結し強度を増しているが、それを考慮しても、これらの場合に浚渫土の硬さによる制約で浚渫船が決定することはない。また、強固ながれき等の存在は確認されないので、効率の点からカッターサクシオンまたは TSHD による浚渫が適当と考えられる。WID の適応性については再浚渫と維持浚渫で異なると考えられ、

2) 浚渫場所の条件

浚渫場所の条件として下記のような点を考慮する必要がある。

・ 浚渫場所へのアクセス

浚渫船の搬入時のアクセスは浚渫船の選択に重要な点である。例えば高山に位置するダム湖の浚渫で適当な内陸水路が存在しない場合、浚渫船は陸路運搬できるものでなければならない。この場合、も浚渫船はモジュールやセグメントに分解できる構造のものでトレーラーで輸送し浚渫場所で組み立てできるものでなければならない。海岸や河川においても浅くて

満潮時や雨期など限られた時期にしかアクセス航路の確保ができない場所もある。

ラウニオン港の場合には、既存水深は 7m 程度であるので大方の浚渫船の種類ではアクセス障害はなく、この点は優先的な問題ではない。また風速 10m/sec 以上、波高 2m 以上の場合は年間を通して 10 日以内であると見積もられるので、天候によるアクセスへの障害もない。

・ 水深

水深に関して一般的には以下を検討しなければならない。

- 最大計画浚渫水深
- 現状水深と浚渫船の喫水
- 浚渫しながら本船を進行していくことが可能か。

本プロジェクトにおいて、チャンネルの計画水深が 14m となれば、計画浚渫水深は 15 から 16m になるだろうと考えられるがこれはバックホー浚渫船にとってはかなり深く、非常に限られた浚渫船のみが標準アームで該当能力を持っているのみであろうし、それらを使用しても能率はあまり高くはならない。したがって、バックホー浚渫船は既存の港湾施設近傍で高い浚渫精度を要求される区域以外ではあまり適当であるとは言えない。ほかの浚渫方法は本プロジェクトでは制限条件以内である。

浚渫区域の長さ

TSHD の場合は自航前進しながら同時に浚渫する形態であるため、浚渫区域の距離が長いほど効率が良い。一方浚渫区域の長さが短い場合船舶の方向転換時の浚渫作業の中断による作業ロスが顕著になる。通常 1,000m 以上が経済的に許容されると考えられる。本事業の場合は、Inner Channel 及び Outer Channel 共に十分長いいため TSHD には適当である。

浚渫区域の幅

TSHD では浚渫区域端で方向転換のために十分な幅が必要である。通常 LOA の最低 4 倍の航路幅が必要。バウスラスタが装備されている場合は、最低 2.5 倍でよい。本事業では浚渫区域外も 6m 以上の現状水深であるので TSHD の回転には支障はない。その他の浚渫船でも問題ない。

浚渫厚等

通常はどの浚渫方法でも浚渫厚が限度を超えて薄い場合に能率は落ちる。また、たとえば既存構造物や埋設物が存在するなど、浚渫出来形の高い精度が必要である場合において能率は落ちる。本事業で再浚渫（集中的維持浚渫）の場合、浚渫厚は十分厚いので能率は十分高い。維持浚渫の場合、浚渫厚は浚渫頻度によるが、再浚渫に比べれば浚渫厚は少なく能率は落ちると考えられる。

風

浚渫船の稼働時の舷側から風を受ける場合は浚渫船に対する風圧で浚渫船は移動しようとする。浚渫船の種類によるがスパッドやアンカーなどがこれに対抗できなければならない。TSHD でも舷側から風を受ければ横に動くが、スパッドやアンカーがないので、より柔軟に対応できる。本事業では強風はまれなのでこの点を考慮する必要はない。

波浪

外洋の航路浚渫の場合は一般的に波浪の影響が無視できない。波浪は浚渫船の位置決め方法により制約条件となりうる。バックホー浚渫船やカッターサクシオン浚渫船のスパッドの

場合はスパッドと船体の間、スパッドと海底地盤の間に波浪による本船の動揺で発生した力にスパッドやスパッドホルダーが耐えうる構造でなければならない。グラブ船の場合はアンカーによる場合が多いので船の動揺はより柔軟に対応できる。また、バックホー浚渫船で土運船を採用する場合は土運船を本船舷側に係留する際波浪が高いと危険で係留できない。TSHD 及びグラブホッパー浚渫船の場合は船型を有しており外洋用に設計されているので最も波浪に対する対応力がある。近年の TSHD は波浪による本体の動揺に対してドラッグヘッドの高さを一定に保つ機能が搭載されているので波浪に対する対応力は大きく、また大型船ほど波浪に対しては対応力が大きい。

海流

グラブ船はアンカーで位置決めされている場合比較的海流で流されやすい。カッターサクシオン浚渫船の場合は排砂管を海上に設置している場合排砂管が流されるためこれにアンカーを設置する必要が出てくる。

周辺船舶の航行

港湾の新設の場合は航行する船舶は少ないので問題はないが、維持浚渫の場合は周辺航行船舶が無視できない。この場合、船の位置決め方法等により周辺船舶の航行への影響に差がある。アンカーを使用するグラブ船ではアンカーワイヤーが船舶の浚渫船近傍の航行に支障がある。船舶が接近する場合、グラブ船はアンカーワイヤーを緩めてワイヤーの深度を十分に保つことが必要となり、浚渫作業は中断する。スパッド式の場合は周辺船舶への影響は少ない。TSHD はアンカーが不要であるので周辺船舶の航行への影響は最も少ない。カッターサクシオン船では排砂管が航路を塞いでしまうことが起こりうる。その場合排砂管を海底設置する必要があるが排砂管の移動の手間が大きくなる。

3) 土捨て場

土捨て場は陸上である場合と海上の場合がある。どちらの場合においても、浚渫と合わせて将来利用の為の埋め立てを同時に実施する場合と浚渫が目的であり土捨てのみを行う場合がある。また土捨て場までの浚渫土の運搬方法は以下の 3 種類がある：

- ポンプ圧送
- 本船上のホッパーに積載して自航
- 本船以外の土運船のホッパーに積載

このほか自然の水流を利用して拡散する方法もあるがこれについては別途述べる。

また、ホッパーに積載する場合は土捨て場での捨土方法はホッパーの底開による方法、別の浚渫船を手配して排土する方法の 2 種類が考えられる。特に TSHD で海岸付近に捨土する場合、本船舷に装備されたノズルで圧送噴射（レインボーと呼ぶ）する方法もある。

これらの運搬方法に関し、土捨て場が近傍にある場合は排砂管でポンプ圧送するのが最も効率的で、故に経済的である。遠くなれば TSHD あるいはグラブホッパー浚渫船のようなホッパー浚渫船または別の土運船での輸送がより経済的である。本事業の場合、土捨て場は沖合 15.5 から 26.5km となり、埋め立ては考慮されない。このことから、ポンプ圧送は適当でないと考えられる。

C.6 領域別の余堀深と浚渫土量

領域別の維持浚渫量（航路について L1 から L21、港航路と泊地について x1200 から x0200）の計算結果を以下に示す表に整理した。

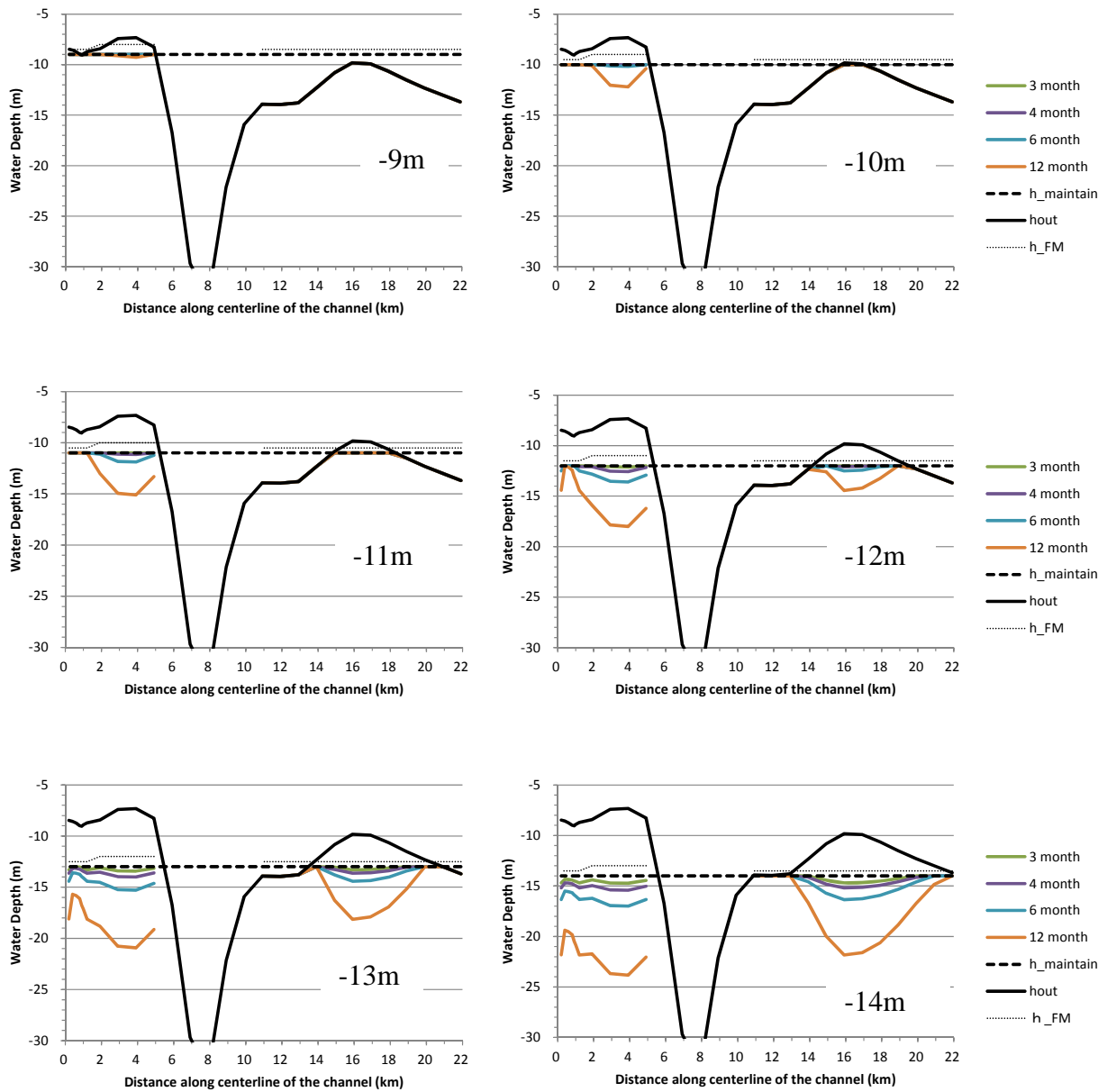


図 C.49 修正指数関数モデルによる余堀深

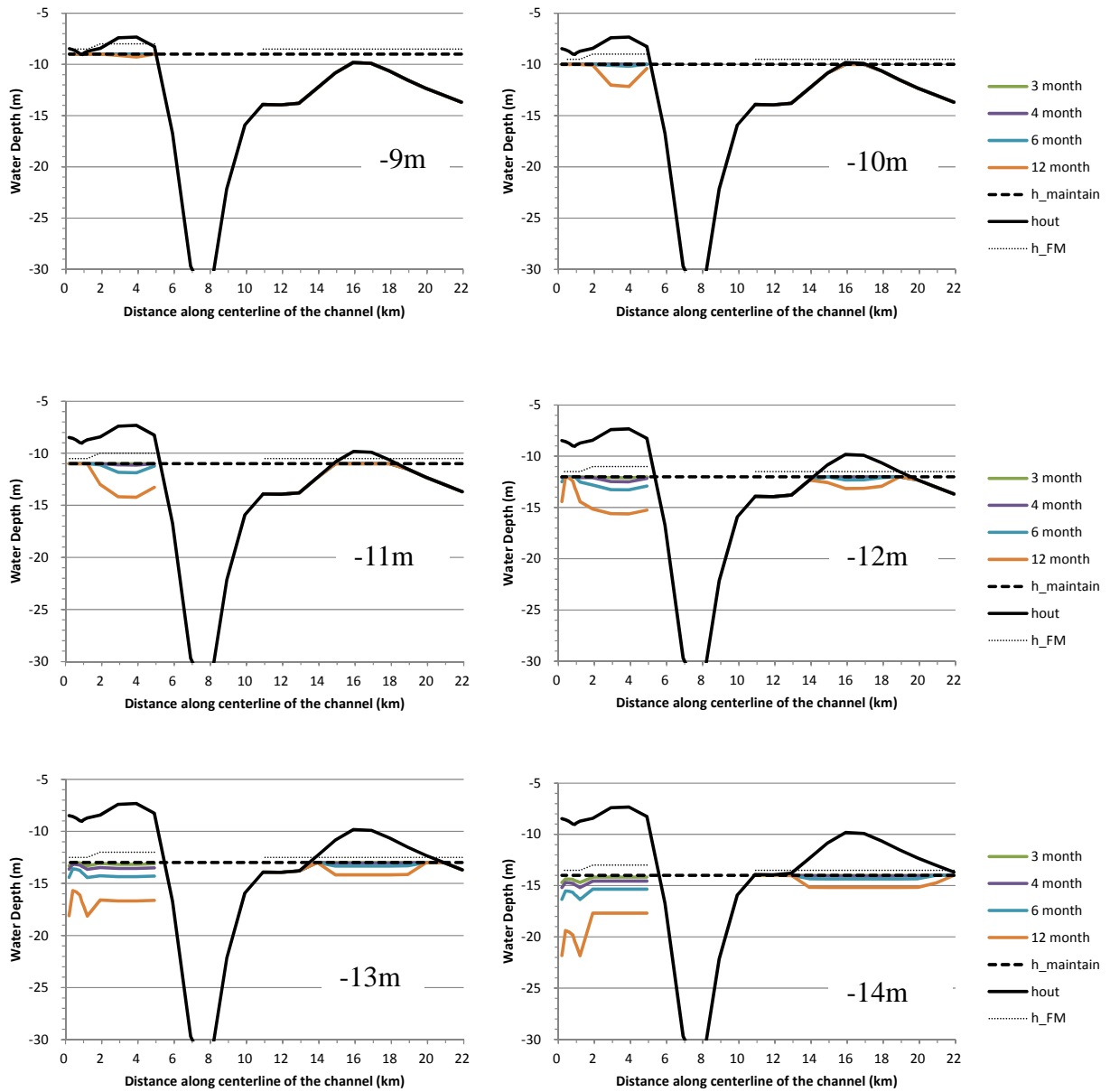


図 C.50 線形モデルによる余堀深

表 C.3 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Mod. Exp. Model for Target depth of 11 m

Mod.Exponential Model

Target Depth = 11m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /section/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L4	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L5	17.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L6	16.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L7	15.91	0.03 (0.00)	0.05 (0.00)	0.08 (0.00)	0.24 (0.00)	5	7	11	33
L8	14.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L9	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	0.53 (0.00)	0.74 (0.00)	1.22 (0.22)	3.31 (2.31)	73	101	164	409
L19	3.91	0.82 (0.00)	1.14 (0.14)	1.89 (0.89)	5.10 (4.10)	111	153	246	584
L20	2.91	0.79 (0.00)	1.11 (0.11)	1.83 (0.83)	4.94 (3.94)	108	149	239	570
L21	1.91	0.48 (0.00)	0.67 (0.00)	1.11 (0.11)	2.99 (1.99)	66	92	149	374
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.03 (0.00)	0.05 (0.00)	0.08 (0.00)	0.23 (0.00)	1	2	3	10
x1000(P)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(P)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(P)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(P)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(P)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(P)	0.20	0.03 (0.00)	0.04 (0.00)	0.07 (0.00)	0.21 (0.00)	1	2	3	9
x1000(B)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(B)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(B)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(B)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(B)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

表 C.4 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Mod. Exp. Model for Target depth of 12 m

Mod.Exponential Model

Target Depth = 12m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /section/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L4	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L5	17.91	0.25 (0.00)	0.35 (0.00)	0.59 (0.09)	1.74 (1.24)	34	48	80	223
L6	16.91	0.39 (0.00)	0.55 (0.05)	0.92 (0.42)	2.70 (2.20)	52	73	122	333
L7	15.91	0.42 (0.00)	0.60 (0.00)	1.01 (0.51)	2.94 (2.44)	57	80	133	360
L8	14.91	0.15 (0.00)	0.22 (0.00)	0.37 (0.00)	1.08 (0.58)	21	30	50	142
L9	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	0.84 (0.00)	1.17 (0.17)	1.93 (0.93)	5.22 (4.22)	114	157	251	594
L19	3.91	1.12 (0.12)	1.57 (0.57)	2.59 (1.59)	7.01 (6.01)	151	207	329	515
L20	2.91	1.10 (0.10)	1.53 (0.53)	2.53 (1.53)	6.85 (5.85)	148	203	323	725
L21	1.91	0.79 (0.00)	1.10 (0.10)	1.81 (0.81)	4.90 (3.90)	107	148	237	566
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.42 (0.00)	0.59 (0.09)	1.00 (0.50)	2.93 (1.43)	18	25	41	117
x1000(P)	1.00	0.28 (0.00)	0.39 (0.00)	0.66 (0.16)	1.94 (1.44)	4	5	9	26
L22(P)	0.91	0.23 (0.00)	0.32 (0.00)	0.54 (0.04)	1.57	3	4	7	21
x0800(P)	0.80	0.13 (0.00)	0.19 (0.00)	0.32 (0.00)	0.93	4	5	9	26
x600(P)	0.60	0.09 (0.00)	0.13 (0.00)	0.21 (0.00)	0.63	3	4	6	17
x0400(P)	0.40	0.07 (0.00)	0.10 (0.00)	0.17 (0.00)	0.49	2	3	5	14
x0200(P)	0.20	0.42 (0.00)	0.59 (0.09)	0.99 (0.00)	2.91	17	24	41	116
x1000(B)	1.00	0.10 (0.00)	0.14 (0.00)	0.23 (0.00)	0.68	2	2	4	12
L22(B)	0.91	0.04 (0.00)	0.06 (0.00)	0.10 (0.00)	0.30	1	1	2	7
x0800(B)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(B)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(B)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

表 C.5 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Mod. Exp. Model for Target depth of 13 m

Mod.Exponential Model

Target Depth = 13m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.07 (0.00)	0.10 (0.00)	0.18 (0.00)	0.51 (0.01)	10	14	24	69
L4	18.91	0.38 (0.00)	0.54 (0.04)	0.91 (0.41)	2.66 (2.16)	52	72	121	329
L5	17.91	0.64 (0.00)	0.90 (0.40)	1.52 (1.02)	4.43 (3.93)	85	119	196	509
L6	16.91	0.77 (0.00)	1.09 (0.59)	1.85 (1.35)	5.40 (4.90)	103	144	236	594
L7	15.91	0.81 (0.00)	1.14 (0.64)	1.93 (1.43)	5.64 (5.14)	107	150	246	613
L8	14.91	0.54 (0.00)	0.77 (0.27)	1.29 (0.79)	3.78 (3.28)	73	102	169	446
L9	13.91	0.06 (0.00)	0.09 (0.00)	0.15 (0.00)	0.44 (0.00)	9	12	20	59
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	1.14 (0.14)	1.60 (0.60)	2.63 (1.63)	7.13 (6.13)	153	211	334	524
L19	3.91	1.43 (0.43)	2.00 (1.00)	3.30 (2.30)	8.92 (7.92)	190	260	407	649
L20	2.91	1.40 (0.40)	1.96 (0.96)	3.24 (2.24)	8.76 (7.76)	187	255	401	638
L21	1.91	1.09 (0.09)	1.53 (0.53)	2.52 (1.52)	6.81 (5.81)	147	202	321	722
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.81 (0.31)	1.14 (0.64)	1.93 (1.43)	5.63 (5.13)	33	47	78	213
x1000(P)	1.00	0.66 (0.16)	0.94 (0.44)	1.59 (1.09)	4.64 (4.14)	9	13	22	60
L22(P)	0.91	0.61 (0.11)	0.86 (0.36)	1.46 (0.96)	4.27 (3.77)	8	12	20	55
x0800(P)	0.80	0.52 (0.02)	0.74 (0.24)	1.24 (0.74)	3.63 (3.13)	14	20	34	95
x600(P)	0.60	0.48 (0.00)	0.67 (0.17)	1.14 (0.64)	3.33 (2.83)	13	19	31	88
x0400(P)	0.40	0.46 (0.00)	0.65 (0.15)	1.09 (0.59)	3.19 (2.69)	13	18	30	84
x0200(P)	0.20	0.80 (0.30)	1.14 (0.64)	1.92 (1.42)	5.61 (5.11)	33	47	78	212
x1000(B)	1.00	0.48 (0.00)	0.68 (0.18)	1.16 (0.66)	3.38 (2.88)	8	12	20	53
L22(B)	0.91	0.43 (0.00)	0.61 (0.11)	1.03 (0.53)	3.00 (2.50)	10	14	23	65
x0800(B)	0.80	0.28 (0.00)	0.39 (0.00)	0.67 (0.17)	1.95 (1.45)	17	24	40	113
x600(B)	0.60	0.18 (0.00)	0.26 (0.00)	0.44 (0.00)	1.27 (0.77)	16	23	38	110
x0400(B)	0.40	0.06 (0.00)	0.08 (0.00)	0.14 (0.00)	0.41 (0.00)	6	9	15	42
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

表 C.6 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Mod. Exp. Model for Target depth of 14 m

Mod.Exponential Model

Target Depth = 14m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.19 (0.00)	0.27 (0.00)	0.46 (0.00)	1.35 (0.85)	26	37	62	176
L3	19.91	0.46 (0.00)	0.65 (0.15)	1.10 (0.60)	3.21 (2.71)	62	87	144	388
L4	18.91	0.77 (0.27)	1.09 (0.59)	1.83 (1.33)	5.36 (4.86)	102	143	234	591
L5	17.91	1.02 (0.52)	1.44 (0.99)	2.44 (1.94)	7.13 (6.63)	135	187	305	513
L6	16.91	1.16 (0.66)	1.64 (1.14)	2.77 (1.27)	8.09 (7.59)	152	211	341	581
L7	15.91	1.19 (0.69)	1.69 (1.19)	2.85 (2.35)	8.34 (7.84)	157	217	350	598
L8	14.91	0.93 (0.43)	1.31 (0.81)	2.22 (1.72)	6.48 (5.98)	123	171	279	678
L9	13.91	0.45 (0.00)	0.64 (0.14)	1.07 (0.57)	3.14 (2.64)	61	85	141	381
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	1.45 (0.45)	2.02 (1.02)	3.34 (2.34)	9.04 (8.04)	192	228	225	186
L19	3.91	1.74 (0.74)	2.43 (1.43)	4.00 (3.00)	10.83 (9.83)	263	310	306	254
L20	2.91	1.71 (0.71)	2.39 (1.39)	3.94 (2.94)	10.67 (9.67)	412	480	474	399
L21	1.91	1.40 (0.40)	1.95 (0.95)	3.22 (2.22)	8.72 (7.72)	657	783	772	635
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	1.19 (0.69)	1.69 (1.19)	2.85 (2.35)	8.33 (7.83)	49	69	114	298
x1000(P)	1.00	1.05 (0.55)	1.49 (0.99)	2.51 (2.01)	7.34 (6.84)	14	20	34	89
L22(P)	0.91	1.00 (0.50)	1.41 (0.91)	2.38 (1.88)	6.97 (6.47)	14	19	32	85
x0800(P)	0.80	0.91 (0.41)	1.28 (0.78)	2.16 (1.66)	6.33 (5.83)	25	35	58	157
x600(P)	0.60	0.86 (0.36)	1.22 (0.72)	2.06 (1.56)	6.03 (5.53)	24	33	56	151
x0400(P)	0.40	0.84 (0.34)	1.19 (0.69)	2.01 (1.51)	5.89 (5.39)	23	33	54	148
x0200(P)	0.20	1.19 (0.69)	1.68 (1.18)	2.84 (2.34)	8.31 (7.81)	49	69	113	297
x1000(B)	1.00	0.87 (0.37)	1.23 (0.73)	2.08 (1.58)	6.08 (5.58)	15	21	34	88
L22(B)	0.91	0.82 (0.32)	1.15 (0.65)	1.95 (1.45)	5.70 (5.20)	19	26	44	117
x0800(B)	0.80	0.67 (0.17)	0.94 (0.44)	1.59 (1.09)	4.65 (4.15)	40	56	93	257
x600(B)	0.60	0.57 (0.07)	0.80 (0.30)	1.36 (0.86)	3.97 (3.47)	50	70	117	332
x0400(B)	0.40	0.45 (0.00)	0.63 (0.13)	1.06 (0.56)	3.11 (2.61)	46	65	109	314
x0200(B)	0.20	0.34 (0.00)	0.48 (0.00)	0.80 (0.30)	2.35 (1.85)	52	74	125	359

*) (P):Port Channel, (B):Basin

表 C.7 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Linear Model for Target depth of 9 m

Linear model

Target Depth = 9m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L4	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L5	17.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L6	16.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L7	15.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L8	14.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L9	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L19	3.91	0.21 (0.00)	0.29 (0.00)	0.47 (0.00)	1.28 (0.28)	29	40	65	171
L20	2.91	0.18 (0.00)	0.25 (0.00)	0.42 (0.00)	1.13 (0.13)	25	35	57	151
L21	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x1000(P)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(P)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(P)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(P)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(P)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(P)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x1000(B)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(B)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(B)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(B)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(B)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

**) Values for Port Channel and Basin are estimated by mod. Exponential Model

表 C.8 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Linear Model for Target depth of 10 m

Linear model

Target Depth = 10m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L4	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L5	17.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L6	16.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L7	15.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L8	14.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L9	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	0.22 (0.00)	0.31 (0.00)	0.52 (0.00)	1.40 (0.40)	31	43	71	186
L19	3.91	0.51 (0.00)	0.71 (0.00)	1.18 (0.18)	3.17 (2.17)	70	98	158	393
L20	2.91	0.49 (0.00)	0.68 (0.00)	1.12 (0.12)	3.03 (2.03)	67	93	151	378
L21	1.91	0.17 (0.00)	0.24 (0.00)	0.40 (0.00)	1.08 (0.08)	24	34	55	146
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x1000(P)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(P)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(P)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(P)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(P)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(P)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x1000(B)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(B)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(B)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(B)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(B)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

**) Values for Port Channel and Basin are estimated by mod. Exponential Model

表 C.9 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Linear Model for Target depth of 11 m

Linear model		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x103 m ³ /km/cycle)			
Target Depth = 11m		Dredging cycle				Dredging cycle			
Location		3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Line No.	KP								
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L4	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L5	17.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L6	16.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L7	15.91	0.03 (0.00)	0.05 (0.00)	0.08 (0.00)	0.24 (0.00)	5	7	11	33
L8	14.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L9	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	0.53 (0.00)	0.74 (0.00)	1.22 (0.22)	3.26 (2.26)	73	101	164	404
L19	3.91	0.82 (0.00)	1.14 (0.14)	1.88 (0.88)	4.22 (3.22)	111	153	246	502
L20	2.91	0.79 (0.00)	1.11 (0.11)	1.83 (0.83)	4.17 (3.17)	108	149	239	497
L21	1.91	0.48 (0.00)	0.67 (0.00)	1.11 (0.11)	2.99 (1.99)	66	92	149	374
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.03 (0.00)	0.05 (0.00)	0.08 (0.00)	0.23 (0.00)	1	2	3	10
x1000(P)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(P)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(P)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(P)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(P)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(P)	0.20	0.03 (0.00)	0.04 (0.00)	0.07 (0.00)	0.21 (0.00)	1	2	3	9
x1000(B)	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L22(B)	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0800(B)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(B)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(B)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

**) Values for Port Channel and Basin are estimated by mod. Exponential Model

表 C.10 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Linear Model for Target depth of 12 m

Linear model

Target Depth = 12m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L4	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L5	17.91	0.25 (0.00)	0.35 (0.00)	0.59 (0.09)	1.43 (0.93)	34	48	80	186
L6	16.91	0.38 (0.00)	0.52 (0.02)	0.80 (0.30)	1.64 (1.14)	52	70	107	212
L7	15.91	0.40 (0.00)	0.54 (0.04)	0.82 (0.32)	1.66 (1.16)	54	73	109	214
L8	14.91	0.15 (0.00)	0.22 (0.22)	0.37 (0.00)	1.07 (0.57)	21	30	50	140
L9	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	0.84 (0.00)	1.17 (0.17)	1.92 (0.92)	4.26 (3.26)	114	157	250	506
L19	3.91	1.11 (0.11)	1.50 (0.50)	2.28 (1.28)	4.62 (3.62)	149	198	293	540
L20	2.91	1.09 (0.09)	1.48 (0.48)	2.26 (1.26)	4.60 (3.60)	146	196	291	538
L21	1.91	0.79 (0.00)	1.10 (0.10)	1.81 (0.81)	4.15 (3.15)	107	148	237	495
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.42 (0.00)	0.59 (0.09)	1.00 (0.50)	2.93 (2.43)	18	25	41	117
x1000(P)	1.00	0.28 (0.00)	0.39 (0.00)	0.66 (0.16)	1.94 (1.44)	4	5	9	26
L22(P)	0.91	0.23 (0.00)	0.32 (0.00)	0.54 (0.04)	1.57 (1.07)	3	4	7	21
x0800(P)	0.80	0.13 (0.00)	0.19 (0.00)	0.32 (0.00)	0.93 (0.43)	4	5	9	26
x600(P)	0.60	0.09 (0.00)	0.13 (0.00)	0.21 (0.00)	0.63 (0.13)	3	4	6	17
x0400(P)	0.40	0.07 (0.00)	0.10 (0.00)	0.17 (0.00)	0.49 (0.00)	2	3	5	14
x0200(P)	0.20	0.42 (0.00)	0.59 (0.09)	0.99 (0.49)	2.91 (2.41)	17	24	41	116
x1000(B)	1.00	0.10 (0.00)	0.14 (0.00)	0.23 (0.00)	0.68 (0.18)	2	2	4	12
L22(B)	0.91	0.04 (0.00)	0.06 (0.00)	0.10 (0.00)	0.30 (0.00)	1	1	2	7
x0800(B)	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x600(B)	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0400(B)	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

***) Values for Port Channel and Basin are estimated by mod. Exponential Model

表 C.11 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Linear Model for Target depth of 13 m

Linear model

Target Depth = 13m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L3	19.91	0.07 (0.00)	0.10 (0.00)	0.18 (0.00)	0.51 (0.01)	10	14	24	69
L4	18.91	0.38 (0.00)	0.52 (0.02)	0.80 (0.30)	1.64 (1.14)	51	70	106	211
L5	17.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L6	16.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L7	15.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L8	14.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L9	13.91	0.06 (0.00)	0.09 (0.00)	0.15 (0.00)	0.44 (0.00)	9	12	20	59
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	1.12 (0.12)	1.51 (0.51)	2.29 (1.29)	4.63 (3.63)	150	200	294	541
L19	3.91	1.17 (0.17)	1.56 (0.56)	2.34 (1.34)	4.68 (3.68)	157	206	300	546
L20	2.91	1.17 (0.17)	1.56 (0.56)	2.34 (1.34)	4.68 (3.68)	157	206	300	546
L21	1.91	1.08 (0.08)	1.47 (0.47)	2.25 (1.25)	4.59 (3.59)	146	195	290	538
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	0.81 (0.31)	1.14 (0.64)	1.93 (1.43)	5.63 (5.13)	33	47	78	213
x1000(P)	1.00	0.66 (0.16)	0.94 (0.44)	1.59 (1.09)	4.64 (4.14)	9	13	22	60
L22(P)	0.91	0.61 (0.11)	0.86 (0.36)	1.46 (0.96)	4.27 (3.77)	8	12	20	55
x0800(P)	0.80	0.52 (0.02)	0.74 (0.24)	1.24 (0.74)	3.63 (3.13)	14	20	34	95
x600(P)	0.60	0.48 (0.00)	0.67 (0.17)	1.14 (0.64)	3.33 (2.83)	13	19	31	88
x0400(P)	0.40	0.46 (0.00)	0.65 (0.15)	1.09 (0.59)	3.19 (2.69)	13	18	30	84
x0200(P)	0.20	0.80 (0.30)	1.14 (0.64)	1.92 (1.42)	5.61 (5.11)	33	47	78	212
x1000(B)	1.00	0.48 (0.00)	0.68 (0.18)	1.16 (0.66)	3.38 (2.88)	8	12	20	53
L22(B)	0.91	0.43 (0.00)	0.61 (0.11)	1.03 (0.53)	3.00 (2.50)	10	14	23	65
x0800(B)	0.80	0.28 (0.00)	0.39 (0.00)	0.67 (0.17)	1.95 (1.45)	17	24	40	113
x600(B)	0.60	0.18 (0.00)	0.26 (0.00)	0.44 (0.00)	1.27 (0.77)	16	23	38	110
x0400(B)	0.40	0.06 (0.00)	0.08 (0.00)	0.14 (0.00)	0.41 (0.00)	6	9	15	42
x0200(B)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0

*) (P):Port Channel, (B):Basin

***) Values for Port Channel and Basin are estimated by mod. Exponential Model

表 C.12 Height and Volume of maintenance dredging (over dredging)
estimated by Mod. Exp. Model for Target depth of 14 m

Linear model

Target Depth =14m		Height of Dredging (m) (Over dredging height below the target depth, m)				Dredging Volume (x10 ³ m ³ /km/cycle)			
Location		Dredging cycle				Dredging cycle			
Line No.	KP	3 month	4 month	6 month	12 month	3 month	4 month	6 month	12 month
Outer Ch.									
L1	21.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L2	20.91	0.19 (0.00)	0.27 (0.00)	0.46 (0.00)	1.25 (0.75)	26	37	62	164
L3	19.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	56	75	111	216
L4	18.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L5	17.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L6	16.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L7	15.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L8	14.91	0.42 (0.00)	0.56 (0.06)	0.84 (0.34)	1.68 (1.18)	57	75	112	216
L9	13.91	0.41 (0.00)	0.55 (0.05)	0.83 (0.33)	1.67 (1.17)	56	74	111	215
L10	12.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L11	11.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
L12	10.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Inner Ch.									
L18	4.91	1.17 (0.17)	1.56 (0.56)	2.34 (1.34)	4.68 (3.68)	157	206	300	546
L19	3.91	1.17 (0.17)	1.56 (0.56)	2.34 (1.34)	4.68 (3.68)	157	206	300	546
L20	2.91	1.17 (0.17)	1.56 (0.56)	2.34 (1.34)	4.68 (3.68)	157	206	300	546
L21	1.91	1.17 (0.17)	1.56 (0.56)	2.34 (1.34)	4.68 (3.68)	157	206	300	546
Port Ch. & Basin									
X1200(P)	1.20	1.19 (0.69)	1.69 (1.19)	2.85 (2.35)	8.33 (7.83)	49	69	114	298
x1000(P)	1.00	1.05 (0.55)	1.49 (0.99)	2.51 (2.01)	7.34 (6.84)	14	20	34	89
L22(P)	0.91	1.00 (0.50)	1.41 (0.91)	2.38 (1.88)	6.97 (6.47)	14	19	32	85
x0800(P)	0.80	0.91 (0.41)	1.28 (0.78)	2.16 (1.66)	6.33 (5.83)	25	35	58	157
x600(P)	0.60	0.86 (0.36)	1.22 (0.72)	2.06 (1.56)	6.03 (5.53)	24	33	56	151
x0400(P)	0.40	0.84 (0.34)	1.19 (0.69)	2.01 (1.51)	5.89 (5.49)	23	33	54	148
x0200(P)	0.20	1.19 (0.69)	1.68 (1.18)	2.84 (2.34)	8.31 (7.81)	49	69	113	297
x1000(B)	1.00	0.87 (0.37)	1.23 (0.73)	2.08 (1.58)	6.08 (5.58)	15	21	34	88
L22(B)	0.91	0.82 (0.32)	1.15 (0.65)	1.95 (1.45)	5.70 (5.20)	19	26	44	117
x0800(B)	0.80	0.67 (0.17)	0.94 (0.44)	1.59 (1.09)	4.65 (4.15)	40	56	93	257
x600(B)	0.60	0.57 (0.07)	0.80 (0.30)	1.36 (0.86)	3.97 (3.47)	50	70	117	332
x0400(B)	0.40	0.45 (0.00)	0.63 (0.13)	1.06 (0.56)	3.11 (2.61)	46	65	109	314
x0200(B)	0.20	0.34 (0.00)	0.48 (0.00)	0.80 (0.30)	2.35 (1.85)	52	74	125	359

*) (P):Port Channel, (B):Basin

**) Values for Port Channel and Basin are estimated by mod. Exponential Model

C.7 外港航路における西側の余堀りについて

本編 4.3.3 節によれば、外港航路では、測量データの解析より東向きに底質移動が生じていることが示唆された。従って、西側の航路法面では、沈降速度が大きい粗い底質が堆積し、フルードマッドのような流動性の高い底質が航路の東側に堆積していると推測される。

東向きの底質移動と西側の航路法面への土砂堆積は航路幅を狭くすることになるため、航路幅を維持するためには西側に余堀りする必要がある。西側余堀りの必要量を評価するため、L5, L6, L7 及び L8 の航路断面の地形変化より西側から供給される土量を評価する。

図 C.51 に、外港航路で観察された堆積過程を示す。4.3.3 節に述べたように、外港航路の埋没過程は 2 つの過程に分けて考えることができる。つまり、浚渫直後の数か月間の急激な埋没とその後の緩やかな埋没の 2 過程である。図 C.51 は、2 番目の緩やかな埋没過程の状況を模式的に表したものである。図より、粗い底質による埋没量は、西側半分の埋没量と東側半分の埋没量の差で評価できる。

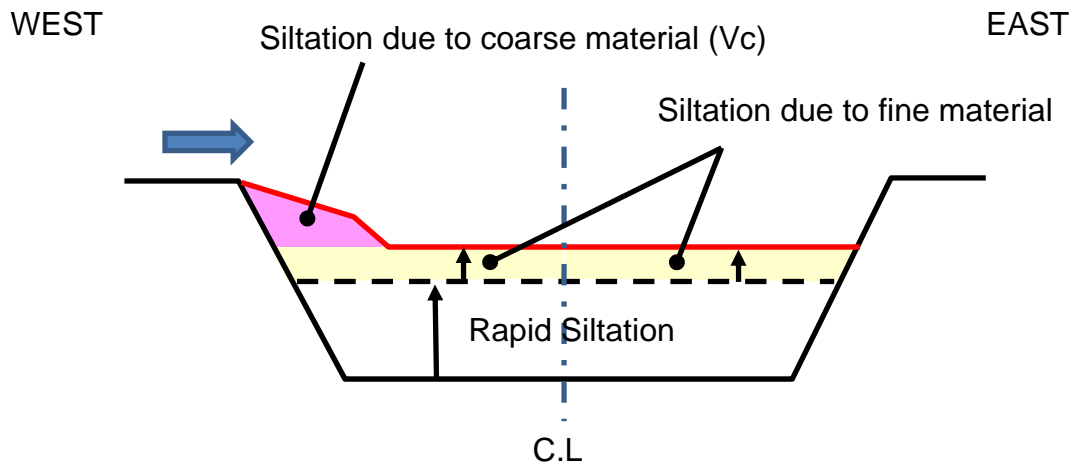


図 C.51 外港航路で確認された埋没過程

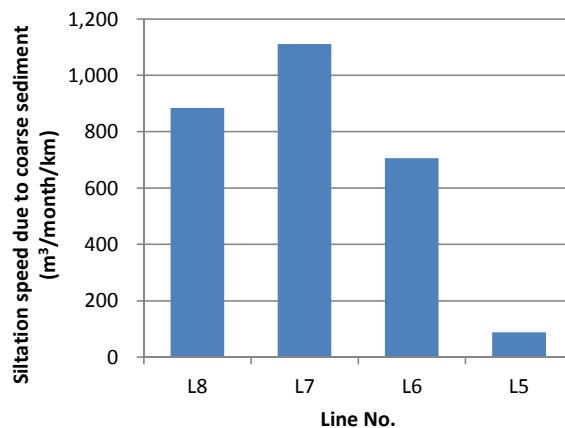


図 C.52 粗い底質による埋没速度

L5, L6, L7 及び L8 における緩やかな埋没過程が生じているときの地形データのみを用いて、粗い底質による埋没速度を評価した結果を図 C.52 に示す。

次に、継続的に維持浚渫が実施されている状況を想定する。急激な埋没が 4.3.3 節に述べたように、維持浚渫が繰り返し実施される状況では急激な埋没は生じないものと仮定すると、図 C.53 に示す埋没過程が想定される。粗い底質による堆積速度は図 C.52 と変わらないと考えられるため、西側法面の前進速度は次のように計算される。

$$v_w = V_{coarse} / \Delta h \quad (C.1)$$

ここで、 v_w は西側法面の前進速度 (m/月)、 V_{coarse} は測量データより評価される粗い底質による堆積速度(m³/月/m)、 Δh は浚渫の深さである。

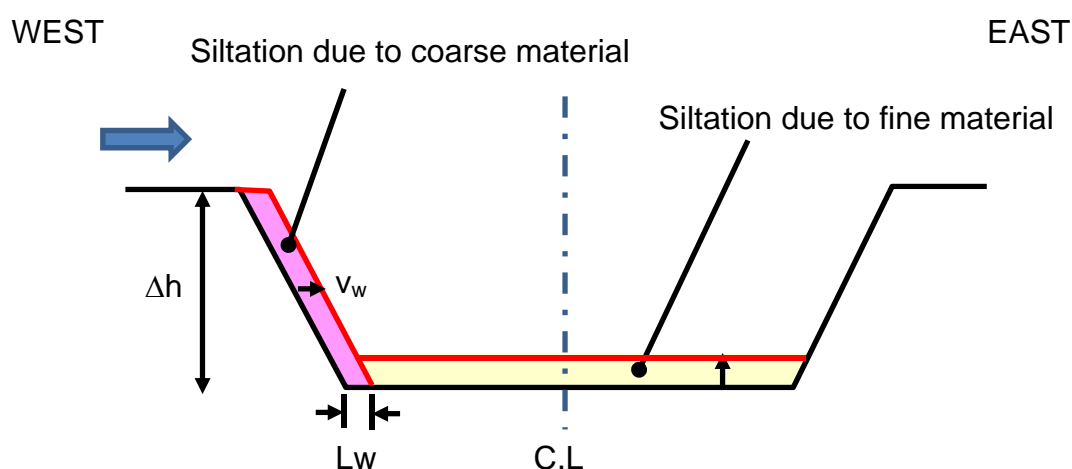


図 C.53 維持浚渫実施時の外港航路における埋没過程の模式図

図 C.54 は、式(C.1)より計算された西側の航路法面の前進速度である。前進速度は、粗い底質による堆積速度は一定であるため、浚渫深が大きいほど減少する。

水深毎の西側余堀り量について、表 C.13 に整理した。西側法面の前進速度を考慮すると、1年か2年に一度 L6, L7, L8 においては西側法面の余堀りを実施することが望ましい。

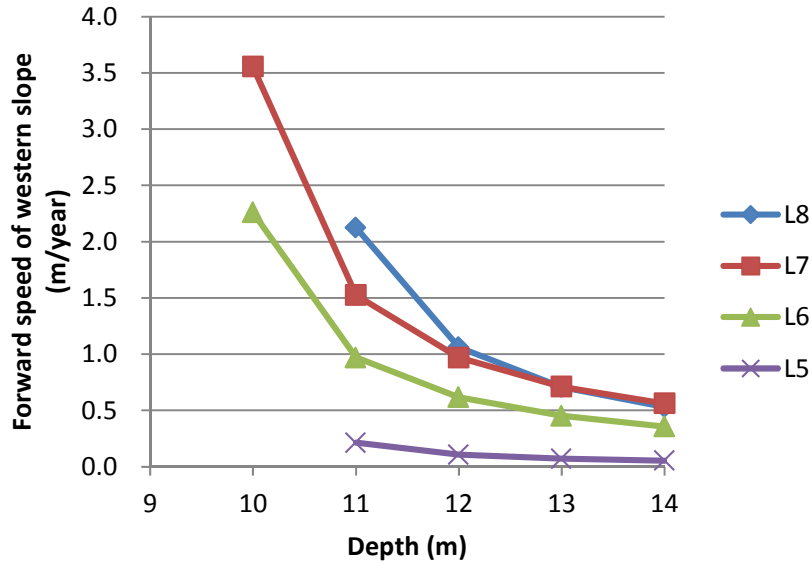


図 C.54 水深別の西側法面の前進速度の算定結果

表 C.13 西側法面における前進速度の評価と推奨される西側法面の浚渫サイクル

Line No.	Depth on the top of slope (m)	Siltation Speed (Coarse) (m ³ /month/km)	target depth (m)	Forward speed of western slope		Recommended cycle of dredging for west side slope
				(m/month)	(m/year)	
L8	10.00	885	10	-	-	
			11	0.177	2.1	1.1m /6 months
			12	0.089	1.1	1.1m /1 year
			13	0.059	0.7	1.4m /2 years
			14	0.044	0.5	1.0m /2 years
L7	9.25	1,111	10	0.296	3.6	1.8m /6 months
			11	0.127	1.5	1.5m /1 year
			12	0.081	1.0	1.1m /1 year
			13	0.059	0.7	1.4m /2 years
			14	0.047	0.6	1.2m /2 years
L6	9.25	706	10	0.188	2.3	1.2m /6 months
			11	0.081	1.0	1.0m /1 year
			12	0.051	0.6	1.2m /2 years
			13	0.038	0.5	1.0m /2 years
			14	0.030	0.4	1.2m /3 years
L5	10.00	89	10	-	-	
			11	0.018	0.2	1.0m /5 years
			12	0.009	0.1	1.0m /10 years
			13	0.006	0.1	1.0m /10 years
			14	0.004	0.1	1.0m /10 years

C.8 再浚渫土量の計算

C.8.1 エコーの再浚渫土量

エコーの再浚渫土量は、図 C.55 に示すような 1km 間隔に設定した各領域の土量を足し合わせて算定する。土量計算に用いる航路の断面形状は、図 C.56 に示す台形形状を仮定しており、overbreak (余堀り) を含まない。

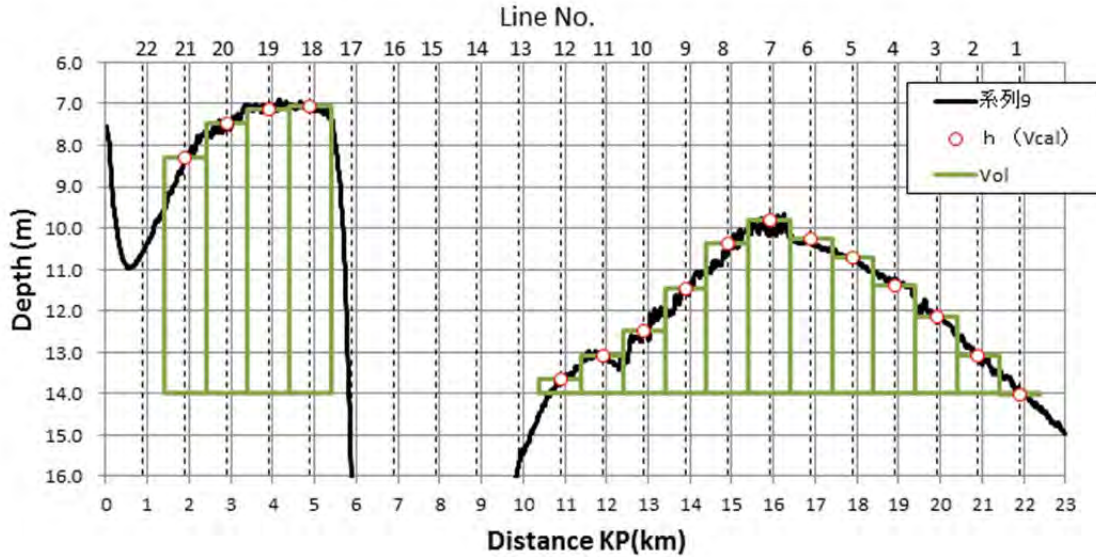


図 C.55 航路縦断形状と土量計算の領域区分

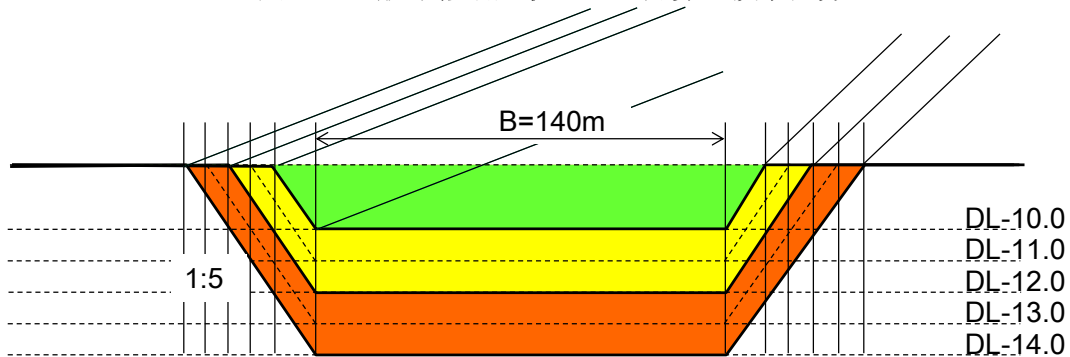


図 C.56 再浚渫土量の計算に用いる航路断面形状

表 C.14 再浚渫土量の算定結果(単位: 1000 m³)

Depth (m)	Outer Ch.	Inner Ch.	Basin	Total
D.L.-9.0	0	895	0	895
D.L.-10.0	25	1,535	59	1,619
D.L.-11.0	404	2,215	344	2,964
D.L.-12.0	1,161	2,936	798	4,895
D.L.-13.0	2,284	3,696	1,471	7,452
D.L.-14.0	3,882	4,496	2,186	10,565

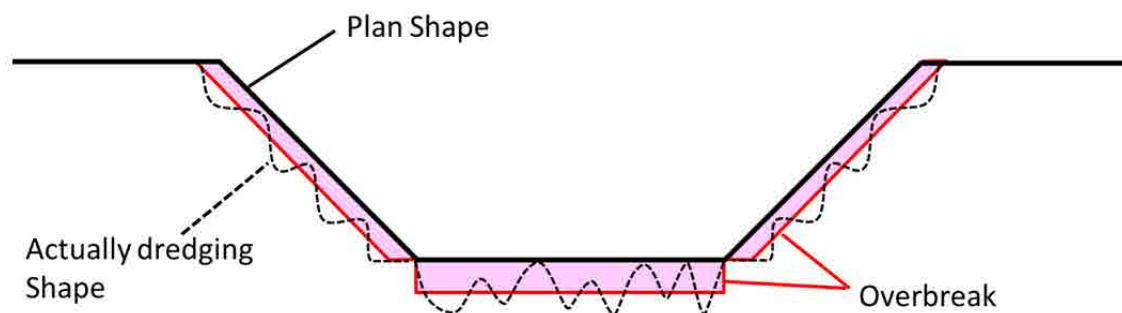


図 C.57 航路浚渫における overbreak (余堀り) の定義

今、overbreak (余堀り) という単語を新たに用いた。図 C.57 に示すように、航路の形状を完全に平らに浚渫することはできないので、overbreak は底面高を計画形状より低くするために余分に浚渫する部分として定義される。

また、最終報告書において、over-dredging (余堀り) を既に定義している。ここで、over-dredging はシルテーションに対応するための浚渫のことである。本調査の中で、overbreak と over-dredging は意味が異なることに注意されたい。

C.8.2 トポノルトの再浚渫土量

トポノルトの報告書によれば、水深別の再浚渫土量が表 C.15 のように算定されている。表 C.14 と表 C.15 のデータを用いて、エコーが算定した再浚渫土量とトポノルトの土量を比較した。ここで、土量の比較は内航路と外航路について行うものとし、泊地の土量は地形が複雑なので対象外とした。図 C.58 によれば、エコーの再浚渫土量はトポノルトの土量に比べてかなり小さいことが分かる。

表 C.15 目標水深別の再浚渫土量 (トポノルトの算定結果)

ZONA	COTA 9.5 (M3)	COTA 10 (M3)	COTA 11 (M3)	COTA 12 (M3)	COTA 13 (M3)	COTA 14 (M3)
DARSENA DE PASAJEROS Y MULTIPROPÓSITO (泊地)	430,311	533,734	891,888	1,506,807	2,295,487	3,173,792
CANAL INTERNO (内航路)	1,921,359	2,406,047	3,392,821	4,389,925	5,394,936	6,407,227
CANAL EXTERNO (外航路)	30,688	109,705	637,150	1,744,329	3,289,747	5,386,543

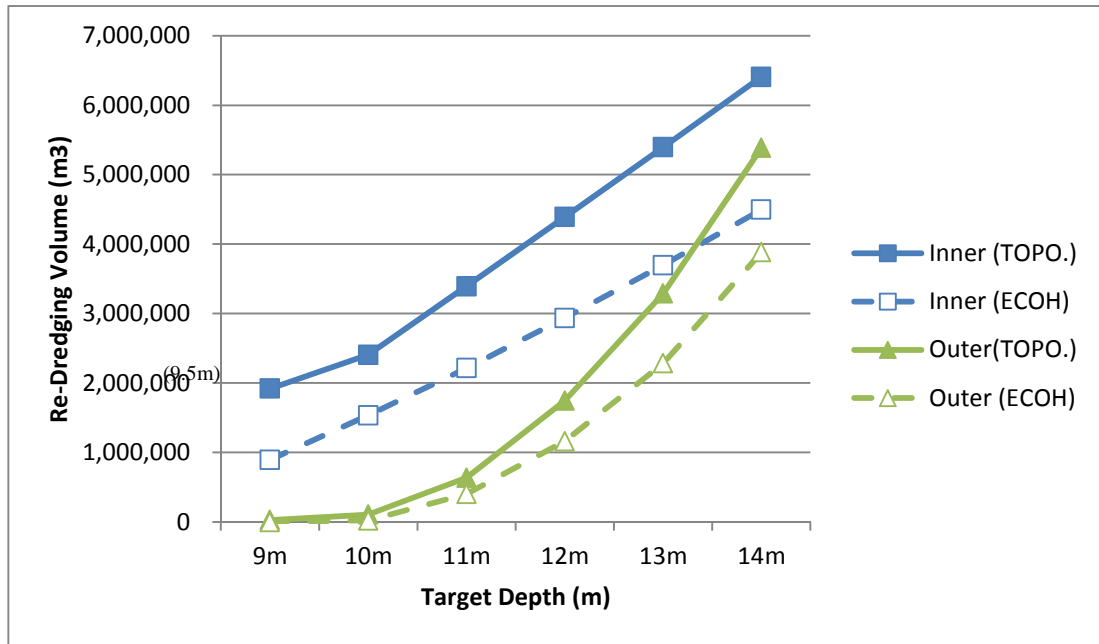


図 C.58 トポノルトとエコーによる再浚渫土量の比較

C.8.3 再浚渫土量の違いについて

エコーの再浚渫土量がトポノルトより小さく評価される理由について検討するため、トポノルトの結果に一致するように **overbreak** を考慮して再浚渫土量を再計算した。土量計算における修正点は以下の通りである。

- 計算条件を一致させるため 9.0m の目標水深を 9.5m に変更した。
- 外航路について、+0.5m の **overbreak** を加算した。
- 内航路について、+1.0m の **overbreak** を加算した。

結果は、図 C.59 に示す通りである。上記の修正により、エコーの再浚渫土量はトポノルトの土量と同じオーダーとなった。従って、トポノルトの土量計算には **overbreak** 分の土量が含まれていると推測される。そのため、CEPA は、トポノルトが土量算定に用いている航路形状に、**overbreak** が含まれているかどうかについて再確認したほうがよい。

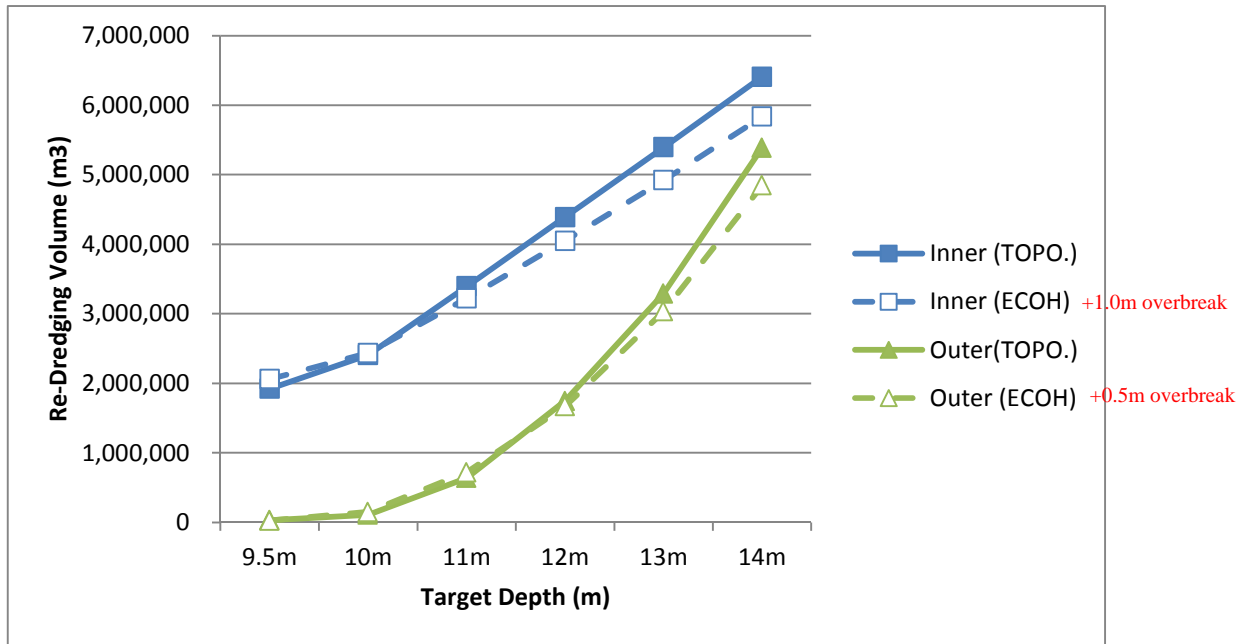


図 C.59 トポノルトとエコーによる再浚渫土量の比較
(外航路で 0.5m、内航路で 1.0m の overbreak を考慮)

ANNEX D ラ・ウニオン港の経済分析に関するトピックス

ANNEX D

ラ・ウニオン港の経済分析に関する

トピックス

ANNEX D	ラ・ウニオン港の経済分析に関するトピックス.....	D-1
D.1	近隣諸国の港湾.....	D-2
D.1.1	グアテマラ.....	D-2
D.1.2	ホンジュラス.....	D-12
D.1.3	ニカラグア.....	D-21
D.1.4	コスタリカ.....	D-26
D.2	海上輸送サブモデルの詳細.....	D-35
D.2.1	モデルの基本コンセプト.....	D-35
D.2.2	リンクコスト関数の定義.....	D-36
D.2.3	解法.....	D-37
D.2.4	海上輸送時間.....	D-37
D.2.5	海上輸送費用の算出.....	D-38
D.2.6	モデル対象港湾.....	D-40
D.2.7	海上輸送ネットワークの作成.....	D-44
D.2.8	海上輸送サブモデルの推計結果.....	D-45
D.3	セバ経済チームと行ったインタビュー及び調査.....	D-47
D.4	船舶寄港モデルの計算プログラム使用マニュアル.....	D-57
D.4.1	概要および前提.....	D-57
D.4.2	プログラムに含まれるファイルの概要.....	D-57
D.4.3	プログラムの実行手順.....	D-63
D.4.4	出力ファイルの概要.....	D-66

D.1 近隣諸国の港湾

D.1.1 グアテマラ

(1) グアテマラ国の概要

グアテマラ共和国は太平洋及びカリブ海に面し、メキシコ、エルサルバドル共和国、ホンジュラス共和国及びベリーズと国境を接している。国土面積は 108,889 平方キロメートルで人口は 1,471 万人（2011 年）である。首都はグアテマラシティで、太平洋に面してケツアル港が、カリブ海に面してサントトマス港、プエルトバリオス港が立地している。

主な産業は農業と繊維関連産業で、2011 年の GDP は 46,910 百万ドル、一人当 GDP は 3,188 ドルで、近年は年 2 ないし 3%で着実に伸長している。

2011 年の輸出額は 10,450 百万ドル、輸入額は 16,128 百万ドルで、主な輸出品は衣類、繊維製品/縫製品、コーヒー、宝石、貴金属、鉱物、金属、砂糖及びバナナ、主な輸入品は、食料品、鉱物、製造品、電子製品、化学製品及び縫製品である。主要輸出相手国は米国、中米諸国、EU、メキシコ及びパナマ、主要輸入相手国は米国、メキシコ、中国、中米諸国及び EU となっている。

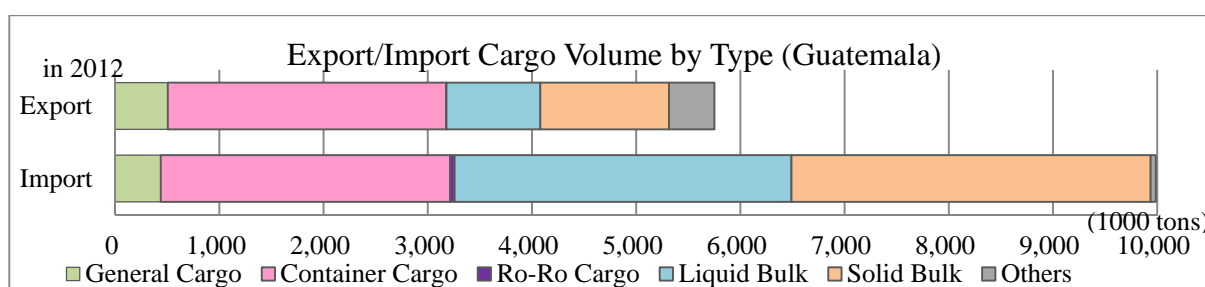
(2) グアテマラ国の港湾

ケツアル港は太平洋側のゲートウェイとしての役割を担い、サントトマス・デ・カスティージャ港はカリブ海のゲートウェイとしての役割を果たしている。これら 2 港湾に加えバナナ輸出港のバリオス港がサントトマス・デ・カスティージャ港に近接して立地している。

表 D.1 グアテマラの主要港湾

Pacific side	Puerto Quetzal, Boyas de San Jose
Caribbean Sea side	Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios

主要港湾の 2012 年における寄港船隻数は 2,723 隻、取扱貨物量は 15,738 千トンに上る。品目別輸出入貨物は図 D.1 に示すとおりで、コンテナが輸入貨物の 27.8%、輸出貨物の 46.5%を占める。2007 年から 2012 年の寄港船舶数及び貨物量の推移は表 D.2 に示すとおりである。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.1 グアテマラの主要港湾の輸出入貨物

表 D.2 グアテマラの主要港湾の寄港船舶及び取扱貨物量

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ship Call		3,546	3,370	3,263	3,501	3,328	2,723
Cargo Volume (thousand tons)	Export	5,755	5,922	6,275	6,468	7,057	5,751
	Import	11,121	9,938	9,703	10,408	11,244	9,987
	Total	16,876	15,860	15,978	16,876	18,301	15,738

出典: prepared from data on the website of COCATRAM

(3) ケッツアル港

1) 概要

ケッツアル港は、北緯 13°55'、西経 90°47'03、グアテマラシティから 98km 南東の太平洋岸に位置する。カリブ海側のバリオス港湾及びサントトマス・デ・カステージャ港から陸路 430 キロに位置する。また、海路ではメキシコのマンサニョ港から 1,618 キロ南、アカフトラ港から 150 キロ北に位置する。これらの都市、港湾及び周辺国とは道路網で繋がれている。複合的な機能を持つ太平洋岸のゲートウェイ港である。

中央政府から権限を委任された自治組織である Empresa Portuaria Quetzal (EPQ)が管理している。

2) 港湾施設

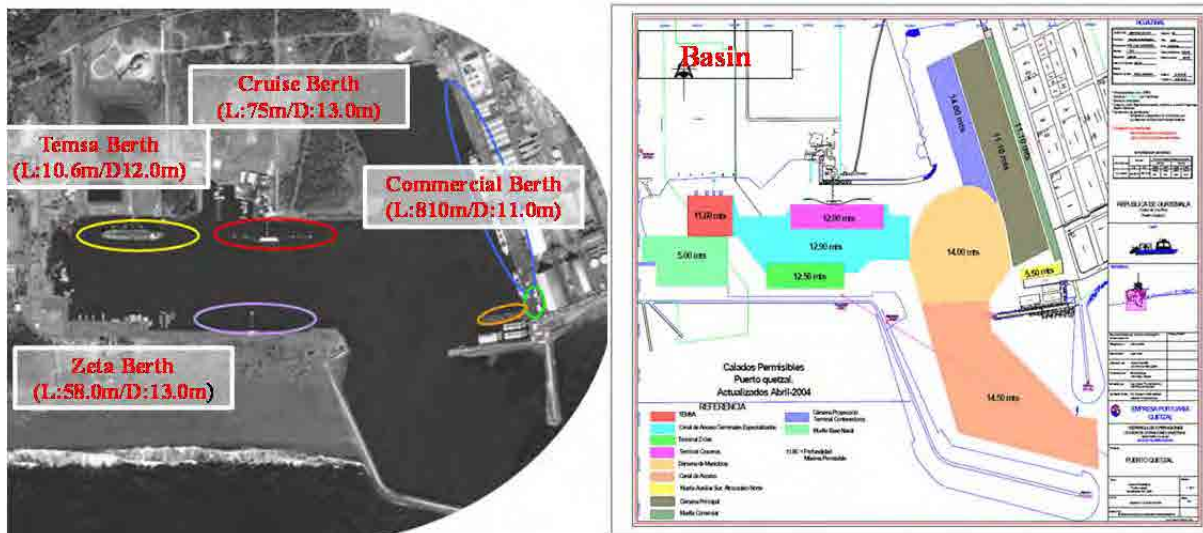
航路水深は 14m から 16m で、防波堤の開口部幅は 210m である。

主要港湾施設は延長 810m、水深 12 の埠頭で 4 バースからなる。2 バースは雑貨／コンテナ貨物、2 バースはドライバルク／雑貨／液体バルク貨物向けである。港湾区域内に大型泊地を擁し、クルーズ船ターミナル(水深 12m)、石炭ターミナル (14m) 及び LPG ターミナル (13m) が立地している。

太平洋のうねりに起因する砂の移動による埋没の課題を有している。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能なコンテナ船の最大喫水は 11.1m (MLSW) とされている。

図 D.2 に港湾施設の配置、表 D.3 に主要港湾の概要を示す。



出典: prepared from Website of EPQ

図 D.2 ケッツアル港の配置
表 D.3 ケッツアル港の主要港湾施設

Channel	Depth: 14.0m - 16.0m, Width(between breakwaters): 210 m
Dock	Commercial Berth (4 berths) / Length:810m, Depth: 11 m Cruise Berth / Length 75.0m, Depth 1.0 m Temsa Berth / Length: 10.6 m, Depth: 12.0 m Zeta Berth / Length: 58.0 m, Depth 13.0 m

出典: prepared from Website of EPQ

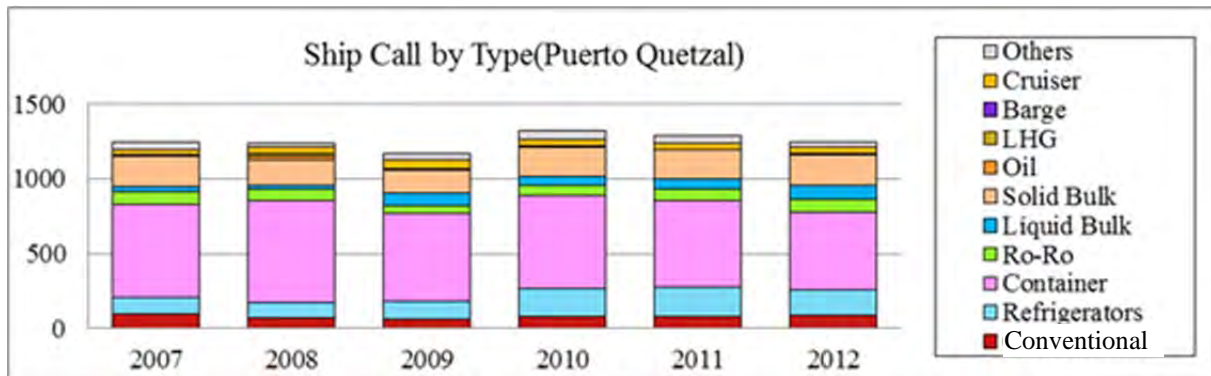
3) 港勢

ケッツアル港の2012年における寄港船舶は1,247隻で約8.5百万トン(輸入5.8百万トン、輸出2.7百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が85隻、冷凍船が174隻、コンテナ船が517隻、RORO船が84隻、液体バルク船が94隻、固体バルク船が204隻、LHGが9隻でその他の船が42隻となっている。図D.3に2007年から2012年の寄港の推移を示す。

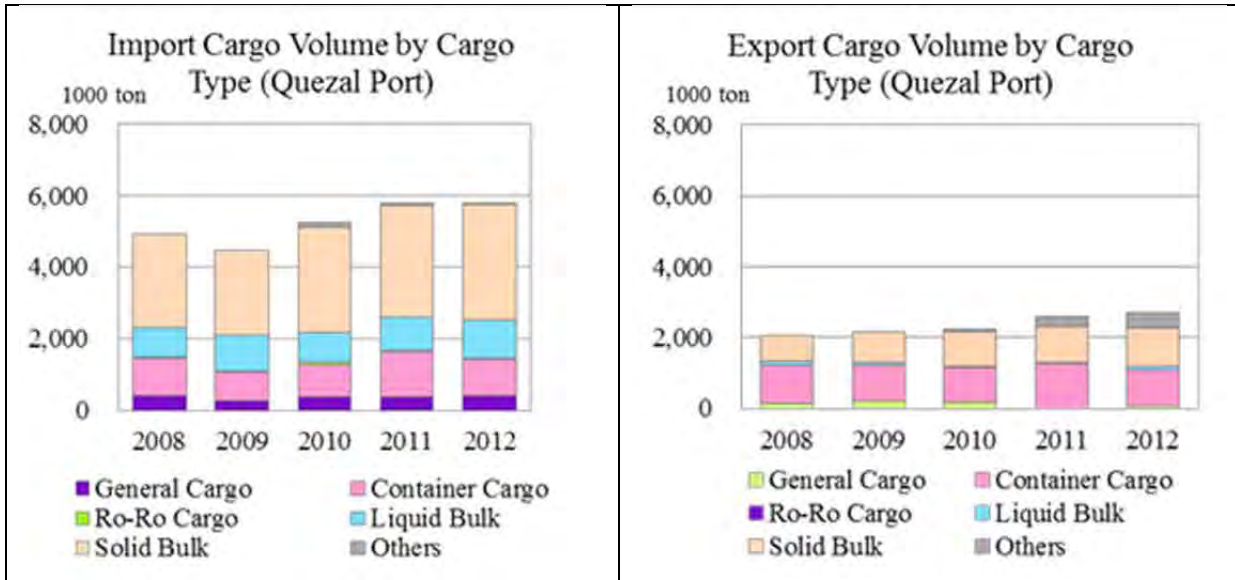
輸入貨物の内訳は雑貨が399千トン、コンテナ貨物が1,024千トン、RORO貨物が44千トン、液体バルク貨物が1,074千トン、固体バルク貨物が3,207千トン及びその他の貨物が49千トンとなっている。

輸出貨物の内訳は雑貨が66千トン、コンテナ貨物が1,020千トン、RORO貨物が2千トン、液体バルク貨物が113千トン、固体バルク貨物が1,060千トン及びその他の貨物が437千トンとなっている。図D.4に2007年から2012年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.3 ケッツアル港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.4 ケッツアル港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

ケッツアル港のコンテナ取扱量は 2012 年に 324,506 TEU (実入 218,806 TEU、空 105,700 TEU) であった。

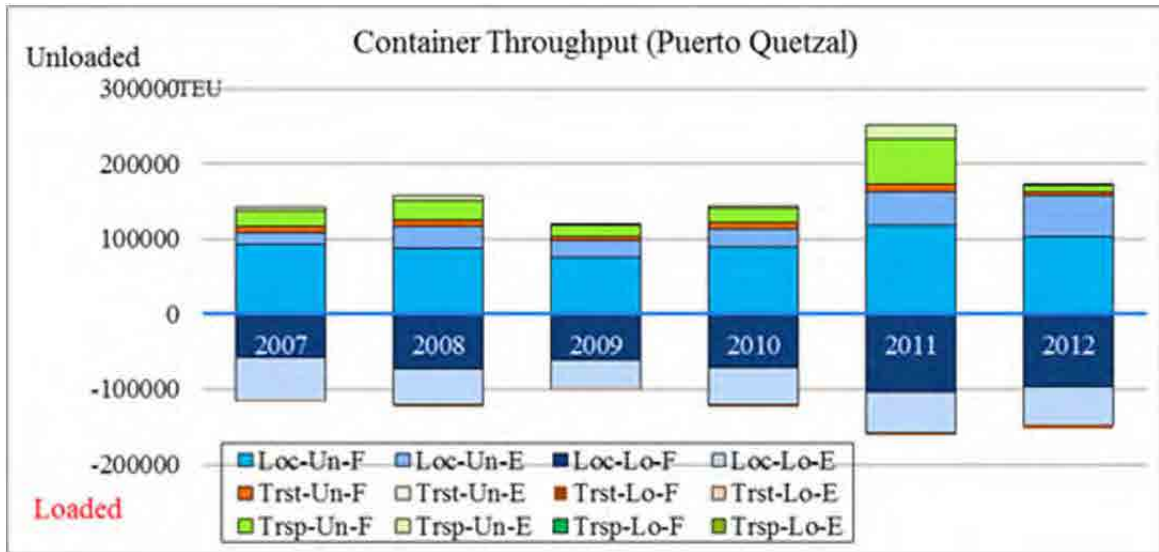
ローカル貨物コンテナが 305,589 TEU(97.3%)、トランジットコンテナが 8,804 TEU (2.7%)、トランシップメントコンテナが 10,114 TEU (3.1%)となっている。158,269 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、103,846 TEU (65.6%)が実入 54,423 TEU (34.4%) が空コンテナである。147,320 TEU の輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 96,744 TEU (65.7%)、50,576 TEU (34.3%) が空コンテナである。トランジットコンテナは全て (輸入 3,793 TEU、輸出 5,011 TEU) が実入コンテナである。輸入トランシップメントコンテナは 9,413 TEU が実入、701 TEU が空コンテナである。トランシップメントコンテナの輸出はない。

表 D.4 及び図 D.5 に 2007 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.4 ケッツアル港のコンテナ取扱量

Year			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Local	Unloading	Full	92,728	88,314	75,417	88,604	117,633	103,846
		Empty	16,264	28,724	21,720	24,059	45,937	54,423
	Loading	Full	57,576	71,995	60,566	71,613	103,039	96,744
		Empty	57,089	49,230	38,599	49,317	55,374	50,576
Transit	Unloading	Full	7,090	8,143	5,076	9,553	9,530	3,793
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	892	970	311	471	1,916	5,011
		Empty	0	0	0	0	0	0
Transshipment	Unloading	Full	21,519	24,879	16,042	18,556	60,371	9,413
		Empty	4,131	8,026	1,645	2,984	18,554	701
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Total	Full	179,806	194,300	157,410	188,798	292,488	218,806	
	Empty	77,485	85,981	61,964	76,359	119,865	105,700	
TOTAL			257,291	280,281	219,374	265,157	412,353	324,506

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



<Note>Loc-Un-F:Local/Unloading/Full, Loc-Un-E:Local/Unloading/Empty, Loc-Lo-F:Local/Loading/Full, Loc-Lo-E:Local/Loading/Empty, Trst-Un-F:Transit/Unloading/Full, Trst-Un-E:Transit/Unloading/Empty, Trst-Lo-F:Transit/Loading/Full, Trst-Lo-E:Transit/Loading/Empty, Trsp-Un-F:Transshipment/Unloading/Full, Trsp-Un-E:Transshipment/Unloading/Empty, Trsp-Lo-F:Transshipment/Loading/Full, Trsp-Lo-E:Transshipment/Loading/Empty.

出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.5 ケッツアル港コンテナ取扱量の推移

5) 将来開発

新コンテナターミナルが既存コマーシャルバースの対岸に計画されている。Group TCB (バルセロナ)がコンセッション契約の下で開発を行うことになっている。コンセッション期間は25年で同社は250百万ドルを投資する予定である。

コンテナ取扱量は2ないし3年後に150千TEU、5ないし10年後に450~600千TEUになると見込んでいる。ターミナルは延長540m、水深14~15mで2バースからなる。4基のポストパナマックス型ガントリークレーンが計画され、RTGによるオペレーションが予定されている。

プロジェクトは2つのフェーズで実施され、フェーズ1では延長300m、水深12.5m、ヤード面積13haが予定され、2015年供用を計画している。しかしながら事業実施は遅れている。

このコンテナターミナルに加えEPQは既存ターミナルを延長して400mの多目的ターミナルに改良することも計画している。



出典: EMPRESA PORTUARIA QUETZAL

図 D.6 ケッツアル港新コンテナターミナルの位置

(4) バリオス港

1) 概要

バリオス港は、北緯 15°44'03"、西経 88°36'21"、グアテマラシティから道路 295km、鉄道で 320km のカリブ海沿岸に立地する。ケツアル港からは陸路で 430km に位置する。各都市、港湾及び周辺国は道路網で結ばれる。

港湾は、主にチキータ、ドールのバナナなど果実やコーヒーの輸出に利用され、チキータ会社の主導で主要果実生産企業からなる協会の *Compania Bananera Guatemalteca Independiente SA (Cobigua)*により運営されている。

2) 港湾施設

航路は、延長 19.7 km、水深 11.0m、幅 90 m で、サントトマスデカステイージャ港と共用している。潮位差は 0.3m である。

主要港湾施設は延長 303.6m、幅 15.21m の突堤構造で、4 バースからなり、No1 dock は延長 155 m、No.2 dock は延長 140 m、No.3 dock は延長 175 m、No.4 dock は延長 65 m である。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能なコンテナ船の最大喫水は 9.5m とされている。

表 D.5 バリオス港の主要港湾施設

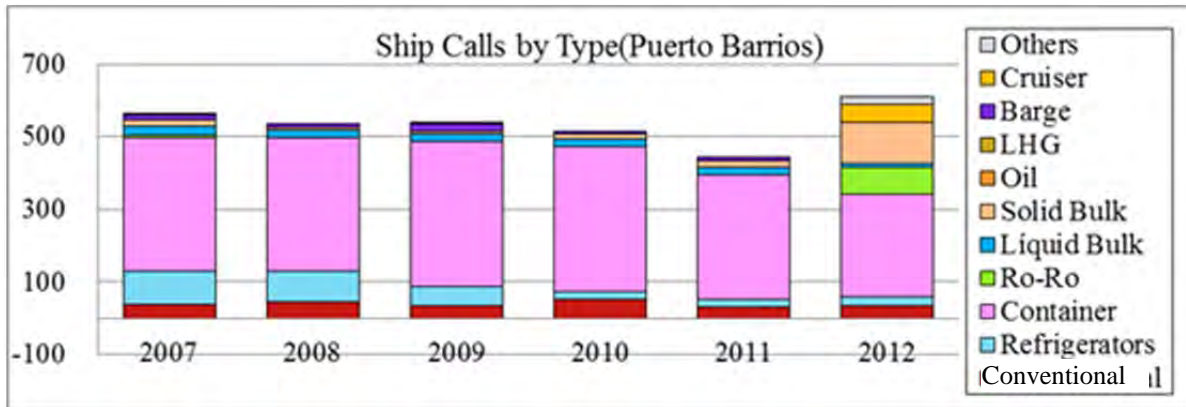
Channel	Length: 19.7 km, Depth: 11.0m - 16.0m, Width: 90 m
Dock	Length:303.6 m, Berth: 4, Depth: 9.5 m Three berths of the above serve container vessels.

3) 港勢

バリオス港の 2011 年における寄港船舶は 611 隻で約 2.6 百万トン(輸入 1.22 百万トン、輸出 1.38 百万トン)の貨物取扱量となっている。

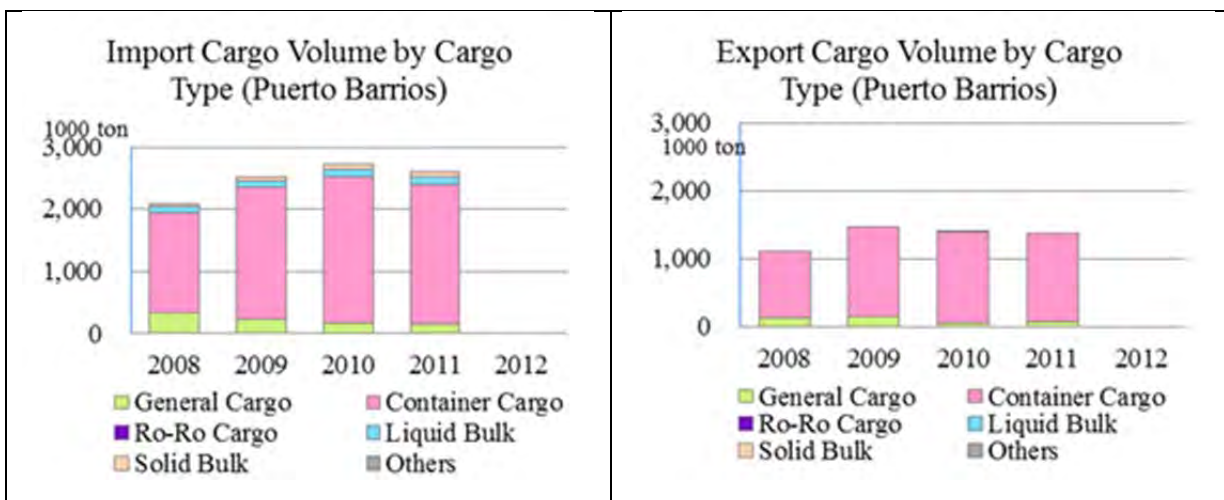
船種の内訳は、在来船が 33 隻、冷凍船が 25 隻、コンテナ船が 282 隻、RORO 船が 74 隻、液体バルク船が 12 隻、固体バルク船が 112 隻でその他の船が 71 隻となっている。図-7 に 2007 年から 2012 年の寄港の推移を示す。

輸入貨物の内訳は雑貨が 69 千トン、コンテナ貨物が 940 千トン、液体バルク貨物が 132 千トン及び固体バルク貨物が 79 千トンである。輸出貨物の内訳は雑貨が 82 千トン、コンテナ貨物が 1,301 千トンである。図 D.8 に 2008 年から 2011 年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.7 バリオス港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.8 バリオス港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

バリオス港のコンテナ取扱量は 2012 年に 365,242 TEU (実入 298,878 TEU、空 71,364 TEU)であった。

ローカル貨物コンテナが 226,361 TEU (62.3%)、トランジットコンテナが 35,505 TEU (9.5%)、トランシップメントコンテナが 103,833 TEU (28.4%)となっている。109,980 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、53,313 TEU (48.5%)が実入、56,667 TEU (51.5%)が空コンテナである。116,381 TEU の輸出コンテナの内訳は実入が 103,171 TEU (88.6%)、13,210 TEU (11.4%)が空コンテナである。トランジットコンテナは全て (輸入 17,392 TEU、輸出 17,657 TEU) が実入コンテナである。輸入トランシップメントコンテナは 102,347 TEU が実入、1,486 TEU が空コンテナである。トランシップメントコンテナの輸出はない。

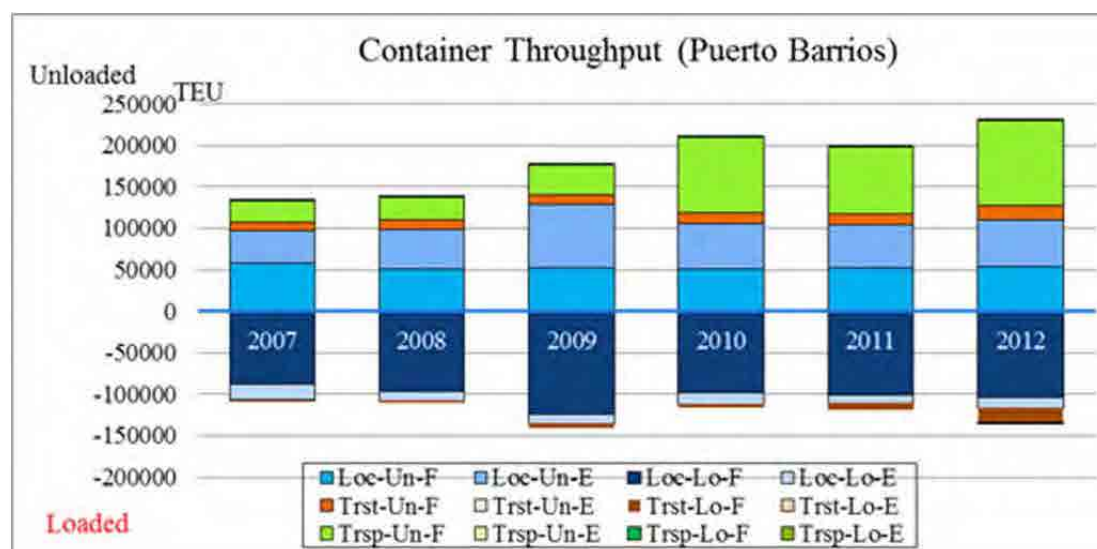
表 D.6 及び図 D.9 に 2007 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.6 バリオス港のコンテナ取扱量

Year		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Local	Unloading						
	Full	57,916	50,674	52,603	50,273	52,396	53,313
	Empty	39,321	47,373	75,806	54,831	51,278	56,667

	Loading	Full	88,408	96,445	124,402	98,472	100,453	103,171
		Empty	18,441	11,298	10,828	13,841	10,272	13,210
Transit	Unloading	Full	10,125	11,820	12,361	14,130	13,944	17,392
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	1,962	2,893	5,760	4,190	8,212	17,657
		Empty	0	0	0	0	0	1
Transshipment	Unloading	Full	26,472	28,278	35,824	91,090	80,287	102,347
		Empty	58	18	62	8	961	1,486
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Total	Full	184,883	190,109	230,950	258,155	255,293	293,878	
	Empty	57,820	58,690	86,696	68,679	62,511	71,364	
TOTAL			242,703	248,799	317,646	326,834	317,804	365,242

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.9 バリオス港コンテナ取扱量の推移

5) 将来開発

バリオス港は市の中心に位置し拡張には制約がある。

(5) サントトーマス・デ・カスティーリョ港

1) 概要

サントトーマス・デ・カスティーリョ港は、北緯 15°42'、西経 88°37' カリブ海アマティーケ湾奥に位置し、首都のグアテマラシティから 320km に位置する。ケッツアル港から陸路 430km に位置する。海路でメキシコのベラクルス港から南 1,789km、コルテス港から北 117km に位置する。これらの都市、港湾及び周辺国とは道路網で繋がれている。

複合的な機能を持つカリブ海側のゲートウェイ港である。中央政府から権限を委任された自治組織である Empresa Portuaria Nacional Santo Tomas de Castilla が管理している。

2) 港湾施設

航路の水深は 11m で延長は 90m、潮位差は 0.54m で、防波堤の開口部幅は 210m である。

主要港湾施設は延長 914.52m の直線岸壁で 6 バースに区分され、平均水深は 9.5m である。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能なコンテナ船の最大喫水は 9.14m、LOA は 229m とされている。

表 D.7 サントトーマス・デ・カスティージョ港の主要港湾施設

Channel	Depth: 11.0m draft, Length: 90 m
Dock	Length:914.52m, Berth: 6, Depth: 9.5 m on average

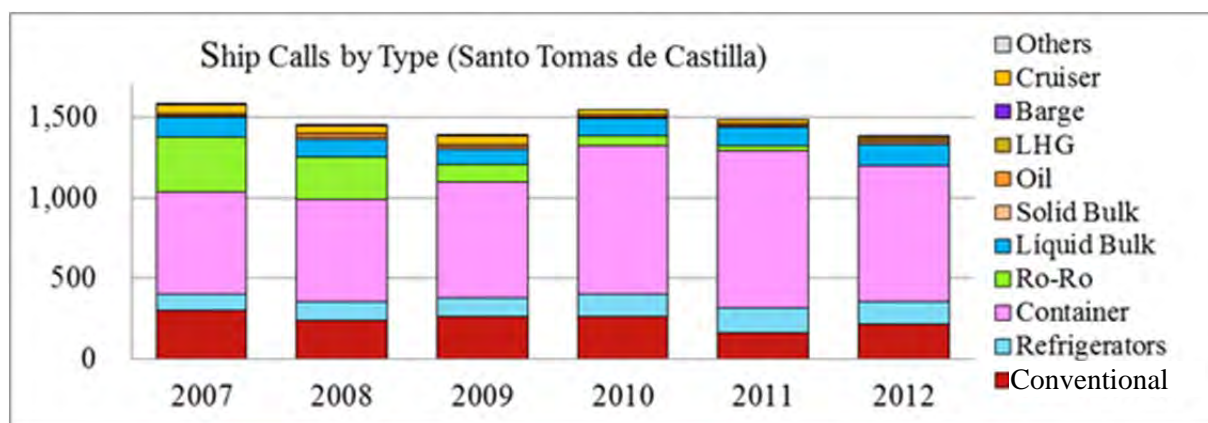
3) 港勢

サントトーマス・デ・カスティージョ港の 2012 年における寄港船舶は 1,380 隻で約 5.5 百万トン(輸入 2.64 百万トン、輸出 2.86 百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来線が 215 隻、冷凍船が 144 隻、コンテナ船が 837 隻、RORO 船が 2 隻、液体バルク船が 128 隻、固体バルク船が 18 隻、オイルタンカーが 13 隻で、その他の船が 23 隻となっている。図 D.10 に 2007 年から 2012 年の寄港の推移を示す。

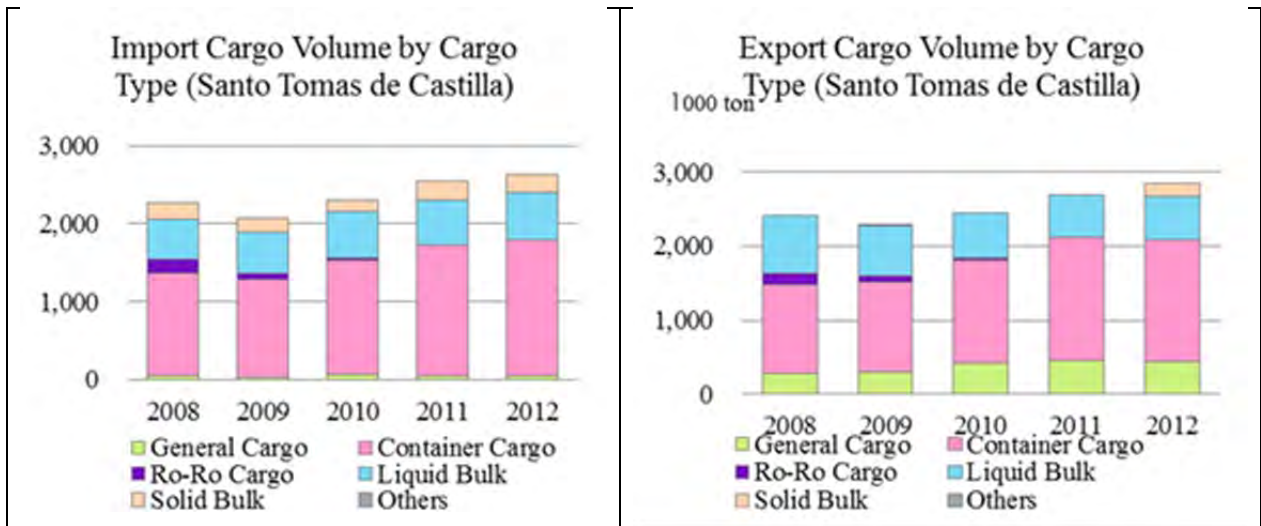
輸入貨物の内訳は雑貨が 39 千トン、コンテナ貨物が 1,752 千トン、RORO 貨物が 0.8 千トン、液体バルク貨物が 603 トン、固体バルク貨物が 241 トンとなっている。

輸入貨物の内訳は雑貨が 439 千トン、コンテナ貨物が 1,651 千トン、RORO 貨物が 1 千トン、液体バルク貨物が 594 トン、固体バルク貨物が 174 トンとなっている。図 D.11 に 2007 年から 2012 年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.10 サントトーマス・デ・カスティージョ港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.11 サントトマス・デ・カステイージョ港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

サントトマス・デ・カステイージョ港のコンテナ取扱量は 2012 年に 365,242 TEU (実入 (293,878 TEU、空 71,364 TEU)であった。ローカル貨物コンテナが 468,734 TEU (97.3%)、トランシップメントコンテナが 12,842 TEU (2.7%)となっている。228,339 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、179,616 TEU (78.7%)が実入 48,723 TEU (21.3%) が空コンテナである。227,555 TEU の輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 173,697 TEU (78.7%)、53,858 TEU (23.7%) が空コンテナである。トランジットコンテナの取り扱いはない。6,518 TEU の輸入トランシップメントコンテナは 5,576 TEU (90.5%)が実入、582 TEU (9.45%)が空コンテナである。6,684 TEU の輸出トランシップメントコンテナは 5,547 TEU (83.0%)が実入、1,137 TEU (17%)が空コンテナである。

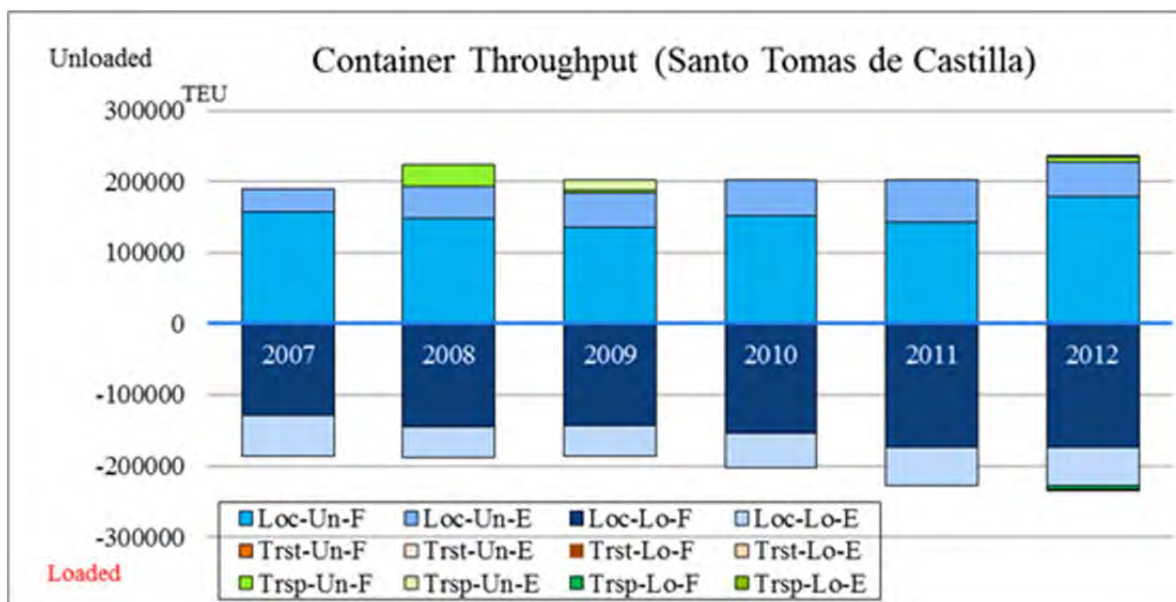
表 D.8 及び図 D.12 に 2007 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.8 サントトマス・デ・カステイージョ港のコンテナ取扱量

Year			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Local	Unloading	Full	157,199	148,246	135,296	15,1255	143,056	179,616
		Empty	32,557	44,308	49,883	50,891	60,053	48,723
	Loading	Full	128,926	144,334	142,977	154,412	174,178	173,697
		Empty	57,333	43,418	43,413	48,245	53,950	53,858
Transit	Unloading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Transshipment	Unloading	Full	0	30,643	2,705	0	0	5,576
		Empty	0	0	13,947	0	0	582
	Loading	Full	0	0	0	0	0	5,547
		Empty	0	0	0	0	0	1,137
Total		Full	286,125	323,224	280,978	305,667	317,233	364,435

	Empty	89890	87,726	107,243	99,137	114,002	104,299
TOTAL		376,015	410,950	388,221	404,804	431,235	468,734

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.12 サントトマス・デ・カスティージョ港コンテナ取扱量の推移

5) 将来開発

サントトマス・デ・カスティージョ港は増大するコンテナ貨物に対応するため港湾施設の近代化を計画している。計画は4つの新たなターミナルを2008年から2012年に建設し運用開始するものである。4つのターミナルとロジスティクス産業地帯に300百万ドルの投資が予定されている。加えて、2隻の大型クルーズ船が着さん可能な近代的な旅客船ターミナルを2012年に供用開始するという計画も有している。この事業費は40百万ドルと見積もられている。(Empresa Portuaria Nacional Santo Tomas de Castilla 資料)

D.1.2 ホンジュラス

(1) ホンジュラス国の概要

ホンジュラス共和国は太平洋及びカリブ海に面し、グアテマラ共和国、エルサルバドル共和国及びニカラグアと国境を接している。国土面積は112,492平方キロメートルで人口は775万人(2011年)である。首都はテグシガルパである。

主な産業は農業、漁業、林業及び畜産業で、2011年のGDPは17,200百万ドル、一人当GDPは2,015ドルである。国の経済はハリケーンによる大きな被害からは立ち直ったものの、重債務貧困国イニシアティブリスト国の一つとなっている。

2011年の輸出額は7,204.3百万ドル、輸入額は10,337.6百万ドルで、主な輸出品はコーヒー、バナナ、養殖エビ及び淡水魚、主な輸入品は、石油、機械、電気製品及び化学製品である。主要貿易相手国は米国、中米諸国及びEUとなっている。

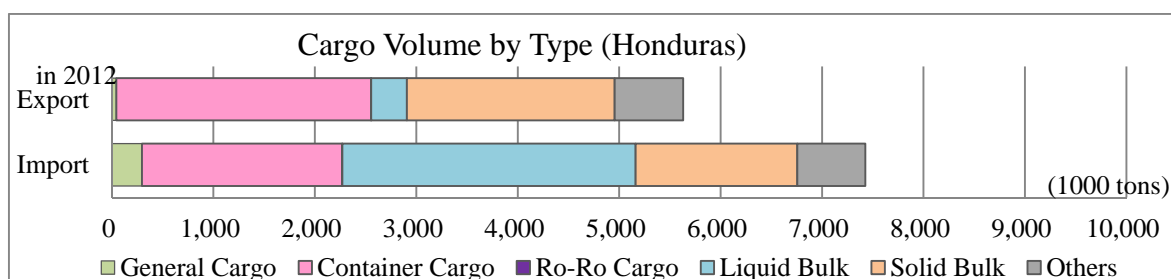
(2) ホンジュラスの港湾

コルテス港及びカスティージャ港がカリブ海沿岸に立地するほか、太平洋岸ではフォンセカ湾にサンロレンソ港が立地している。これらの港湾は中央政府から権限を委任された自治組織である Empresa Nacional Portuaria (ENP)により管理され、港湾料金も全国で統一した料金が適用されている。

表 D.9 ホンジュラスの主要港湾

Pacific side	San Lorenzo
Caribbean Sea side	Puerto Cortes, Puerto Castilla, Tela, La Ceiba

これら主要港湾の2012年における寄港船隻数は2,165隻、取扱貨物量は1,347千トンに上る。品目別輸出入貨物は図D.13に示すとおりで、コンテナが輸入貨物の26.6%、輸出貨物の44.6%を占める。2007年から2010年の寄港船舶数及び貨物量の推移は表D.10に示すとおりである。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.13 ホンジュラス主要港湾の輸出入貨物

表 D.10 ホンジュラス主要港湾の寄港船舶及び取扱貨物量

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ship Call		2,547	2,456	2,328	2,252	2,570	2,165
Cargo Volume (thousand tons)	Export	3,193	3,486	3,162	3,783	4,844	5,630
	Import	6,626	6,990	6,289	6,798	7,293	7,427
	Total	9,819	10,476	9,450	10,582	12,137	13,057

出典: prepared from data on the website of COCATRAM

(3) コルテス港

1) 概要

コルテス港は、北緯 16°30'10"、西経 88°24'00"、テグシガルパから 400km 北のカリブ海岸に立地する。海路では、サントトーマル・デ・カスティージャ港の東 117km リモン港の北 1,144km に位置する。鉄道幹線が港湾区域に伸びており、鉄道及び高速道路により他地域と結ばれ、また、主要道路がテグシガルパに伸びている

複合的な機能を持つカリブ海側のゲートウェイとなっている。

2) 港湾施設

航路は延長 1200m、幅 400m で平均水深は 14m、潮位差は 0.3m 以下である。

埠頭の総延長は 1,157m で、コンテナ及び雑貨向の 3 つのバースがある。第 3 埠頭は雑貨、RORO 貨物、コンテナ貨物向の延長 198m 水深 9-12m の 1 バース、第 4 埠頭は雑貨、RORO 貨物、コンテナ貨物向の延長 325m 水深 8-9.2m の 2 つのバース、第 5 埠頭が雑貨、コンテナ貨物向けの延長 476m 水深 9-22m の 3 つのバースを擁している。この他、水深 10.6m の 2RORO バースがある。

2 基の 45-t ガントリークレーン、1 基の 12.5t モバイルクレーン(トラックマウント)及び 5 基の 12.5-t から 15-t のクレーンを備えている。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能なコンテナ船の最大喫水は 12m (MLW) とされている。

図 D.2 に港湾施設の配置、表 D.11 に主要港湾の概要を示す。

表 D.11 コルテス港の主要港湾施設

Channel	Length:1,200 m, width:400 m, Draft (average): 14.0 m
Dock	Total Length: 1157m/ a 198-m long berth with the depth of 9-12 m, a 325-m long berth with the depth of 8-9.2 m, a 476-m long berth with the depth of 9-11 m, RORO berth with the depth of 10.6m

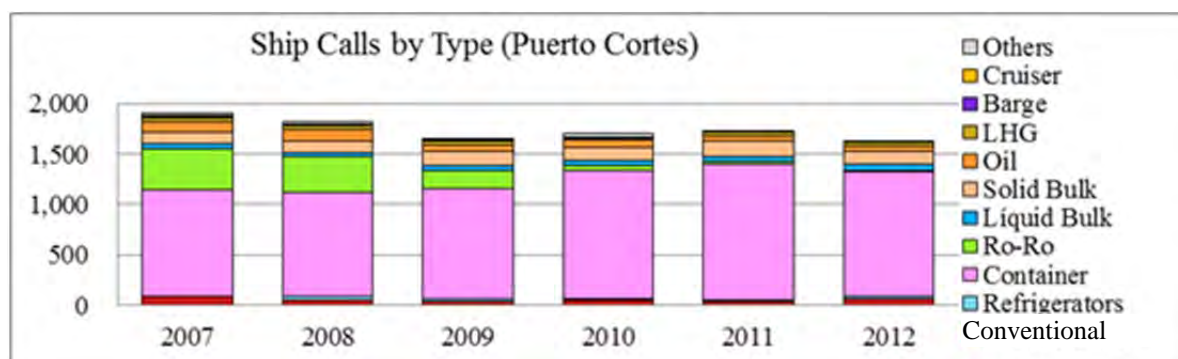
3) 港勢

コルテス港の 2012 年における寄港船舶は 1,630 隻で約 9.6 百万トン(輸入 6.1 百万トン、輸出 3.5 百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が 68 隻、冷凍船が 1,171 隻、コンテナ船が 1,243 隻、RORO 船が 13 隻、液体バルク船が 57 隻、固体バルク船が 131 隻、オイルタンカーが 54 隻、LHG が 33 隻でその他の船が 14 隻となっている。図 D.14 に 2007 年から 2012 年の寄港の推移を示す。

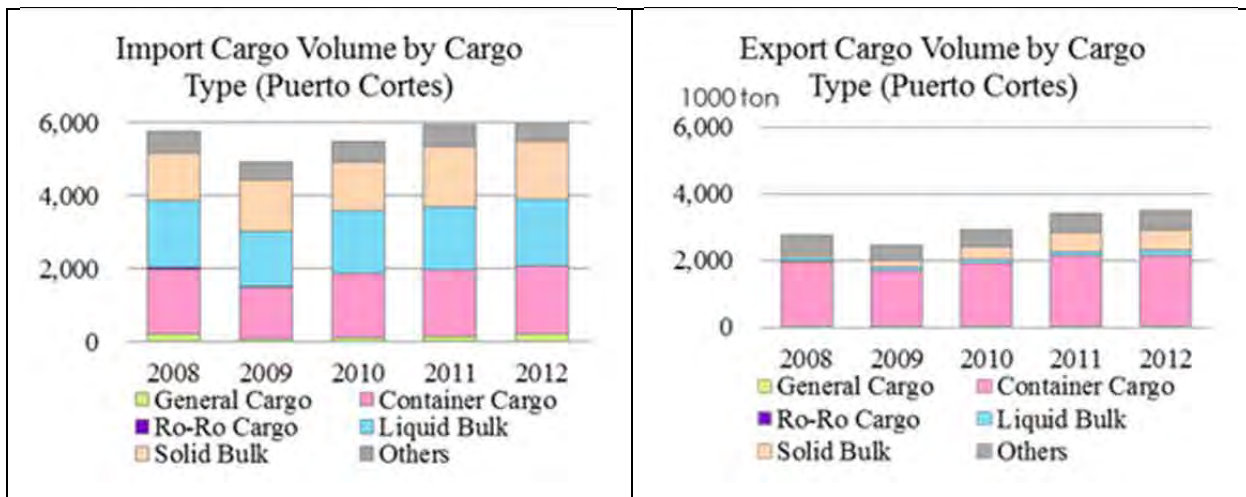
輸入貨物の内訳は雑貨が 227 千トン、コンテナ貨物が 1,806 千トン、RORO 貨物が 2 千トン、液体バルク貨物が 1,818 千トン、固体バルク貨物が 1,563 千トンでその他の貨物が 588 千トンとなっている。

輸出貨物の内訳は雑貨が 27 千トン、コンテナ貨物が 2,137 千トン、RORO 貨物が 2 千トン、液体バルク貨物が 148 トン、固体バルク貨物が 598 トン及びその他の貨物が 589 千トンとなっている。図 D.15 に 2007 年から 2012 年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.14 コルテス港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.15 コルテス港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

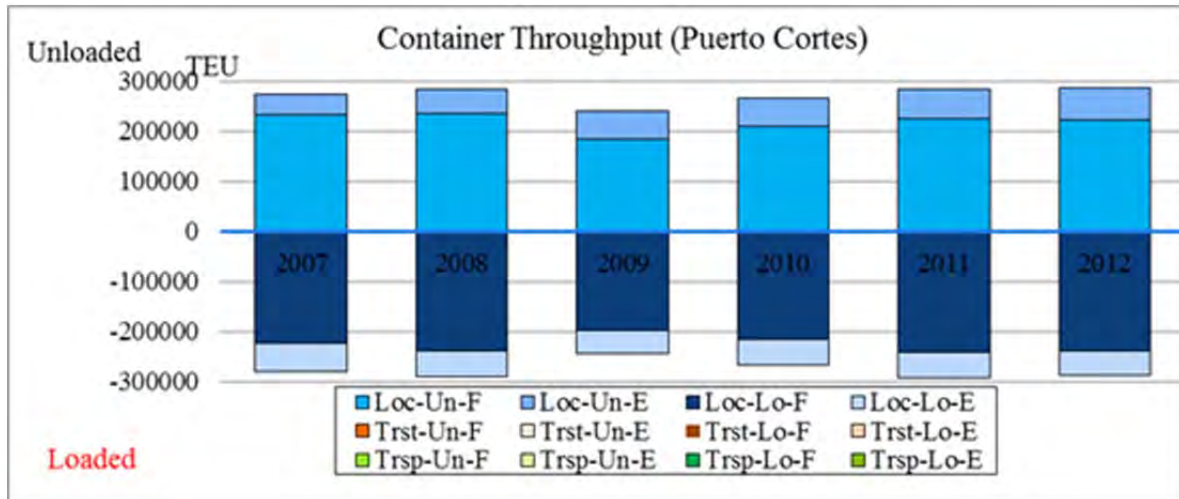
コルテス港のコンテナ取扱量は 2012 年に 573,322 TEU (実入 461,571 TEU、空 111,751 TEU)であった。全コンテナがローカル貨物コンテナである。285,465 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、221,882 TEU (77.7 %)が実入 63,585 TEU (22.3 %) が空コンテナである。287,858 TEU の輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 239,961 TEU (83.3 %)、48,167 TEU (16.7 %)が空コンテナである。

表 D.12 及び図 D.16 に 2007 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.12 コルテス港コンテナ取扱量

Year			2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012
Local	Unloading	Full	232,199	235,735	184,004	210,231	225,140	221,882
		Empty	41,760	46,883	55,618	55,177	59,217	63,583
	Loading	Full	223,279	239,730	198,915	216,082	241,803	239,691
		Empty	55,899	50,032	45,611	50,340	50,451	48,167
Transit	Unloading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Transshipment	Unloading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Total	Full	455,477	475,466	382,919	426,314	466,942	461,571	
	Empty	97,660	96,913	101,228	105,517	109,669	111,751	
TOTAL			553,137	572,379	484,147	531,831	576,611	573,322

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.16 コルテス港コンテナ取扱量の推移

5) 将来開発

ENP はコルテス港の拡張及び近代化を計画している。プロジェクトは、港湾オペレーションの能力と効率性を改善すること、物理的条件の改善を進めること及びホンジュラス国の社会経済の持続的な発展に寄与することを目指すものである。具体的な目的として、コンテナターミナルのロジスティックな運営を整えることにより、船舶及び貨物に関するオペレーションコストを低減することを掲げている。米州開発銀行がこのプロジェクトに対し総計 135 百万ドルの提供を決定している。

(4) カスティージャ港

1) 概要

カスティージャ港は、北緯 16°00'00"、西経 86°01'00"、テグシガルパから陸路 400km 北東のカリブ海岸に位置し、国内各地とは道路網で結ばれている。

カスティージャ港はドールの下で生産されるバナナの輸出港となっている。

2) 港湾施設

カスティージャ港は延長 225m で幅 38m、水深 10m のバースを有する。岸壁側にクレーンはないが、面積 3,000m² の倉庫が 2 棟存在する。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能な船舶の最大喫水は、10.97m で LOA は 225m とされている。

主要施設の概要を表 D.13 に示す。

表 D.13 カスティージャ港主要施設

Channel	-
Dock	Length: 225m, width 38 m, depth: approximately 10 m

3) 港勢

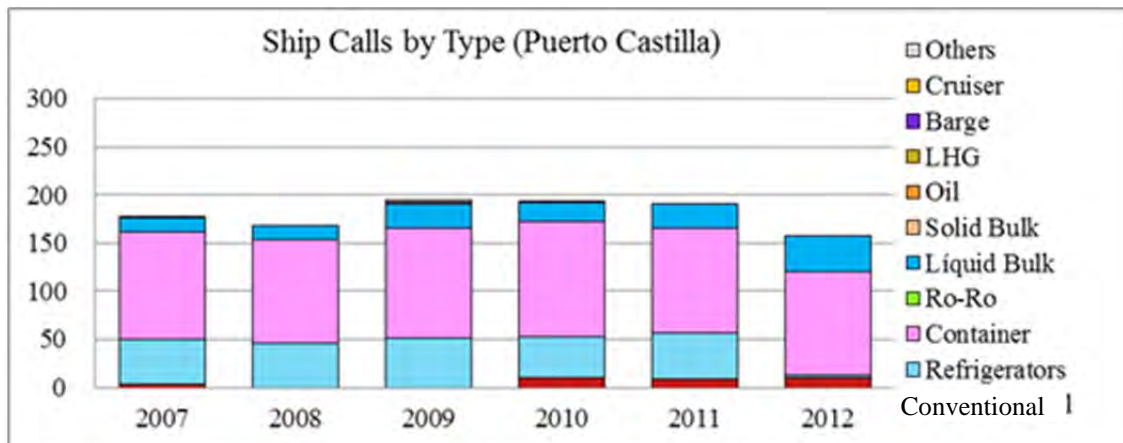
カスティージャ港の 2012 年における寄港船舶は 157 隻で約 840 千トン(輸入 228 千トン、輸出 614 千トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が 10 隻、冷凍船が 2 隻、コンテナ船が 108 隻、液体バルク船が 7 隻となっている。図 D.17 に 2007 年から 2012 年の寄港の推移を示す。

輸入貨物の内訳は雑貨が 9 千トン、コンテナ貨物が 113 千トン、液体バルク貨物が 22 千トンでその他の貨物が 84 千トンとなっている。

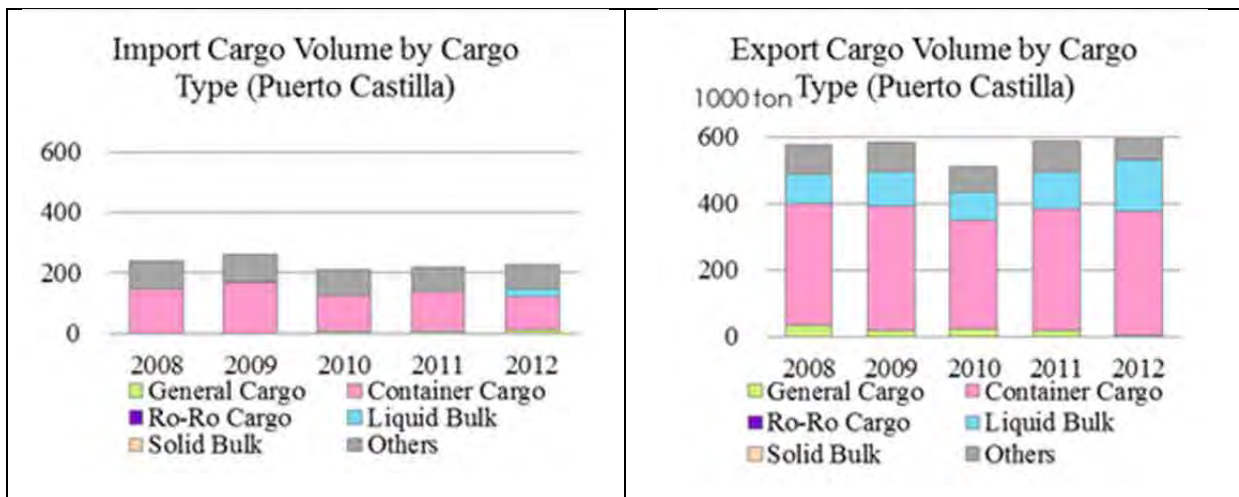
輸出貨物の内訳は雑貨が 3 千トン、コンテナ貨物が 374 千トン、液体バルク貨物が 151 千トンでその他の貨物が 86 千トンとなっている。

図 D.18 に 2007 年から 2012 年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.17 カステージャ港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.18 カステージャ港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

カステージャ港のコンテナ取扱量は 2012 年に 90,586 TEU (実入 57,680 TEU、空 32,906 TEU) で、全コンテナがローカル貨物コンテナであった。

43,774 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、14,826 TEU (33.9 %)が実入 24,948 TEU

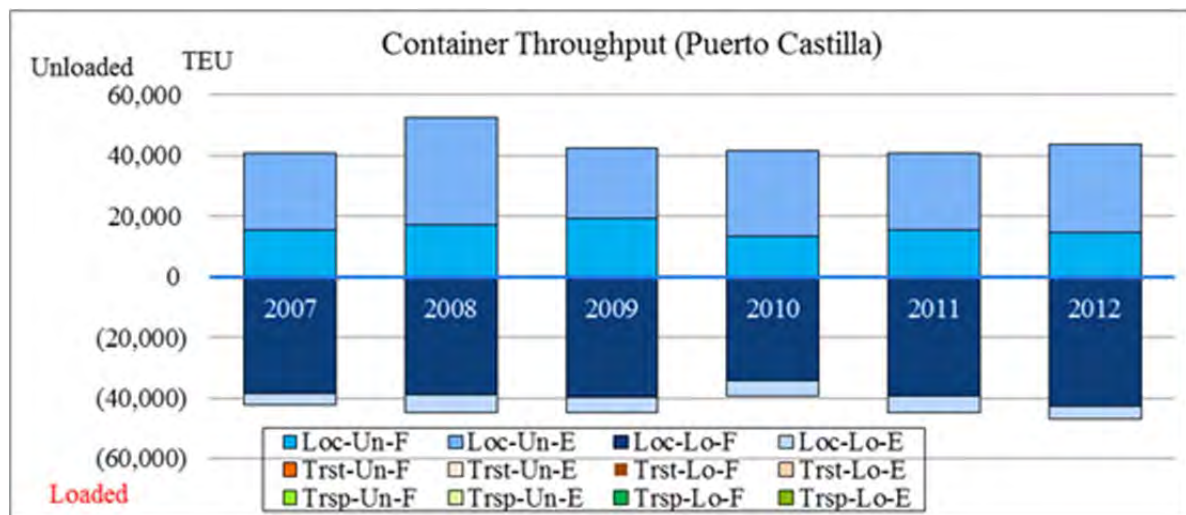
(66.1%)が空コンテナである。46,812 TEU の輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 42,854 TEU (91.5 %)、3,958 TEU (8.5 %)が空コンテナである。

表 D.14 及び図 D.19 に 2007 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.14 カステージャ港コンテナ取扱量

Year			2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012
Local	Unloading	Full	15,334	17,160	19,336	13,176	15,518	14,826
		Empty	25,650	35,246	23,306	28,286	25,446	28,948
	Loading	Full	38,730	38,978	39,832	34,330	39,542	42,854
		Empty	3,582	6,036	5,098	5,222	5,386	3,958
Transit	Unloading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Transshipment	Unloading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Total		Full	54,064	56,138	59,168	47,506	55,060	57,680
		Empty	29,232	41,282	28,404	33,508	30,832	32,906
TOTAL			83,296	97,420	87,572	81,014	85,892	90,586

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.19 カステージャ港コンテナ取扱量の推移

(5) サンロレンソ港

1) 概要

サンロレンソ港は、北緯 13°24'00"、西経 87°25'30"、テグシガルパの南西 108km、太平洋岸のホンセカ湾に立地する。また、ラウニオン港から陸路約 100km に位置する。海路ではラウニオン港から 70km 南、コリント港から 170km 北の位置となる。国内各都市及び近隣国とは道路網で繋がっている。

ホンジュラスの太平洋岸のゲートウェイ港湾として様々な貨物を扱っているが、酸化鉄の輸出が最も重要な役割の一つとなっている。中国への酸化鉄(月 2000 トン)、英国への砂糖及び糖蜜、台湾へのスクラップ(コンテナ貨物)と果実が主な輸出品で、輸入に関してはパナマ、エクアドル及びペルーからの発電所向の石油、日本及び韓国からの自動車、南米諸国からのワイヤが主な品目である。

2) 港湾施設

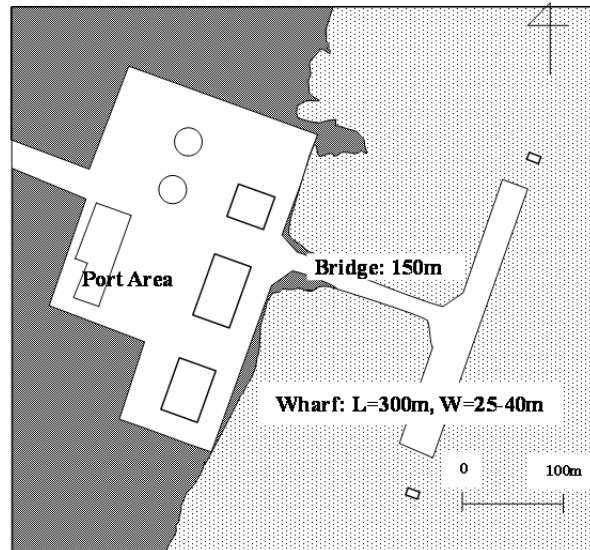
アプローチ航路は延長 32km、幅 122m で、これまでに、港湾が建設された 1979 年とその後の 2004 年の 2 回、水深 10m を確保するための浚渫工事が実施された。

COCATRAM が発行した MANUAL DE PUERTOS DE CENTROAMERICA (200-2011) によると LW 時の最小水深 は 10.0 m であるが、ENP のサンロレンソ事務所によると実際の水深は 8 m ないし 10 m で、現在、入港船舶の最大船型は LOA220m で喫水 9.5m である。潮位差は 2.5 m ないし 3.0 m である。航路底はほとんどが砂であるが一部に岩がある。ENP サンロレンソ事務所は 11m に浚渫することを希望している。

延長 300m で幅 40m/25m の T 型の栈橋が沖合に設置され、幅 15m、延長 160m の橋で陸地と繋がれている。栈橋の水深は平均潮位時で 9m となっている。栈橋の両端にドルフィンが設置されており、これを使用することで同時に 3 隻の船が係留可能である。

最大船型は LOA220m、喫水は 9.5m とされている。

図 D.20 に港湾施設の配置、表 D.15 に主要港湾施設の概要を示す。



出典:JICA study team

図 D.20 サンロレンソ港の配置

表 D.15 サンロレンソ港の主要港湾施設

Channel	Length: 32 km, width: 122 m, Depth: 11m (actually 8-10 m)
Dock	Berth length: 300 m, Width: 25/40 m Dolphins are installed at each end of the berth

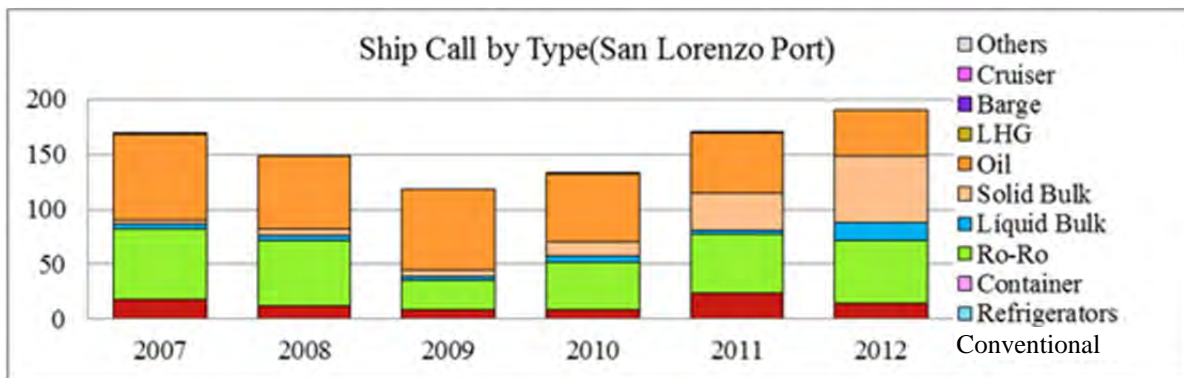
3) 港勢

サンロレンソ港の2012年における寄港船舶は190隻で約2.4百万トン(輸入0.8百万トン、輸出1.5百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が14隻、RORO船が57隻、液体バルク船が17隻、固体バルク船が60隻、オイルタンカーが42隻となっている。図D.21に2007年から2012年の寄港の推移を示す。

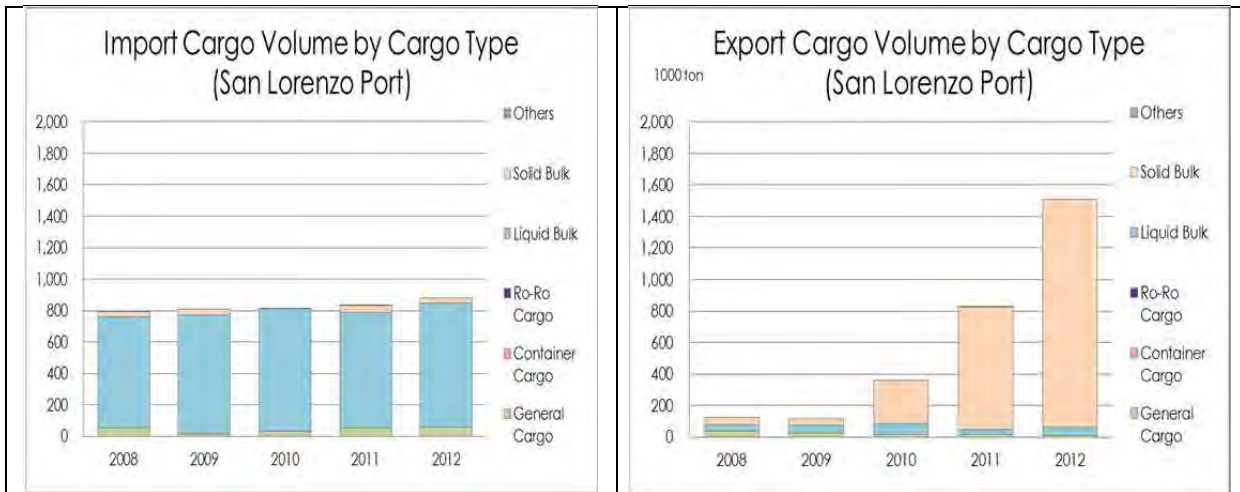
輸入貨物の内訳は雑貨が59千トン、液体バルク貨物が790千トン、固体バルク貨物が31千トンとなっている。

輸出貨物の内訳は雑貨が6千トン、液体バルク貨物が53千トン、固体バルク貨物が1,449千トンとなっている。図D.22に2008年から2012年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.21 サンロレンソ港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.22 サンロレンソ港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

COCATRAMの統計では2011年にコンテナの取扱実績があるが、全てコンテナがローカル貨物コンテナで、取扱量は171TEUで輸入が140TEU、輸出が30TEUであった。輸入コンテナの内118TEUは実入、23TEUが空コンテナで、輸出コンテナは27TEUが実入、3TEUが空コンテナであった。

5) 将来開発

ENP はアプローチ航路を 11m に浚渫する計画を有している。

D.1.3 ニカラグア

(1) ニカラグア国の概要

ニカラグア国は太平洋及びカリブ海に面しホンジュラス共和国及びコスタリカ国と国境を接している。国土面積は 129,541 平方キロメートルで人口は 587 万人（2011 年）である。首都はマナグアで、太平洋に面しコリント港があるが、カリブ海側には大きな港湾は存在していない。

主な産業は農業／畜産業(コーヒー、牛肉、ピーナッツ、サトウキビ、コーン、米及びバナナ)及びマキナドーラで製造される繊維の関連産業である。2011 年の GDP は 7,287 百万ドル、一人当 GDP は 1,239.2 ドルある。内戦で破壊された国の経済は一定レベルまで回復したが、中南米における最貧国の一つとなっている。

2011 年の輸出額は 4,507 百万ドル、輸入額は 6,125 百万ドル万で、主な輸出品はコーヒー、牛肉、金及び砂糖、主な輸入品は、消費材、加工原料及び石油製品である。主要輸出相手国は米国、エルサルバドル、ベネズエラ、ホンジュラス及びコスタリカ、主要輸入相手国は米国、ベネズエラ、コスタリカ、メキシコ及びグアテマラとなっている。

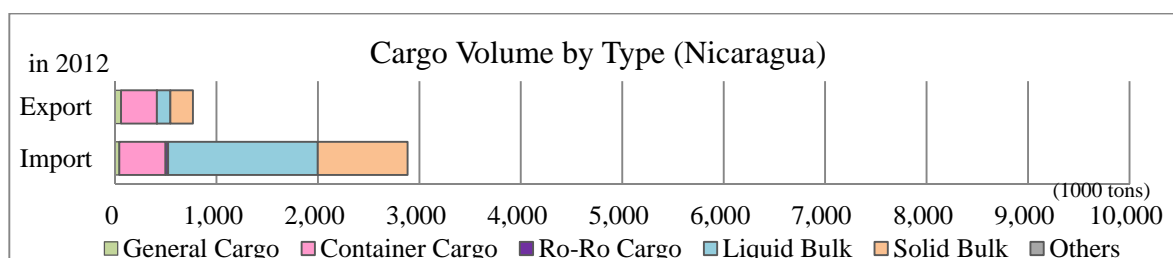
(2) ニカラグアの港湾

コリント港はニカラグア国の太平洋側のゲートウェイの役割を担っている。カリブ海沿岸には国際貿易に従事する船舶が満足に利用できる港湾はなく新たな港湾開発が求められている。

表 D.16 ニカラグア主要港湾

Pacific side	Corinto, Sandino
Caribbean Sea side	El Bluff, Cabezas, Arein Siu (El Rama),

ニカラグア主要港湾の 2012 年における寄港船隻数は 569 隻、取扱貨物量は 3,651 千トンに上る。品目別輸出入貨物は図 D.23 に示すとおりで、コンテナ貨物は輸出貨物の 15.8%、輸入貨物の 45.8%を占める。2007 年から 2010 年の寄港船舶数及び貨物量の推移は表 D.17 に示すとおりである。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.23 ニカラグア主要港湾の輸出入貨物

表 D.17 ニカラグア主要港湾の寄港船舶と取扱貨物

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ship Call		676	673	596	640	642	569
Cargo Volume (thousand tons)	Export	492	455	484	692	655	768
	Import	2,446	2,344	2,350	2,317	2,783	2,883
	Total	2,938	2,799	2,834	3,009	3,438	3,651

出典: prepared from data on the website of COCATRAM

(3) コリント港

1) 概要

コリント港は、北緯 12°29'、西経 87°11'、マナグアの南東 160km の太平洋側エルリレホ湾口に立地し、海路で、コスタリカのカルデラ港の北 510km、サンロレンソ港の南 170km の場所に位置している。

マナグア他国内の主要都市及び周辺国とは道路網で結ばれている。コリント港はニカラグアにおける唯一の本格的な国際貿易港湾で太平洋岸のゲートウェイ港である。

コリント港は Empresa Portuaria Nacional (EPN) の管理下にある。

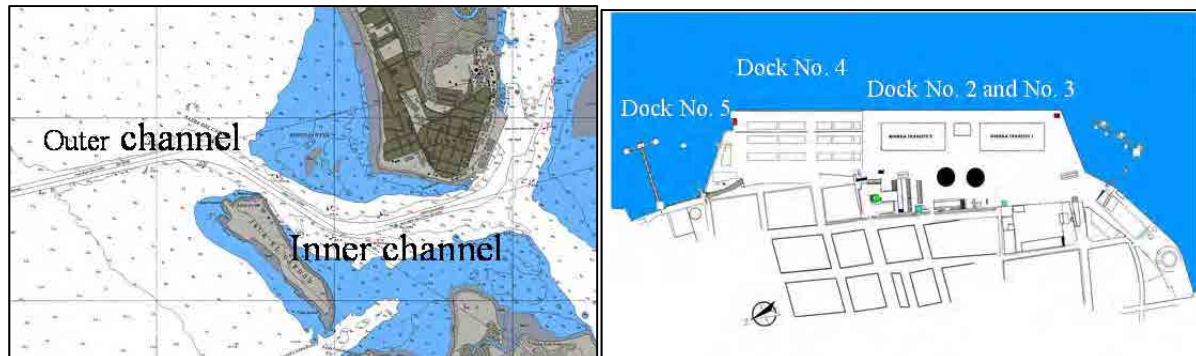
2) 港湾施設

コリント港に入港しようとする船は外航路と内航路を通過する必要がある。前者は延長 3.4km、幅 150m で水深 14.6m、後者はそれぞれ 3.1km、115m 及び 13.35m である。低水時の喫水は外航路では 10.95m、内航路では 12.20m となっている。潮位差は小潮時には 2.27m、大潮時には 3.11m である。

コリント港には 5 つのバースがある。第 1 バースは突堤タイプで延長 110m、幅 10m で喫水は 10.7m、第 2 バース及び第 3 バースは直線岸壁で雑貨船及びバルク船向けの延長 370m、幅 24m で喫水 12.6m である。第 4 バースはコンテナ向けの直線岸壁で延長 240m、幅 40m で喫水 13.25m となっている。45-t ガントリークレーンが設置されているが、現在、故障している。第 5 バースは延長 115m の突堤タイプで液体バルク向けに使われている。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能な船の最大排水トンンは 45,000 トン、LOA は 200m、幅は 32m、喫水は 11.15m とされている。

図 D.24 に港湾施設の配置、表 D.18 に主要港湾施設の概要を示す。



出典: Administración Portuaria de Corinto Terminal Marítima Internacional Puerto Corinto ABRIL 2013

図 D.24 コリント港の配置

表 D.18 コリント港の主要施設

Channel	Outer Channel/ Length: 3.4 km, Width: 150 m, Depth: 14.6 m Inner Channel/ Length: 3.1 km, Width: 110 m, Depth: 13.35 m.
Dock	Dock No. 1 / A jetty type pier, Length: 110, Width: 10 m, Draft:10.7 m Dock No. 2 and No. 3 / Marginal docks, Length:370m, Width: 24 m, Draft: 12.6 m Dock No.4 / A marginal dock, Length: 240 m, Width:40 m, Draft: 13.25 m Dock No. 5 / A 115 m jetty type pier

3) 港勢

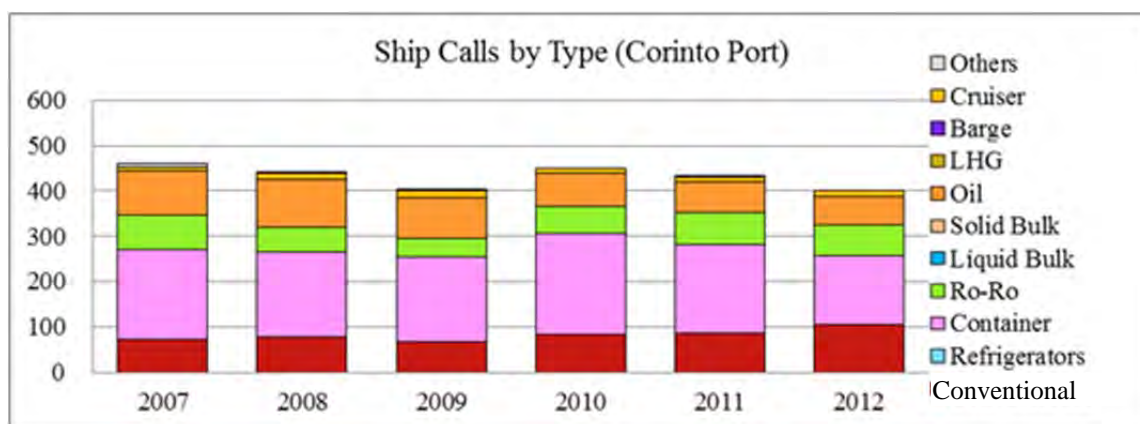
コリント港の2012年における寄港船舶は402隻で約2.7百万トン(輸入0.7百万トン、輸出2.0百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が106隻、冷凍船が174隻、コンテナ船が150隻、RORO船が70隻、オイルタンカーが61隻、クルーザーが15隻となっている。図D.25に2007年から2012年の寄港の推移を示す。

輸入貨物の内訳は雑貨が36千トン、コンテナ貨物が439千トン、RORO貨物が26千トン、液体バルク貨物が871トン、固体バルク貨物が642トンとなっている。

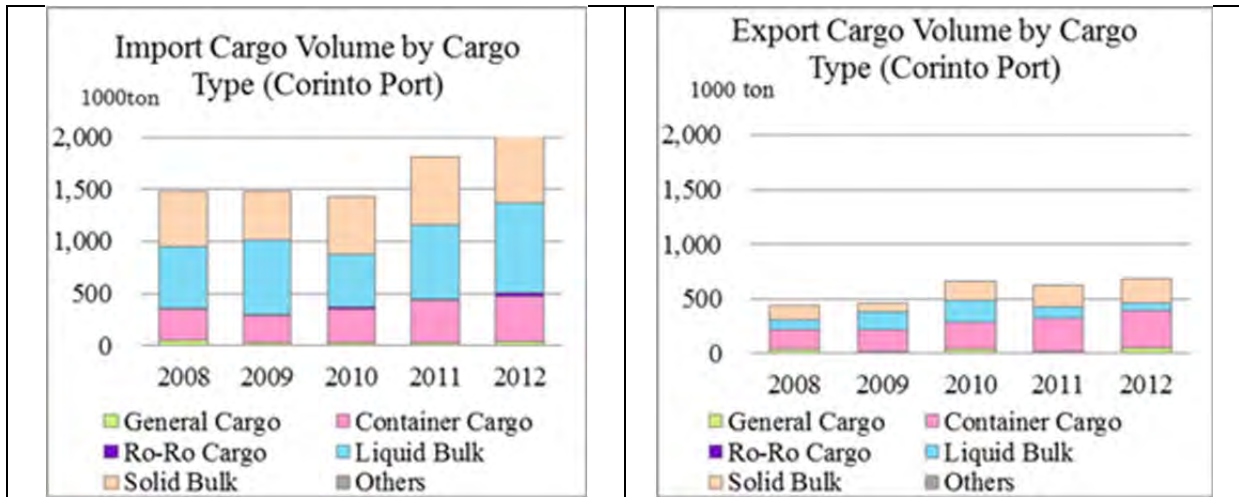
輸出貨物の内訳は雑貨が48千トン、コンテナ貨物が339千トン、液体バルク貨物が80千トン、固体バルク貨物が233千トンとなっている。

図D.26に2008年から2012年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.25 コリント港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.26 コリント港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

コリント港のコンテナ取扱量は 2012 年に 89,537 TEU (実入 64,648 TEU、空 24,889 TEU)であった。

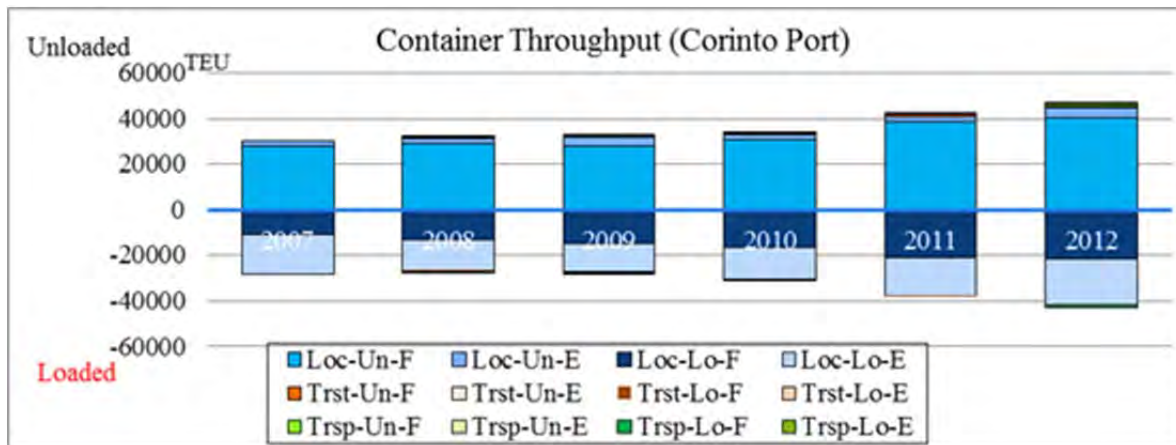
ローカル貨物コンテナが 86,937 TEU(97.1%)、トランジットコンテナが 749 TEU (0.8%)、トランシップメントコンテナが 1,852 TEU (2.1%)となっている。44,725 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、40,250 TEU (90.0%)が実入、4,475 TEU (10.0%) が空コンテナである。42,212 TEU の輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 21,799 TEU (51.6%)、20,413 (48.3%)が空コンテナである。トランジットコンテナのほとんど全てが輸入の実入コンテナである。トランシップメントコンテナ(輸入 1,074 TEU、輸出 778 TEU)はほとんどが実入コンテナである。

表 D.19 及び図 D.27 に 2007 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.19 コリント港のコンテナ取扱量

Year			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Local	Unloading	Full	27,662	28,926	27,920	30,851	38,522	40,250
		Empty	2,479	2,334	4,063	2,104	2,596	4,475
	Loading	Full	10,719	13,028	14,828	16,834	21,084	21,799
		Empty	17,754	13,674	12,695	13,884	16,875	20,413
Transit	Unloading	Full	0	455	559	828	980	748
		Empty	0	4	18	206	8	0
	Loading	Full	0	455	433	5	54	1
		Empty	0	4	18	206	0	0
Transshipment	Unloading	Full	0	0	0	0	0	1,072
		Empty	0	0	0	0	0	2
	Loading	Full	0	0	0	0	0	778
		Empty	0	0	0	0	0	0
Total	Full	38,382	42,864	43,739	48,517	60,641	64,648	
	Empty	20,233	16,016	16,793	16,399	19,479	24,889	
TOTAL			58,615	58,880	60,532	64,916	80,120	89,537

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.27 コリント港コンテナ取扱量の推移

5) 将来開発

EPN は 2104 年にコリント港の航路浚渫の実施を計画しており、浚渫土量は 5.6 百万 m³ と推定している。浚渫コストは前回の浚渫工事の際には 12 ドル/m³ であったが、投棄コストと回航費用が前回より安くなると見込んでおり、今回は 5-7 ドル/m³ と考えている。

浚渫工事の他、EPN は現在使用されていない南埠頭を改良したいと考えている。なお、ガントリークレーンの生産性は 18 box/h から 22 box/h、船舶クレーンの場合は 13 box/h から 15 box/h であるが、使用料が高いことから MAERSK のみが使用していた。また、新たな港湾法に基づき、コリント港に、将来的にはコンセッション方式が導入されると考えられている。

D.1.4 コスタリカ

(1) コスタリカ国の概要

コスタリカ共和国は太平洋及びカリブ海に面し、ニカラグア及びパナマと国境を接している。国土面積は 51,100 平方キロメートルで人口は 472 万人（2011 年）である。首都はサンホセで、太平洋に面しカルデラ港が、カリブ海に面しリモン・モイン港が立地している。

主な産業は農業（コーヒー、バナナ及びパイナップル）、製造業（IC、医療機器）及び観光である。2011 年の GDP は 41,004 百万ドル、一人当 GDP は 8,678 ドルとなっている。安定した民主主義国家で、中米においてもっとも教育が進んだ国となっている。

2011 年の輸出額は 10,408 百万ドル、輸入額は 16220 百万ドルで、主な輸出品は IC 機器、データ加工機器部品、バナナ及びパイナップル、主な輸入品は燃料、IC 及び自動車である。主要輸出相手国は米国、オランダ、中国及び中米諸国、主要輸入相手国は米国、メキシコ、中国、日本となっている。

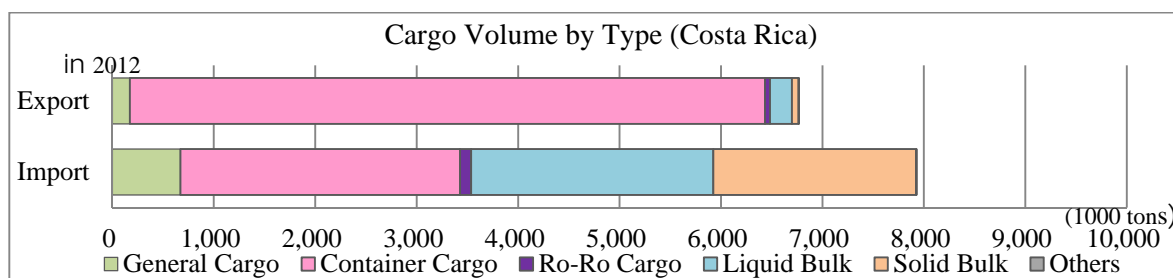
(2) コスタリカの港湾

カルデラ港が太平洋側に位置し、リモン・モイン港がカリブ海側に立地する。各港湾はコスタリカ国の太平洋及びカリブ海へのゲートウェイの役割を担っている。これら 2 港湾に加え、いくつかのターミナルが海岸線に立地している。

表 D.20 コスタリカの主要港湾

Pacific side	Caldera, Puntarenas, Punta Morales, Terminal Fertica, Qepos, Golfito
Caribbean Sea side	Limon-Moin

これら主要港湾の 2012 年における寄港船隻数は 3,322 隻、取扱貨物量は 14,691 千トンに上る。品目別輸出入貨物は図 D.28 に示すとおりで、コンテナが輸入貨物の 34.8%、輸出貨物の 92.6% を占める。2007 年から 2012 年の寄港船舶数及び貨物量の推移は表 D.21 に示すとおりである。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.28 コスタリカ港湾の寄港船舶

表 D.21 コスタリカ港湾の寄港船舶と取扱貨物

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ship Call		3,215	3,078	3,009	3,136	3,373	3,322
Cargo Volume (thousand tons)	Export	5,761	5,703	5,240	5,851	6,380	6,766
	Import	7,913	8,233	6,829	7,623	7,827	7,926
	Total	13,674	13,936	12,069	13,474	14,207	14,691

出典: prepared from data on the website of COCATRAM

(3) カルデラ港

1) 概要

カルデラ港は、北緯 9°54'、西経 84°4'、サンホセの 80km 西、太平洋カルデラ湾に立地している。海路では、ニカラグアのコリント港の南 510km、パナマのバルボア港の北 870km に位置する。各都市、港湾及び周辺国とは道路網で結ばれる。

複合的な機能を持つ太平洋側のゲートウェイ港で、主な輸入貨物は穀類及びコンテナで輸出貨物は雑貨、果実であり、コンテナで運ばれる。

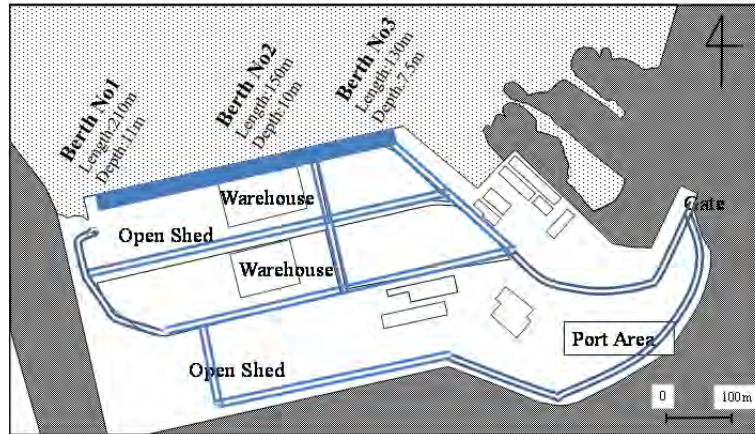
カルデラ港は 2006 年に港湾管理の近代化に向けた取り組みの結果、民営化された。港湾はカルデラ港湾会社及びカルデラ港バルク港湾会社によりコンセッション方式により管理されている。コロンビアのブエナベンツラ港が 20 年間のコンセッションで 51%にあたる 50 百万ドルを投資した。残りの 49%は他の 2 社が獲得した。なお、コスタリカ太平洋港湾機関(INCOP)がレギュレータとしての機能を果たしている。

2) 港湾施設

アクセス航路及び泊地の最小水深は 13m(平均最低水位)で、プンタレナス及びカルデラにおける潮位は平均して、高潮時 2.5m、低潮時 0.3m である。変動が 3.1m から-0.3m にわたる時期もある。

カルデラ港は雑貨、コンテナ向の延長 490m の直線岸壁を擁し、これは 3 バースからなっている。第 1 バースはコンテナ船と雑貨船、第 2 バースは在来船とコンテナ船、第 3 バースは在来船の利用に向けられる。岸壁前面の水深は 7 から 13m である。70,000m² の保管用地、雑貨貨物向の 13,200m² の面積の倉庫を擁している。

第 1 バースの利用可能な最大船型は 25,000DWT、第 2 バースは 15,000DWT、第 3 バースは 5,000DWT である。



出典: JICA Study team

図 D.29 カルデラ港の配置

表 D.22 カルデラ港の主要港湾施設

Channel	A 13 m-deep natural channel			
Dock	Berth No.1	Length: 210m	Depth: 11m	Max size: 25,000 DWT
	Berth No.2	Length: 150m	Depth: 10m	Max size: 15,000 DWT
	Berth No.3	Length: 130m	Depth: 7.5m	Max size 5,000 DWT (Depth: at lower low tide)

出典: website of INCOP

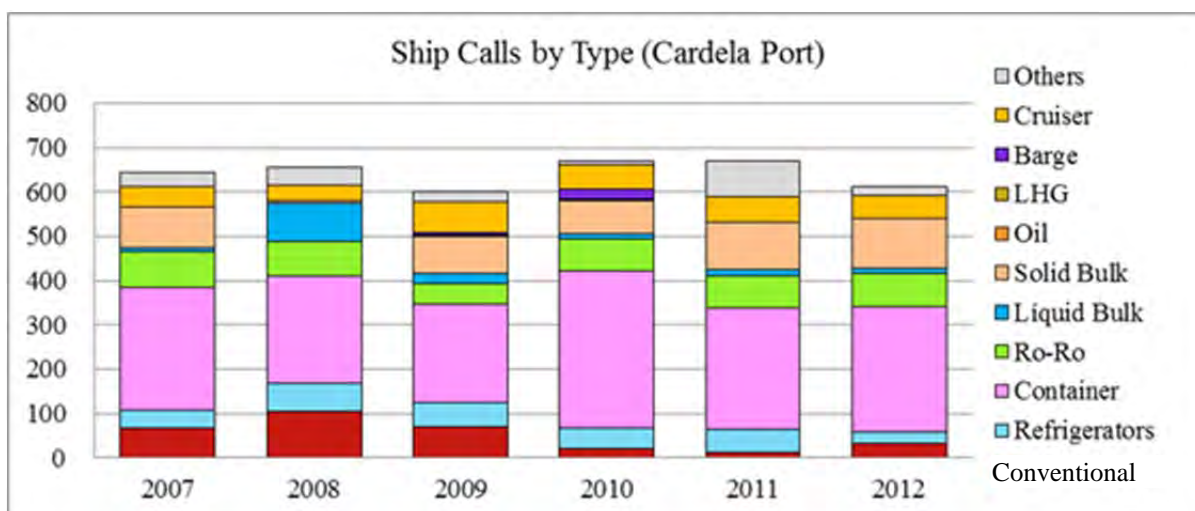
3) 港勢

カルデラ港の 2012 年における寄港船舶は 611 隻で約 3.9 百万トン(輸入 3.2 百万トン、輸出 0.7 百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が 32 隻、冷凍船が 25 隻、コンテナ船が 284 隻、RORO 船が 74 隻、液体バルク船が 12 隻、固体バルク船が 112 隻、クルーザーが 51 隻でその他の船が 20 隻となっている。図 D.30 に 2007 年から 2012 年の寄港の推移を示す。

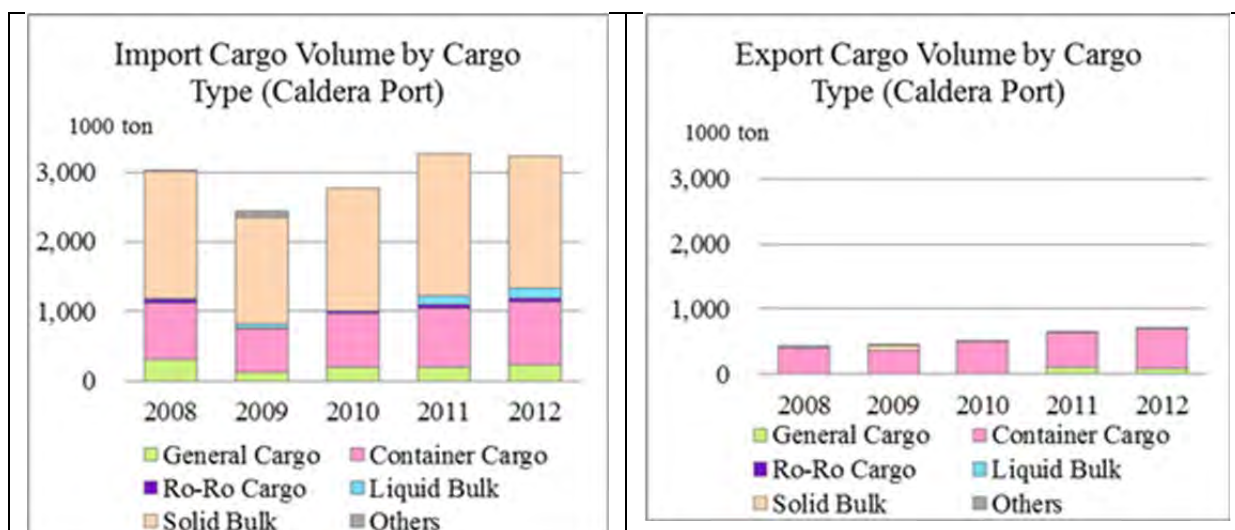
輸入貨物の内訳は雑貨が 225 千トン、コンテナ貨物が 99 千トン、RORO 貨物が 57 千トン、液体バルク貨物が 141 千トン、固体バルク貨物が 1,907 千トンとなっている。

輸出貨物の内訳は雑貨が 90 千トン、コンテナ貨物が 609 千トン、液体バルク貨物が 1 千トンとなっている。図 D.31 に 2008 年から 2012 年の取扱貨物の推移を示す。



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.30 カルデラ港寄港船舶の推移



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.31 カルデラ港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

カルデラ港のコンテナ取扱量は 2012 年に 184,315 TEU (実入 139,923 TEU、空 44,393 TEU)で、全コンテナがローカル貨物コンテナであった。

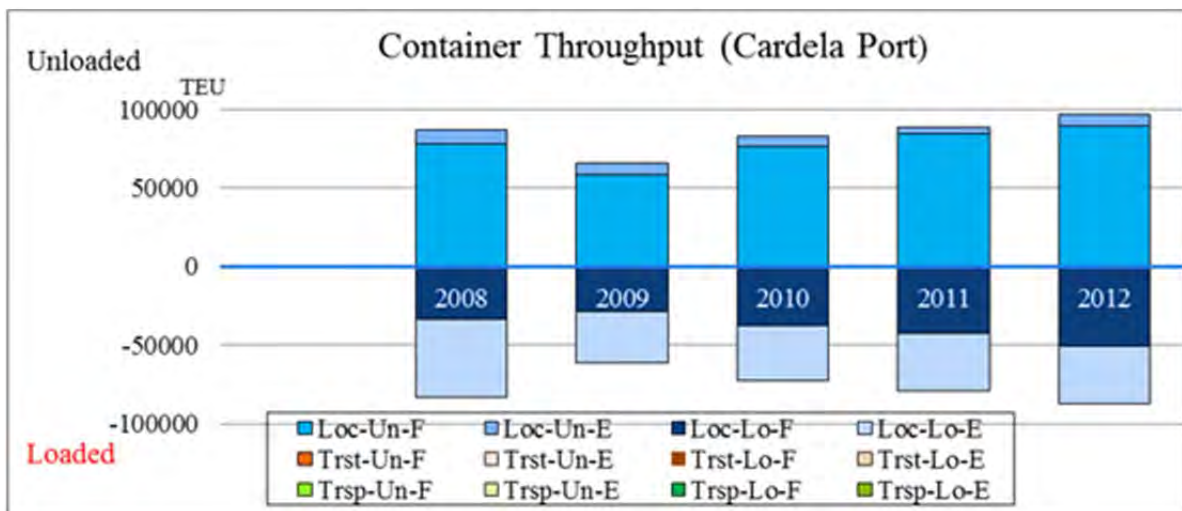
97,210 TEU の輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、89,360 TEU (91.9 %)が実入 7,850 (8.1%)が空コンテナである。87,105 TEU の輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 50,562 TEU (58.0%)、36,543 TEU (42.0%)が空コンテナである。

表 D.23 及び図 D.32 に 2008 年から 2012 年の推移を示す。

表 D.23 カルデラ港コンテナ取扱量

Year			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Local	Unloading	Full		78,346	58,800	76,597	84,931	89,360
		Empty		8,440	7,401	6,039	3,745	7,850
	Loading	Full		33,695	28,834	37,504	42,586	50,562
		Empty		49,346	32,623	35,167	36,729	36,543
Transit	Unloading	Full		0	0	0	0	0
		Empty		0	0	0	0	0
	Loading	Full		0	0	0	0	0
		Empty		0	0	0	0	0
Transshipment	Unloading	Full		0	0	0	0	0
		Empty		0	0	0	0	0
	Loading	Full		0	0	0	0	0
		Empty		0	0	0	0	0
Total	Full		112,041	87,634	114,101	127,517	139,922	
	Empty		57,786	40,024	41,206	40,474	44,393	
TOTAL				169,827	127,658	155,307	167,991	184,315

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

図 D.32 カルデラ港コンテナ取扱量の推移

5) 将来開発

現在 SPGC によって第3埠頭の北東にバルクターミナルの建設が進められている。このターミナルは延長 180m、水深 13m、幅 30m から 40m のドルフィン構造で、150m の橋で第3埠頭の端部に連絡される。LOA200m、42,000DWT のバルク船の利用が可能となる、

カルデラ港の課題の一つとして船舶が着さん待機を余儀なくされることがある。カルデラ港はクルーズ船を優先させる方針をもっており、このことがコンテナ船社の不満をかっているが、コンテナ船が着さん待機を余儀なくされるのはこの方針に因るものだけでなく、バルク船との競合もあると考えられる。そのため、新たなバルクターミナルの整備によりこうした状況は改善されることが考えられる。

(4) リモン・モイン港

1) 概要

リモン港は、北緯 9°59'30"、西経 8°03'48"、首都サンホセの 160km 東のカリブ海岸に立地している。サンホセまで鉄道が利用可能で、また道路により国内主要地域に結ばれている。モイン港は、北緯 10°01'30"、西経 8°05'00"でリモン港から 7 km離れた場所にある。

複合的な機能を持つカリブ海側のゲートウェイ港で、CA5 か国において最大のコンテナ取扱量となっている。

港湾は Port Administration and Economic Development Association for Atlantic Region (JAPDEVA) に管理されている。JAPDEVA はコスタリカの自治組織でモイン港ほかコスタリカ国のカリブ海側の他の港湾を管理している。

2) 港湾施設

リモン港の航路は水深 11.5m の自然のアクセス航路で、次の埠頭が配置されている。Muelle Setenta 埠頭は延長 325m、幅 17m、水深 7.5m、2-1 号埠頭は延長 180m、3-1 埠頭、3-2 埠頭及び 3-3 埠頭は延長 300m、コンテナ埠頭は延長 450m、喫水 9-10m、その他に延長 217m の埠頭がある。コンテナバースは 35-t ガントリークレーン 2 基を備えている。リモン及びモインの港湾は JAPDEVA により一体的に管理されており、コンテナは主にリモン港において取り扱われている。

Guide to Port Entry (2013/2014) (Shipping guideline Ltd.)によると、寄港可能な最大喫水は 9.14m とされている。表 D.24 に主要港湾施設の概要を示す。

表 D.24 リモン港の主要施設

Channel	A 11.5m deep natural access channel
Dock	Muelle Setenta wharf / Length:325 m, Draft: 7.5 m Wharf No 2-1 / Length: 180 m, Draft 7.5 m Wharf No 3-1, 3-2 and 3-3 / Length 00 m, Draft: 10 m Container wharf / Length: 450 m, Draft : 9.5-10 m

出典: website of JAPDEVA

3) 港勢

リモン・モイン港の 2012 年における寄港船舶は 2,223 隻で約 10.3 百万トン(輸入 4.6 百万トン、輸出 5.8 百万トン)の貨物取扱量となっている。

船種の内訳は、在来船が 204 隻、冷凍船が 629 隻、コンテナ船が 1,131 隻、RORO 船が 54 隻、液体バルク船が 32 隻、固体バルク船が 2 隻、オイルタンカーが 1 隻、LHG が 115 隻、クルーザーが 60 隻でその他の船が 4 隻となっている。図 33 に 2007 年から 2012 年の寄港の推移を示す。

輸入貨物の内訳は雑貨が 446 千トン、コンテナ貨物が 1,845 千トン、RORO 貨物が 52 千トン、液体バルク貨物が 2,212 千トン、固体バルク貨物が 1 千トンとなっている。

輸出貨物の内訳は雑貨が 45 千トン、コンテナ貨物が 5,653 千トン、RORO 貨物が 48 千トン、液体バルク貨物が 22 千トンとなっている。図 D.34 に 2008 年から 2012 年の取扱貨物の推移を示している。

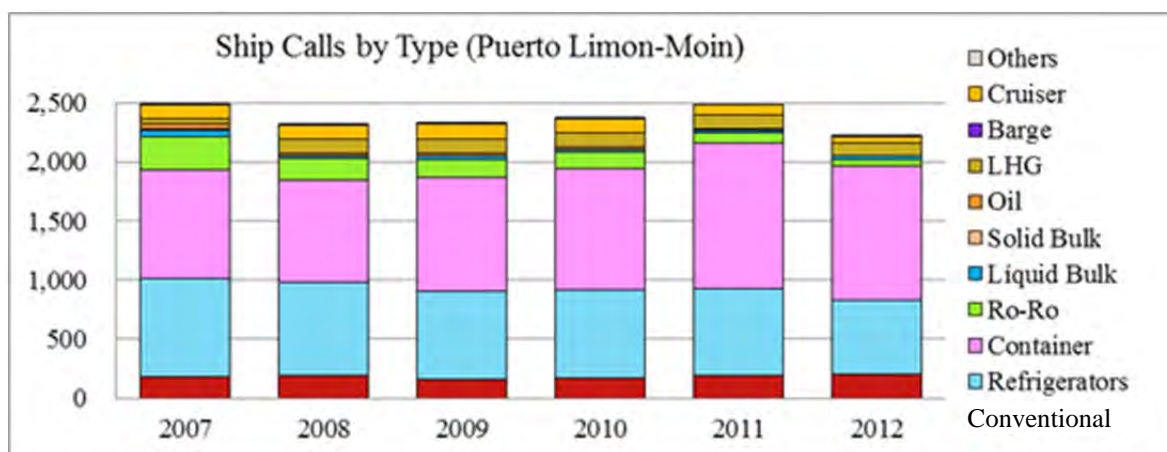


図 D.33 リモン・モイン港寄港船舶の推移

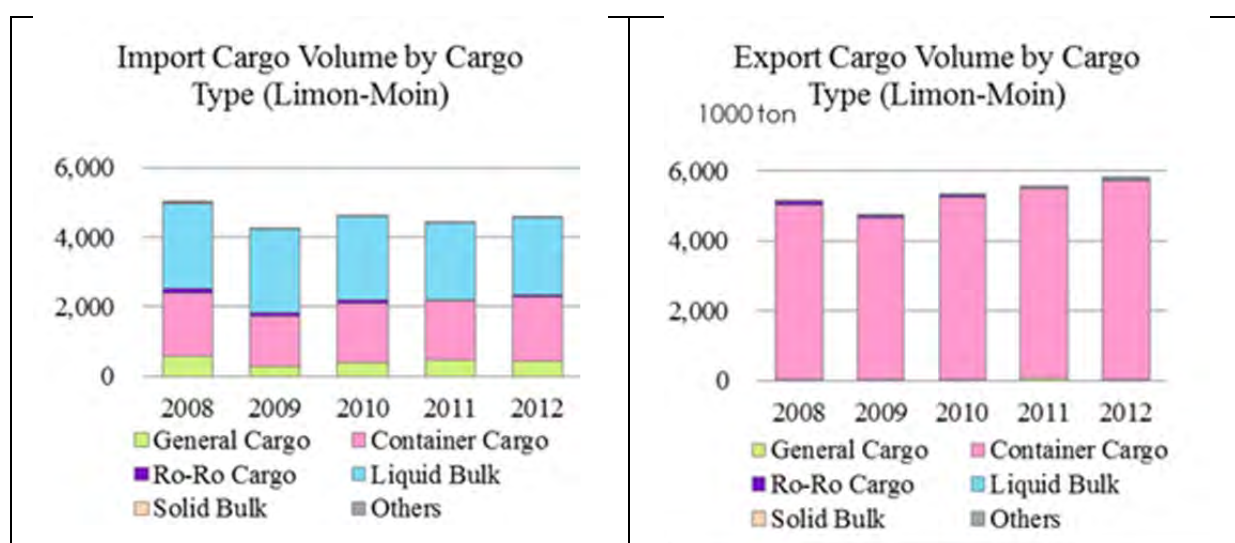


図 D.34 リモン・モイン港輸出入貨物の推移

4) コンテナ取扱

リモン・モイン港のコンテナ取扱量は2012年に1,045,215 TEU (実入 666,540 TEU、空 378,675 TEU)であった。

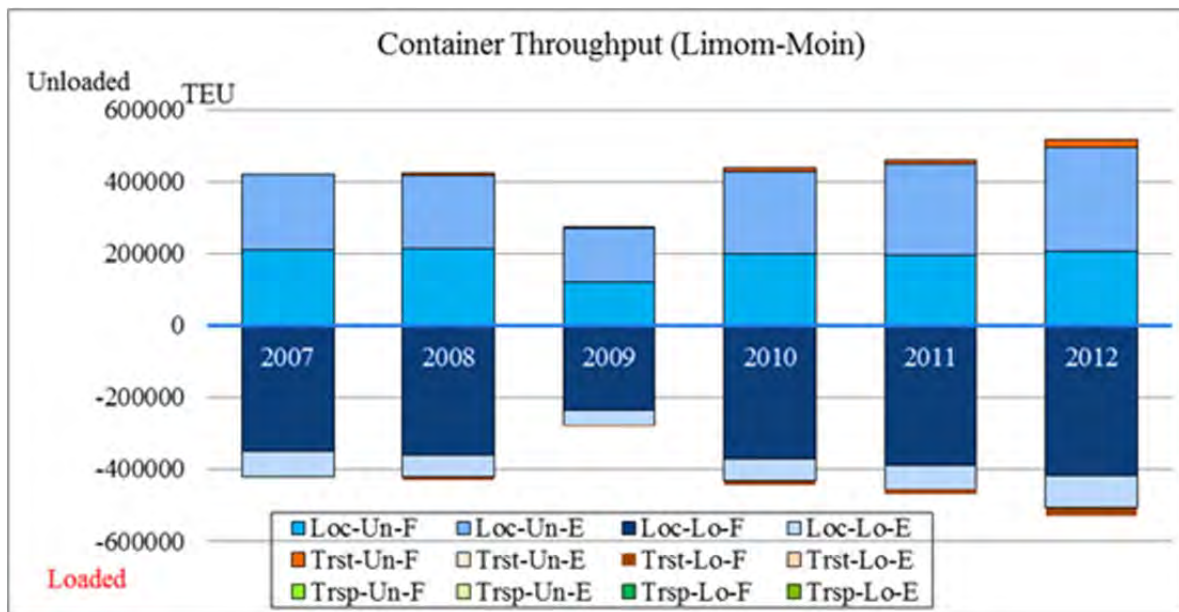
ローカル貨物コンテナが1,001,341 TEU(95.8%)、トランジットコンテナが、43,873 TEU(4.2%)でトランシップメントコンテナは取り扱われていない。49,231 TEUの輸入ローカル貨物コンテナの内訳は、205,582 TEU(41.7%)が実入 287,649 TEU(58.3%)が空コンテナである。1,508,110 TEUの輸出ローカル貨物コンテナの内訳は実入が 417,085 TEU(82.1%)、91,025 TEU(17.9%)が空コンテナである。トランジットコンテナは全て(輸入 21,999 TEU、輸出 21,874 TEU)が実入コンテナである。

表 D.25 及び図 D.35 に2007年から2012年の推移を示す。

表 D.25 リモン・モイン港のコンテナ取扱量

Year			2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012
Local	Unloading	Full	209,678	211,878	120,371	199,186	197,202	205,582
		Empty	210,122	205,466	148,390	226,963	249,801	287,649
	Loading	Full	351,459	360,798	237,551	370,054	389,600	417,085
		Empty	71,001	60,729	39,526	62,868	65,760	91,025
Transit	Unloading	Full	0	7,184	4,469	10,938	12,510	21,999
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	7,188	4,396	10,899	12,577	21,874
		Empty	0	0	0	0	0	0
Transshipment	Unloading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
	Loading	Full	0	0	0	0	0	0
		Empty	0	0	0	0	0	0
Total	Full	561,135	587,047	366,786	591,075	611,890	666,540	
	Empty	281,124	266,193	187,916	289,831	315,560	378,675	

出典: prepared from data on the website of COCATRAM



出典: prepared from data on the website of COCATRAM

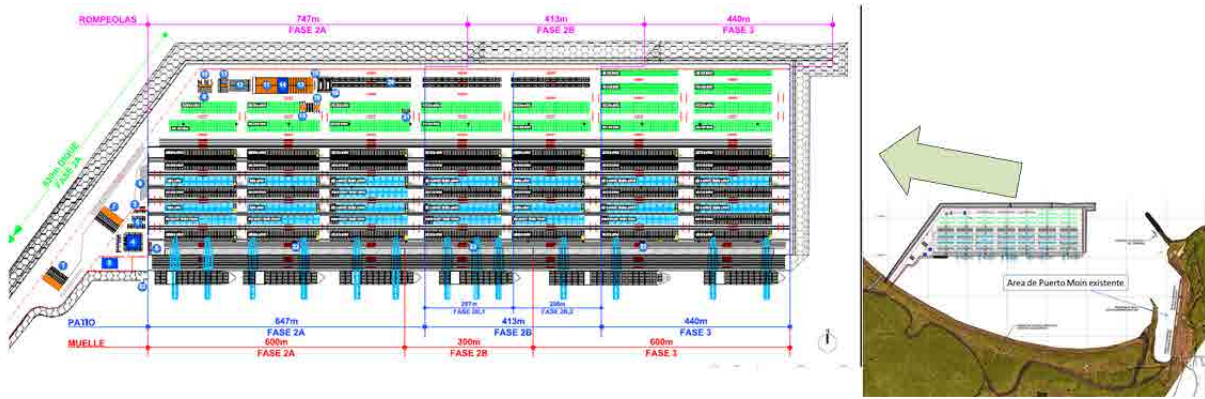
図 D.35 リモン港のコンテナ取扱量

5) 将来開発

リモン港は都市型港湾を目指し、現在の港湾区域を再開発して、クルーズターミナル、マリーナ、漁港といった機能の整備を目指している。世界銀行が約 80 百万ドルを融資することとしている。(PIERTO LIMN Y PUERTO MOIN)

一方、モイン港湾の区域には、コンテナターミナル (TCM)、石油ターミナル及び多目的ターミナルの開発が予定されている。TCM プロジェクトは、2.2km の護岸、1.5km の岸壁、13 基のクレーンを備え、ターミナルの蔵置能力は 29,000TEU で面積 79.2ha の大型コンテナターミナルを建設することを目指している。

コスタリカ政府は TCM の建設と運営に関し 33 年コンセッションでこのプロジェクトを促進することとしている。モイン・リモン港のコンテナ取扱量は 2012 年に 100 万 TEU を超え、年率 6% で伸びると推定されている。JAPDEVA によれば、TCM の供用後は既存のコンテナターミナルは閉鎖することが予定されている。APM がこのプロジェクトに関心を示し実施することを計画し必要な手続きを進めているが予定より遅れが生じている。



出典 : Complejo Portuario Limon-Moin (JAPDEVA)

図 D.36 TCM プロジェクト

D.2 海上輸送サブモデルの詳細

8.6.1 の(7)式に示される海上輸送時間 $TMrs$ は、OCDI が構築済みの海上輸送モデルの出力より推計する。海上輸送モデルの詳細を以下に示す。

D.2.1 モデルの基本コンセプト

本モデルは、8.5.1 で説明した MDS データから構築した定航サービス輸送ネットワーク上で、コンテナ貨物を配分する問題として定義される。定航サービスネットワークは、図 D.37 に模式的に示されるように構成される。各定航サービスは、港湾間の航行を表す航走リンク (navigating link) および港湾内での待機を表す停泊リンク (anchoring link) で交互に構成される。同一船社のサービスは、荷卸 (unloading)、積込 (loading)、積替 (transshipment) の各リンクで結節されている。当該港湾が輸出港・輸入港である貨物は、船社選択 (carrier choosing) リンクを経て O ノードまたは D ノードと結ばれる。言い換えると、各コンテナ貨物は、最初に船社選択リンクの選択を通じて船社を選択し、積込リンクを経てある航路に就航するコンテナ船積み込まれ、途中寄港地での待機やトランシップを経て、最終的な目的港へ到達する。

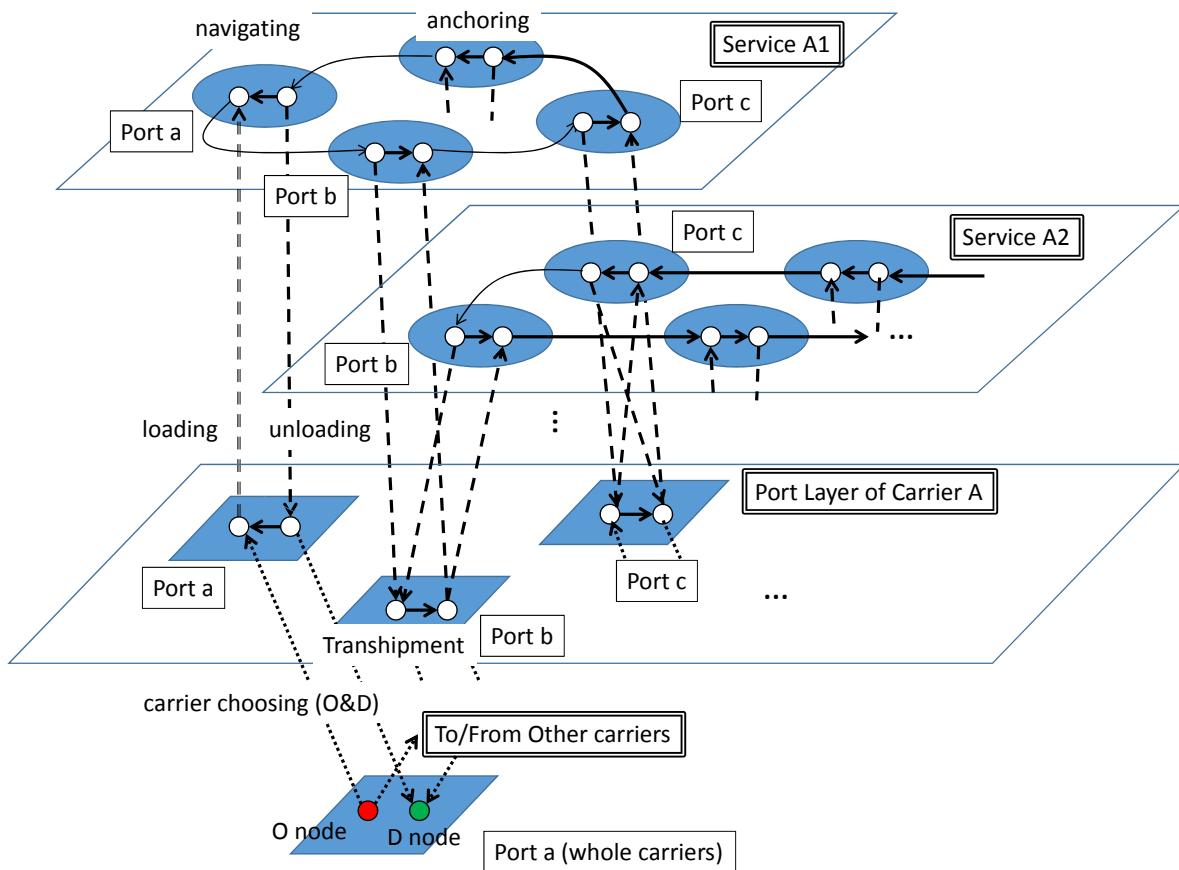


図 D.37 海上輸送サブモデルのネットワーク構造
(source: Shibasaki, et al., 2013)

このサブモデルでは、発着港を所与とする各コンテナが、海上輸送時間・港湾荷役時間・航路サービス頻度に関係する出発待ち時間を含めた総輸送時間を最小とする経路を選択するものと想定する。ここで、各コンテナの荷主は総輸送時間のみを考慮し、運賃については、ある輸出入港湾ペアにおける各船社の運賃が船社によらず同じものと仮定し、考慮しない。この仮定は、主

としてモデル計算を簡単にするために置いた仮定であるが、国際海上コンテナ輸送市場のような寡占市場においては、代表的な寡占市場下の競争形態であるクルーナー競争かベルトラン競争かに関わらず、供給者が提示する価格はすべての企業において同一になるという経済理論も参考にしている。なお、価格が供給者によって異なるケースについては別途検討することとしたい。また（同一港湾間においては船社共通の）海上輸送運賃については、8.6.3 に推計方法を示している。

各航路サービスに就航する船舶には容量があるので、特定の航路に利用が集中すると規模の不経済が生じる。貨物の集中による容量超過は、コンテナ船の遅れや積み残しを招く。このような混雑の発生する状況を想定し、ネットワーク配分原理として利用者均衡 (UE) 配分を適用する。すなわち、ワードロップの第一法則より、本問題は以下のように定式化される。

$$\min_x z(x) = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(x_a) dx \quad (D.1)$$

subject to

$$x_a = \sum_{(r,s) \in O \times D} \sum_{k \in K_{rs}} \delta_{a,k}^{rs} \cdot f_k^{rs} \quad \forall a \quad (D.2)$$

$$\sum_{k \in K_{rs}} f_k^{rs} - q_{rs} = 0 \quad \forall r, s \quad (D.3)$$

$$f_k^{rs} \geq 0 \quad \forall k, r, s \quad (D.4)$$

ここで、 a : リンク、 A : リンクの集合、 x_a : リンク a のフロー、 $t_a(\cdot)$: リンク a の時間関数、 $z(\cdot)$: 目的関数、 r : 発地（輸出港）、 s : 着地（輸入港）、 O : 発地の集合、 D : 着地の集合、 k : 経路（パス）、 K_{rs} : OD ペア rs の経路集合、 $\delta_{a,k}^{rs}$: クロネッカーのデルタ、 f_k^{rs} : 経路 k のフロー、 q_{rs} : 発地 r から着地 s までの貨物輸送需要である。クロネッカーのデルタ $\delta_{a,k}^{rs}$ は以下のようにあらわされる。

$$\delta_{a,k}^{rs} = \begin{cases} 1 & \text{if } a \in k \\ 0 & \text{if } a \notin k \end{cases} \quad (D.5)$$

D.2.2 リンクコスト関数の定義

(1) 航走リンク

前節で述べたように、本モデルのリンクコスト関数は所要時間のみを考慮する。航走リンクにおいては、各港湾間の海上航行時間にくわえ、混雑による追加時間も考慮する。

$$t_n(x_a) = \frac{l_a}{v_a} + TW_{a'} \cdot b1 \left(\frac{x_a}{cap_a \cdot freq_a} \right)^{b2} \quad (D.6)$$

ここで、 t_n : 航走リンクのコスト（時間）、 x_a : リンク a のコンテナフロー（TEU/年）、 l_a : リンク a の距離（NM）、 v_a : 船速（ノット）、 a' : 航走リンク a の起点港における積込リンク、 $TW_{a'}$: 積込リンク a' における積込期待待ち時間（時間） cap_a : 平均船腹量（TEU/隻）、 $freq_a$: 各航路のサービス頻度（便/年）、 $b1, b2$: 混雑関数に関する未知パラメータである。

(D.6)式の第1項は航行時間を表している。また第2項は混雑による輸送遅れ時間を表している。輸送遅れ時間は、(D.7)式で表される積込港における平均待ち時間に対し、消席率($x_a/cap_a/freq_a$)に関係する係数を乗じる形で表される。

$$TW_{a'} = \frac{1}{2} \cdot \frac{YH}{freq_a} \quad (D.7)$$

ここで、 YH ：1年を時間に換算する定数（52（週/年）・7（日/週）・24（時間/日）=8,736（時間/年）である。 $YH/freq_a$ は、当該サービスにおける運航間隔（時間）を表す。積込期待待ち時間は、運航間隔の半分と仮定される。

(2) 積込リンク

積込リンクのコスト t_l （時間）は積込時間と積込期待待ち時間の和で表される。

$$t_l(x_a) = TL_a + TW_a \quad (D.8)$$

(3) 荷卸、停泊、積替リンク

荷卸、停泊、積替各リンクのコストはそれぞれ以下のように表される。

$$t_u(x_a) = TU_a \quad (D.9)$$

$$t_n(x_a) = TN_a \quad (D.10)$$

$$t_r(x_a) = TR_a \quad (D.11)$$

ここで、 t_u ：荷卸リンクのコスト（時間）、 t_n ：停泊リンクのコスト（時間）、 t_r ：積替リンクのコスト（時間）、 TU_a ：荷卸時間（時間）、 TN_a ：停泊時間（時間）、 TR_a ：積替時間（時間）である。

(4) 船社選択リンク

本モデルでは、異なる船社間の積替は認めないものと想定する。このため、船社選択リンクコスト t_c （時間）は、船社間積替を実質的に回避するのに十分な大きさを有するものとする。

$$t_c(x_a) = SLN \quad (D.12)$$

ここで、 SLN ：十分に大きい数（本モデルでは 10^4 時間とする）。

D.2.3 解法

本モデルのネットワークにおいては、航走リンクのみがフローに依存するコスト関数となっている。ここでは、Sheffi (1985)に示された通常の解法により、(D.1)式に示された利用者均衡問題を解く。

D.2.4 海上輸送時間

利用者均衡配分の定義により、「実際に利用されたすべての経路において走行時間は等しく、どの利用されていない経路も短い」というワードロップの第一法則に基づき、8.6.1の(7)式に示された海上輸送時間 TM_{rs} は以下のように定義される。

$$TM_{rs} = \min_k \left\{ \sum_{a \in k} t_a(x_a) \right\}. \quad (D.13)$$

D.2.5 海上輸送費用の算出

上記の海上輸送サブモデルでは所要時間のみの最小化を目的関数としたものの、8.6.3 における海上輸送運賃の計算のため、サブモデル内で同時に海上輸送費用も算出する。以下に各リンクにおける 1TEU あたり輸送費用の定義式を示す。

(1) 航行リンク

航行リンクにおける費用としては、海上輸送における燃料費、資本費（船費）、その他運航費（変動費）、および運河通航料金を考慮する。

$$c_m(x_a) = \left\{ (FC_a + CC_a + OC_a) \cdot \frac{l_a/v_a}{24} + CT_a \right\} \bigg/ \frac{x_a}{freq_a}, \quad (D.14)$$

ここで、 FC_a ：コンテナ船 1 隻あたりの燃料費（US\$/隻/日）、 CC_a ：コンテナ船の船費（US\$/隻/日）、 OC_a ：コンテナ船のその他運航費（US\$/隻/日）、 CT_a ：パナマ運河およびスエズ運河通航料金（US\$/隻）である。 $x_a/freq_a$ は、コンテナ船 1 隻あたりの平均輸送コンテナ量（TEU/隻）を表している。

燃料費 FC_a は以下の通りに定義される。

$$FC_a = FP \cdot FR_a \cdot \frac{cap_a}{Vcap_a} \quad (D.15)$$

ここで、 FP ：燃料価格（US\$/ton、2010 年平均価格として $FP = 587.0$ と設定）、 FR_a ：コンテナ船の燃費（ton/日）、 $Vcap_a$ ：コンテナ船のサイズ（TEU/隻）である。ここで、複数船社の共同運航、またはスロットチャーターの船社がある場合には、 $Vcap_a$ と各船社の一隻あたりキャパシティ cap_a が異なることに注意が必要である。燃費 FR_a は海洋工学上の知見に基づき、以下のように想定される。

$$FR_a = \frac{6.49 * DWT_a^{\frac{2}{3}} \cdot v_a^3}{10^6} \quad (D.16)$$

ここで DWT_a ：船舶の DWT であり、ここでは以下の式で近似する。

$$DWT_a = 11.89 \cdot Vcap_a + 4414.0 \quad (D.17)$$

船費 CC_a は、以下のように定義される。

$$CC_a = SP_a \cdot \left\{ \frac{ir}{1 - (1 + ir)^{-PP}} \right\} \cdot \frac{1}{365 \cdot ODR} \cdot \frac{cap_a}{Vcap_a}, \quad (D.18)$$

ここで、 SP_a ：コンテナ船の船価（US\$/隻）、 ir ：利子率（ここでは $ir = 0.02$ と想定）、 PP ：償却年数（ここでは $PP = 15$ 年と想定）、 ODR ：年間稼働率（ここでは $ODR = 0.9$ と想定、すなわち、年間 $365 \cdot 0.9 = 329$ 日稼働と想定）である。 $ir / \{1 - (1 + ir)^{-PP}\}$ は複利計算下での年間支払率である。コンテナ船の船価 SP_a は Drewry に基づき以下の通り設定する。

$$SP_a = (0.0099 \cdot Vcap_a + 8.0) \cdot 10^6 \quad (D.19)$$

コンテナ船のその他運航コスト CC_a は、人件費、保険、開発・営業費などから構成され、Drewry に基づき以下の通り設定する。

$$OC_a = (0.7915 \cdot Vcap_a + 4276.0) \cdot \frac{cap_a}{Vcap_a} \quad (D.20)$$

1 隻あたりの運河通航料 CT_a は以下の通り設定する。

$$CT_a = 72.0 \cdot \frac{x_a}{freq_a} \quad (\text{パナマ運河}) \quad (D.21)$$

$$CT_a = SDRrate \cdot (\beta_1 \cdot scrnt_a + \beta_2) \quad (\text{スエズ運河}) \quad (D.22)$$

ここで、 $SDRrate$: スエズ運河通航料徴収において用いられる通貨単位 SDR への変換率 (ここでは 2010 年の平均値として $SDRrate = 1.5$ US\$ と設定)、 $scrnt_a$: コンテナ船のスエズ運河純トン、 β_1 , β_2 : スエズ運河庁によって定められる係数である。パナマ運河の通航料はコンテナ単位 (72.0 US\$/TEU) で定められているのに対し、スエズ運河の通航料は船舶単位で定められており、船舶サイズが大きくなるほど 1TEU あたりの通航料は小さくなることに注意が必要である。スエズ運河純トン $scrnt_a$ は以下の式で定義される。

$$scrnt_a = 10.92 \cdot Vcap_a - 1137.0 \quad (D.23)$$

また、スエズ運河庁によって定められる係数 β_1, β_2 は表 D.26 に示される通りである。

表 D.26 スエズ運河通航料金計算式 (D.22) におけるスエズ運河純トン ($scrnt_a$) にかかる係数 (出典：スエズ運河庁)

$scrnt_a$		β_1	β_2
from	to		
0	5000	7.65	0
5000	10000	5.00	38,250
10000	20000	4.00	63,250
20000	40000	2.80	103,250
40000	70000	2.60	159,250
70000	120000	2.05	237,250
120000		1.95	339,750

(2) 積込・荷卸・積替・船社選択リンク

これらのリンクにおいては、港湾荷役料金 THC_a を考慮する必要がある。ここで、積替時の荷役料金は、積込・荷卸時の荷役料金の 2 倍よりは小さいという現状を反映するため、以下のように設定する。

$$c_i(x_a) = SSN, \quad (D.24)$$

$$c_u(x_a) = SSN, \quad (D.25)$$

$$c_r(x_a) = 1.5 \cdot CHC_a, \quad (D.26)$$

$$c_c(x_a) = CHC_a, \quad (D.27)$$

ここで、 c_l : 積込リンクのコスト関数 (US\$/TEU)、 c_u : 荷卸リンクのコスト関数 (US\$/TEU)、 c_r : 積替リンクのコスト関数 (US\$/TEU)、 c_c : 船社選択リンクのコスト関数 (US\$/TEU)、 SSN : 十分に小さい正の数 (本モデルでは $SSN = 0.01$ US\$と想定)、 CHC_a : 港湾 a のコンテナ荷役料金 (US\$/TEU) である。積替リンクにマイナスのコストを付与することはできないので、積込・荷卸リンクではなく、船社選択リンクにおいて積込・荷卸時の荷役料金を付与する。

D.2.6 モデル対象港湾

本モデルでは全世界の定航サービスネットワークを対象とする。原則として、2010 年におけるコンテナ取扱量 (内航、空コンテナも含む) が 50 万 TEU 以上である全港湾を対象とする。CI-online データによれば、2010 年にコンテナ取扱量が 50 万 TEU 以上である港湾は、全世界に 155 港存在する。これに対し、以下の通り若干の港湾の増減を行う。

- 中国の 3 港 (太倉、南京、張家港) は、MDS データの寄港実績が得られないため除外する。これは、ほとんどの取扱コンテナが内航コンテナかフィーダー輸送によるものであることに起因するものと思われる。
- 中国・深セン港は、香港との位置関係を踏まえ、塩田ターミナルおよびその他ターミナル (蛇口ターミナルで代表) の 2 港に分割する。
- 一方、CI-online では別の港湾として扱われている以下の港湾については、同一市内、または互いに近接しているため、それぞれ 2 港で 1 つの港湾として取り扱う。すなわち、シンガポールとジュロン、パナマのマンサニージョとクリストバル、エジプトのアレキサンドリアとエルデヘイラ、ウクライナのオデッサとイリチビスクが統合の対象である。
- 中国・福州港、台湾・台中港、英国・ロンドン港、ガーナ・テマ港、ナイジェリア・ラゴス (アパバ) 港については、CI-online に記載はないものの、2010 年コンテナ取扱量が 50 万 TEU を超えていることは確実なため、対象港湾として追加する。

表 D.27 に本モデルで対象とする最終的な港湾のリストを示す。この表には、8.5.3 で追加した CA4 諸国の港湾および米国のニューオリンズ/ガルフポートも含まれる。結果として、最終的な対象港湾は、第 8 章の図 8.31 にも示される通り、164 港となった。表には、8.7.1 に示した OD 貨物量の推計に必要な、総コンテナ取扱貨物量、およびトランシップコンテナ貨物量も示されている。

表 D.27 本モデルの対象港湾および取扱量

(出典：CI-online データベースおよび Drewry Maritime Research, 2011 より調査団作成)

No	港湾名	国	WTS における 国・地域区分	年間総 取扱量 (千 TEU, 2010)	トランシ ップ貨物 量 (千 TEU, 2010)	トランシッ プ率
1	Tokyo	Japan	Japan	4,285	689*	16.1%*
2	Yokohama	Japan	Japan	3,281	528*	16.1%*
3	Nagoya	Japan	Japan	2,549	410*	16.1%*
4	Osaka	Japan	Japan	1,980	318*	16.1%*
5	Kobe	Japan	Japan	2,556	411*	16.1%*
6	Hakata	Japan	Japan	749	120*	16.1%*
7	Busan	South Korea	South Korea	14,194	6,272	44.2%
8	Gwangyang	South Korea	South Korea	2,085	335*	16.1%*
9	Incheon	South Korea	South Korea	1,903	306*	16.1%*
10	Dalian	China	China	5,242	843*	16.1%*
11	Yingkou	China	China	3,338	537*	16.1%*
12	Tianjin/Xingang	China	China	10,080	1,621*	16.1%*
13	Qingdao	China	China	12,012	1,931*	16.1%*
14	Lianyungang	China	China	3,870	2,728	70.5%
15	Shanghai	China	China	29,069	6,263	21.5%
16	Ningbo	China	China	13,144	1,830	13.9%
17	Fuzhou	China	China	1,223 (2009)	197*	16.1%*
18	Quanzhou	China	China	1,051	169*	16.1%*
19	Xiamen	China	China	5,820	936*	16.1%*
20	Shenzhen (Yantian)	China	China	10,134	662	6.5%
21	Shenzhen (Shekou, Chiwan, Dachan Bay)	China	China	12,376	5,123	41.4%
22	Guangzhou (Nansha, Huangpu)	China	China	12,550	6,119	48.8%
23	Hong Kong	Hong Kong	Hong Kong	23,699	5,808	24.5%
24	Keelung	Taiwan	Taiwan	1,963	316*	16.1%*
25	Taichung	Taiwan	China	1,193 (2009)	192*	16.1%*
26	Kaohsiung	Taiwan	Taiwan	9,181	4,866	53.0%
27	Manila	Philippines	Philippines	3,155	507*	16.1%*
28	Davao	Philippines	Philippines	524	84*	16.1%*
29	Haiphong	Vietnam	Vietnam	954	91*	9.6%*
30	Ho Chi Minh	Vietnam	Vietnam	3,856	369*	9.6%*
31	Cai Mep/Vung Tau	Vietnam	Vietnam	512	49*	9.6%*
32	Laem Chabang	Thailand	Thailand	5,068	485*	9.6%*
33	Bangkok	Thailand	Thailand	1,453	139*	9.6%*
34	Pasir Gudang	Malaysia	Malaysia	876	84*	9.6%*
35	Tanjung Pelepas	Malaysia	Malaysia	6,530	5,988	91.7%
36	Port Klang	Malaysia	Malaysia	8,872	5,437	61.3%
37	Penang	Malaysia	Malaysia	1,106	106*	9.6%*
38	Singapore/Jurong	Singapore	Singapore	29,179	24,631	84.4%
39	Tanjung Perak (Surabaya)	Indonesia	Indonesia	2,427	232*	9.6%*
40	Tanjung Priok (Jakarta)	Indonesia	Indonesia	4,613	441*	9.6%*
41	Chittagong	Bangladesh	Other Indian Subcontinent	1,329	374*	28.2%*
42	Kolkata	India	India	526	148*	28.2%*
43	Chennai/Madras	India	India	1,520	428*	28.2%*
44	Jawaharlal Nehru (JNPT)/ Nhava Sheva	India	India	4,752	1,339*	28.2%*
45	Mundra	India	India	1,149	324*	28.2%*
46	Colombo	Sri Lanka	Other Indian Subcontinent	4,137	3,078	74.4%
47	Port Mohammad Bin Qasim	Pakistan	Pakistan	779	219*	28.2%*
48	Karachi	Pakistan	Pakistan	1,370	386*	28.2%*
49	St Petersburg	Russia	Russia	1,931	232	12.0%
50	Vancouver BC	Canada	Canada	2,514	141*	5.6%*

51	Seattle	USA	United States (North Pacific)	2,134	119*	5.6%*
52	Tacoma	USA	United States (North Pacific)	1,455	81*	5.6%*
53	Oakland	USA	United States (South Pacific)	2,330	130*	5.6%*
54	Los Angeles	USA	United States (South Pacific)	7,832	438*	5.6%*
55	Long Beach	USA	United States (South Pacific)	6,263	351*	5.6%*
56	Honolulu	USA	United States (South Pacific)	939	53*	5.6%*
57	Manzanillo (Mexico)	Mexico	Mexico	1,509	460*	30.5%*
58	Lazaro Cardenas	Mexico	Mexico	796	242*	30.5%*
581	Puerto Quetzal	Guatemala	Central America	265***	32***	11.9%***
582	Acajutla	El Salvador	Central America	147***	0	0.0%
583	La Union	El Salvador	Central America	0	0	-
584	San Lorenzo	Honduras	Central America	0	0	-
585	Corinto	Nicaragua	Central America	65***	1.2	1.9%***
586	Caldera	Costa Rica	Central America	155***	0	0.0%
59	Balboa	Panama	Central America	2,759	2,621	95.0%
60	Manzanillo (Panama)/ Cristobal/ Colon	Panama	Central America	2,289	1,562	68.2%
61	Puerto Limon	Costa Rica	Central America	858	261*	30.5%*
62	Puerto Cortes	Honduras	Central America	539	164*	30.5%*
621	St. Tomas de Castilla/ Puerto Barrios	Guatemala	Central America	732***	109***	15.0%***
63	Veracruz	Mexico	Mexico	663	202*	30.5%*
64	San Juan	USA (Puerto Rico)	Caribbean Basin	1,526	465*	30.5%*
65	Caucedo	Dominican Rep	Caribbean Basin	1,005	306*	30.5%*
66	Kingston	Jamaica	Caribbean Basin	1,892	1,627	86.0%
67	Freeport	Bahamas	Caribbean Basin	1,125	1,114	99.0%
68	Houston/ Galveston/ Freeport (US)	USA	United States (Gulf)	1,890	106*	5.6%*
681	New Orleans/Gulf Port	USA	United States (Gulf)	635	35*	5.6%*
69	Miami	USA	United States (South Atlantic)	847	47*	5.6%*
70	Port Everglades	USA	United States (South Atlantic)	793	44*	5.6%*
71	Jacksonville	USA	United States (South Atlantic)	857	48*	5.6%*
72	Savannah	USA	United States (South Atlantic)	2,825	158*	5.6%*
73	Charleston	USA	United States (South Atlantic)	1,384	77*	5.6%*
74	Virginia	USA	United States (North Atlantic)	1,895	106*	5.6%*
75	Baltimore	USA	United States (North Atlantic)	611	34*	5.6%*
76	New York/New Jersey	USA	United States (North Atlantic)	5,292	296*	5.6%*
77	Montreal	Canada	Canada	1,331	75*	5.6%*
78	Buenaventura	Colombia	Colombia	663	68*	10.2%*
79	Guayaquil	Ecuador	Ecuador	1,093	112*	10.2%*
80	Callao	Peru	Peru	1,346	137*	10.2%*
81	Valparaiso	Chile	Chile	879	90*	10.2%*
82	San Antonio	Chile	Chile	871	89*	10.2%*
83	Cartagena	Colombia	Colombia	1,433	146*	10.2%*
84	Puerto Cabello	Venezuela	Venezuela	630	64*	10.2%*
85	Santos	Brazil	Brazil	2,722	278*	10.2%*
86	Paranagua	Brazil	Brazil	672	69*	10.2%*
87	Navegantes	Brazil	Brazil	568	58*	10.2%*

88	Itajai	Brazil	Brazil	957	98*	10.2%*
89	Rio Grande	Brazil	Brazil	647	66*	10.2%*
90	Montevideo	Uruguay	Other East Coast of South America	672	69*	10.2%*
91	Buenos Aires	Argentina	Argentina	1,731	177*	10.2%*
92	Shahid Rajae (Bandar Abbas)	Iran	Arabian Gulf	2,593	249*	9.6%*
93	Dammam	Saudi Arabia	Arabian Gulf	1,333	128*	9.6%*
94	Mina Zayed (Abu Dhabi)	UAE	Arabian Gulf	530	51*	9.6%*
95	Dubai/Jebel Ali	UAE	Arabian Gulf	11,600	5,498	47.4%
96	Khor Fakkan/Sharjah Combined	UAE	Arabian Gulf	3,023	2,315	76.6%
97	Salalah	Oman	Arabian Gulf	3,485	3,405	97.7%
98	Jeddah	Saudi Arabia	Arabian Gulf	3,831	1,683	43.9%
99	Aqaba	Jordan	Other Mediterranean	619	59*	9.6%*
100	El Sokhna	Egypt	Egypt	607	171	28.2%
101	Port Said	Egypt	Egypt	3,475	2,477	71.3%
102	Damietta	Egypt	Egypt	1,096	187*	17.0%*
103	Alexandria/El Dekheila	Egypt	Egypt	1,496	255*	17.0%*
104	Tangier/Tangier Med	Morocco	W. Med	2,058	1,980	96.2%
105	Las Palmas De Gran Canaria	Spain (Canary Is)	Western Africa	1,187	334	28.2%
106	Ashdod	Israel	Israel	1,018	173*	17.0%*
107	Haifa	Israel	Israel	1,264	215*	17.0%*
108	Beirut	Lebanon	Other Mediterranean	949	162*	17.0%*
109	Lattakia	Syria	Other Mediterranean	586	100*	17.0%*
110	Mersin	Turkey	Turkey	1,024	174*	17.0%*
111	Izmir	Turkey	Turkey	728	124*	17.0%*
112	Ambarli/Istanbul	Turkey	Turkey	2,540	432*	17.0%*
113	Constanza	Romania	Romania	557	95*	17.0%*
114	Odesa/Illichivsk	Ukraine	Ukraine	653	111*	17.0%*
115	Piraeus	Greece	C. Med	878	149*	17.0%*
116	Marsaxlokk	Malta	Other Mediterranean	2,371	2,265	95.5%
117	Cagliari	Italy	C. Med	553	94*	17.0%*
118	Taranto	Italy	C. Med	582	99*	17.0%*
119	Gioia Tauro	Italy	C. Med	2,852	2,676	93.8%
120	Naples	Italy	C. Med	535	91*	17.0%*
121	Leghorn (Livorno)	Italy	C. Med	628	107*	17.0%*
122	La Spezia	Italy	C. Med	1,285	219*	17.0%*
123	Genoa	Italy	C. Med	1,759	299*	17.0%*
124	Marseilles/Fos	France	France	953	162*	17.0%*
125	Barcelona	Spain	W. Med	1,948	332*	17.0%*
126	Valencia	Spain	W. Med	4,207	2,156	51.2%
127	Algeciras	Spain	W. Med	2,810	2,626	93.4%
128	Felixstowe	UK	United Kingdom	3,400	408*	12.0%*
129	London (Tilbury)/Thamesport	UK	United Kingdom	424**	51*	12.0%*
130	Southampton	UK	United Kingdom	1,540	185*	12.0%*
131	Liverpool	UK	United Kingdom	681	82*	12.0%*
132	Dublin	Eire	United Kingdom	554	67*	12.0%*
133	Lisbon	Portugal	W. Med	513	87*	17.0%*
134	Bilbao	Spain	W. Med	531	90*	17.0%*
135	Bordeaux	France	France	632	76*	12.0%*
136	Le Havre	France	France	2,358	283*	12.0%*
137	Zeebrugge	Belgium	N. Europe	2,390	287*	12.0%*
138	Antwerp	Belgium	N. Europe	8,468	2,286	27.0%
139	Rotterdam	Netherlands	N. Europe	11,146	3,344	30.0%
140	Bremen/Bremerhaven	Germany	N. Europe	4,871	2,192	45.0%
141	Hamburg	Germany	N. Europe	7,900	2,610	33.0%
142	Gdansk	Poland	N. Europe	509	61*	12.0%*
143	Gothenburg	Sweden	N. Europe	796	96*	12.0%*
144	Abidjan	Ivory Coast	Western Africa	530	149*	28.2%*
145	Tema	Ghana	Western Africa	590**	166*	28.2%*
146	Lagos/Apapa/	Nigeria	Western Africa	500**	141*	28.2%*

	Tin Can Island					
147	Cape Town	South Africa	Southern Africa	697	196*	28.2%*
148	Durban	South Africa	Southern Africa	2,529	713*	28.2%*
149	Mombasa	Kenya	Kenya	696	196*	28.2%*
150	Djibouti	Djibouti	Other East Africa	600	169*	28.2%*
151	Brisbane	Australia	Australia	929	62*	6.7%*
152	Sydney	Australia	Australia	2,020	135*	6.7%*
153	Melbourne	Australia	Australia	2,322	155*	6.7%*
154	Fremantle	Australia	Australia	583	39*	6.7%*
155	Auckland	New Zealand	New Zealand	894	60*	6.7%*
156	Tauranga	New Zealand	New Zealand	591	39*	6.7%*

* estimated based on the average transshipment rate by region shown in Drewry Maritime Research (2011)

**Authors' estimation

*** COCATRAM,

D.2.7 海上輸送ネットワークの作成

D.2.1 で述べたとおり、海上輸送ネットワークは MDS データに基づいて作成される（図 D.37 参照）。MDS データベースからは、寄港リストに基づくネットワーク作成だけでなく、船速 v_a （ノット）、平均キャパシティ cap_a （TEU/隻）、運航頻度 $freq_a$ （隻/年）などの情報も入手可能である。また港湾間距離 l_a （カイリ）については、鳥海（2010）の結果をもとに算出する。

以下に、ネットワーク構築にあたり留意すべき点について述べる。

(1) 1 サービスで 2 回以上同じ港湾に寄港する場合の取扱い

寄港順序の情報を維持するため、一つのサービスで 2 回以上同じ港湾に寄港する場合でも、図 D.38 に示す通り積込・荷卸・積替リンクは別々に設定する。

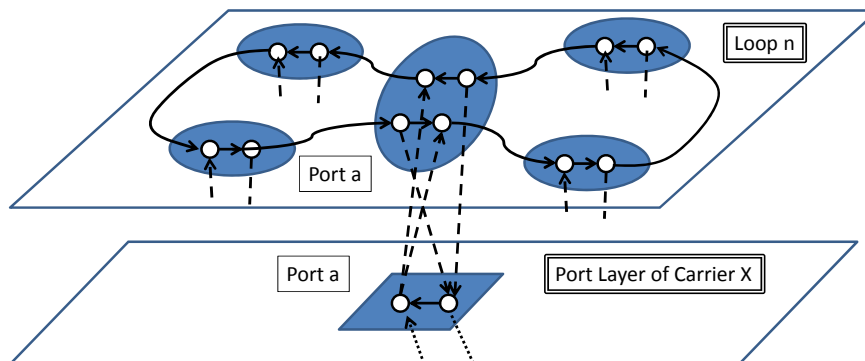


図 D.38 海上輸送サブモデルにおけるネットワーク構成(2)

- 1 サービスで 2 回以上同じ港湾に寄港する場合

(source: Shibasaki, et al., 2013)

(2) ひとつのサービスが 2 つ以上の経路に分かれる場合

いくつかの定航サービスにおいては、寄港地が 2 つ以上に枝分かれするケースがある。このような状況は、特に主要港に挟まれた中小港湾の寄港時に主に見られる。このようなサービスにおけるネットワーク構成を図 D.39 に示す。この場合は、サービス頻度についても、各経路に就航する船舶数に応じて分割する必要がある。すなわち、一つの定航サービスのなかで一部の船舶しか寄港しない港湾（図 D.39 中の Port b, c, d）においては、すべての船舶が寄港する港湾よりも運航間隔が長くなるため、これらの港湾で荷卸しされる貨物については、追加的な待ち時間を考慮する必要がある。ここでは、当該港における荷卸リンクの所要時間（D.9 式）において、以下に示されるような追加的な待ち時間を考慮する。なお、一つの定航サービスのなかで一部の船舶し

か寄港しない港湾において積み込まれる貨物については、(D.8)式に示される通り、当該港における運航頻度が最初から考慮されている。

$$t_u(x_a) = TU_a + \frac{1}{2} \cdot YH \cdot \left(\frac{1}{freq_a} - \frac{1}{freq_{a'}} \right) \quad (D.9')$$

ここで $freq_{a'}$: 当該航路の主要部分（すなわち、図 D.39 中の Port a および e）における運航頻度である。

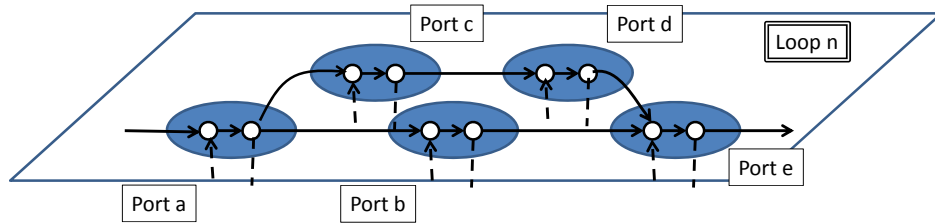


図 D.39 海上輸送サブモデルにおけるネットワーク構成 (3)
 - 1つのサービスで2つ以上の経路が存在する場合
 (source: Shibasaki, et al., 2013)

D.2.8 海上輸送サブモデルの推計結果

(1) 未知パラメータの推計結果

本サブモデルは混雑に関する2つの未知パラメータ $b1, b2$ を含んでいる。これら未知パラメータは、海上輸送サブモデルの主眼であるトランシップ貨物量の再現結果が現状に最もよく合うように推定される。すなわち、

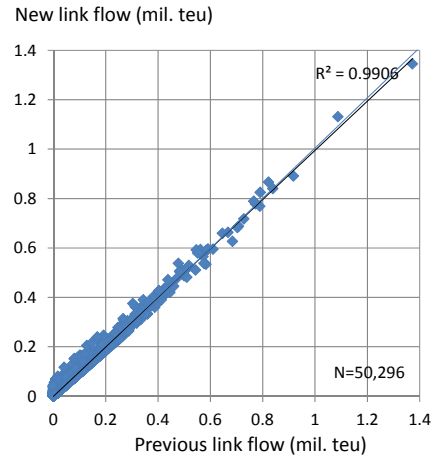
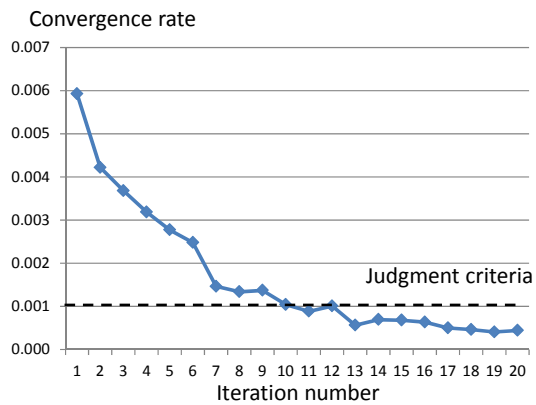
$$\min_{b1, b2} z' = \sum_{p \in P} (\hat{R}_p - R_p)^2 \quad (D.28)$$

ここで、 z' : 目的関数、 p : 港湾、 P : 主要トランシップ港（Drewry Maritime Research のトランシップ港一覧に掲載される港湾）の集合、 R_p : トランシップ率実績、 \hat{R}_p : トランシップ率のモデル推計値である。

未知パラメータの推定方法としては、最急降下法を用いる。目的関数 z' の一次微分を解析的に求めるのは難しいため、各パラメータを微小に変化させたときの目的関数の変化を合成することにより降下方向を決定する。約 50 回の繰り返し計算により、両パラメータは $b1 = 2.309$ 、 $b2 = 1.017$ と推定された。推定されたパラメータは、 $b2$ が 1 に近く、混雑関数が消席率にほぼ比例すること、また、消席率が 100% のときは、混雑によって追加的に発生する時間が運航間隔（期待待ち時間の 2 倍）より若干大きくなることが示唆される。

(2) 収束の確認

(1) で推定したパラメータに基づきモデル収束計算を行った。50,296 リンクを有するネットワーク上で、繰り返し計算 1 回につき、計算時間は Intel(R) Core(TM) i5-2520M CPU (2x2.50 GHz)、4.00 GB RAM のノート PC を用いて 90-120 秒程度であった。収束率（各界のリンクフローの誤差二乗和）を図 D.40 左に示す。10 回程度の繰り返し計算により、誤差が 10^{-3} を下回るようになる。はじめて前回計算との誤差が 10^{-3} を下回った時（すなわち、11 回目の繰り返し計算実行時）のリンクフローの差異を図 D.40 右に示す。これらの結果と計算時間の兼ね合いにより、収束判定基準として 10^{-3} を採用することとする。



a) Convergence rate for each iteration

b) Link flow change around judgment criteria

図 D.40 モデル計算の収束状況

(3) モデルの再現性

上記パラメータと収束条件のもとでの、主要トランシップ港におけるトランシップ率の実績値とモデル推計値の比較を図 D.41 に示す。図より、いくつかの港を除けば、主要港におけるトランシップ率は概ね再現されていると判断できる。

最も実績値と推計値の乖離が大きいのは中国・連雲港である。実績値は 70%程度とされているのに対し、推計されたトランシップ率はゼロであった。これは、連雲港に寄港するサービスの多くが内航フィーダー船であり、モデルに含まれていないことが最大の原因として考えられる。また、香港における実績値と推計値の差異も大きい。これは実態としてはトランシップであるにもかかわらず、香港の実績値においては再輸出はトランシップ扱いでないことにも起因するものと思われる。

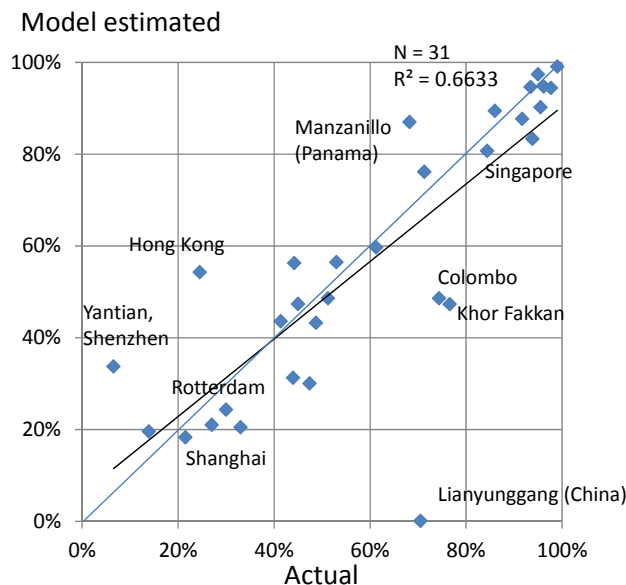


図 D.41 主要港におけるトランシップ率実績値とモデル推計値の比較

D.3 セパ経済チームと行ったインタビュー及び調査

この調査において、経済チームはセパ経済チームと共に、港湾関係者等へのインタビュー及び調査を行った。

セパ経済チームは港湾管理者、オペレーター、船社、運送会社等との様々なインタビューを通じて港湾関係者とのコミュニケーションの重要性を理解し、エルサルバドルや周辺国の港湾が直面している課題・問題点についての認識を深めた。また、セパ経済チームは、港湾に関する様々な情報を入手するとともに、インタビューの実行方法について学ぶことができた。

8月におけるグアテマラ及びコスタリカの調査においては、セパ経済チームは自ら調査計画を立て、港湾管理者やオペレーターとのアポイントを取り付けた。インタビュー時においても熱心に質問し、インタビュー対象者と活発に意見交換を行った。

Survey of Ports

Port/Terminal
Interview Items
1. Port facility
2. Port operation
3. Other
-Empresa Nacional Portuaria, San Lorenzo (ENP), Honduras -Comision Portuaria Nacional Guatemala(CPN), Guatemala -Empresa Portuaria Quetzal, Guatemala - The Costa Rican Institute of Pacific ports (INCOP), Costa Rica -Sociedad Portuaria de Caldera (SPC),S.A./Sociedad Portuaria Granelera de Caldera(SPGC),S.A. Costa Rica -Junta de Administracion Portuaria y de Desarrollo Economico de la Vertiente Atlantica (JAPDEVA) Moin/Limon, Costa Rica -Ministry of Public Work and Transport (MOPT) , Costa Rica

No.1

Date/City	18 April, 2013 / San Lorenzo, Honduras
Category	Port Management Body
Agency/Company	Empresa Nacional Portuaria, San Lorenzo (ENP), Honduras
Interviewee	Ms. Manuel de Jesus Alvarez, Port Superintendent (sanlorenzo@seposa.com) (504)2781-2336
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr. Tadahiko Kawada, Mr. Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas, Ms. Andrea Castillo



No.2

Date/City	13 August, 2013 / Guatemala City, Guatemala
Category	Port Management Body
Name	Comision Portuaria Nacional Guatemala(CPN)
Interviewee	Mr.Juan Estuardo Contreras Aleman, Director Ejecutivo Licda. Ana Lorena Rabbe , Asesor Especializado Tel:+502-2419-4800, Fax:+502-2360-5457 E-mail: jcontreras@cpn.gob.gt
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, ,Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas



No.3

Date/City	14 August, 2013 / Guatemala City, Guatemala
Category	Port Operator
Name	Empresa Portuaria Quetzal
Interviewee	Lic. Allan Marroquin Castillo, interventor Mr.Julio Rolando Sandoval Cano, sub interventor Tel:+502-2312-5003, Fax:+502-2361-1327 E-mail:allan.marroquin@puerto-quetzal.com
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas



No.4

Date/City	20 August, 2013 / Caldera Costa Rica
Category	Port Authority
Name	The Costa Rican Institute of Pacific ports (INCOP)
Interviewee	Ing. Luis Antonio Rojas Viquez, Secretario Fiscalizador de Concesiones (506)-2634-9136 Email: lrojas@incop.go.cr
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr.Tadahiko Kawada. Ms. Marta Eugenia Canales

No.5

Date/City	20 August, 2013 / Caldera Costa Rica
Category	Port Operator
Name	Sociedad Portuaria de Caldera (SPC),S.A. Sociedad Portuaria Granelera de Caldera(SPGC), S.A.
Interviewee	Juan Carlos Mora Perez, Gerente de Operaciones +506-2534-9500, Cel: +506-8340-2851, Fax: +506-2634-4595 E-mail: j.more@spscaldera.com
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr.Tadahiko Kawada. Ms. Marta Eugenia Canales

No.6

Date/City	20 August, 2013 / Caldera Costa Rica
Category	Port Management Body
Name	Junta de Administracion Portuaria y de Desarrollo Economico de la Vertiente Atlantica (JAPDEVA)
Interviewee	Lic Karla Piedra Alfao, Tel (506)2799-0366, Fax(506) 2758-3229 E-mail: kpiedra@japdeve.go.cr
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr.Tadahiko Kawada. Ms. Marta Eugenia Canales

No.7

Date/City	21 August, 2013 / San Jose Costa Rica
Category	Ministry
Name	Ministry of Public Work and Transport (MOPT)
Interviewee	Gilberto Rodríguez Pacheco, Dirección de Infraestructura, División Marítima Portuaria MOPT

	Phone: (506) 2233-5022 Email: Gilberto.rodriguez@gmail.com Ing. Diego Led Obando 506-2233-5022, fax 506-2255-3854, cel: 506-8895-5945 dlealoba@mopt.go.cr topografialeal@gmail.com
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr.Tadahiko Kawada. Ms. Marta Eugenia Canales

Interviews with Shipping Agent

Interview Items	<ol style="list-style-type: none"> 1. Present shipping service 2. Ships deployment and container business 3. Views on container service in CA 4. On the port of La Union 5. Container transportation business in CA in future
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> -Shipping agent (NYK) -Shipping agent (Hapag-Lloyd) -Shipping agent (CMA-SGM) -Shipping agent (Evergreen) -Shipping Agent (Maersk) -Shipping Agent (APL) -Shipping agent (CCNI) -Shipping agent (Mediterranean Shipping Company El Salvador) -Shipping agent (CSAV) -Shipping agent (China Shipping) -Shipping agent (Mediterranean Shipping Co. El Salvador, S.A. de C.V) -Shipping Agent (Crowley Liner Service Inc.)
Neighboring Country	<p>Guatemala (Guatemala)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Shipping Agent (Hamburg Sud) <p>San Jose (Costa Rica)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Feeder Carrier in CA Region (X-press Feeder)

No.8

Date/City	15 April ,2013 / San Salvador
Category	Shipping agent
Company	Compania Mercantil International, S.A. de C.V. (Agent of NYK) (www.comisasal.com)
Interviewee	Mr. Jose Ricardo Cruz, Gerente de Linea (ricardo.cruz@comisasal.com Tel: 503-2206-5400)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido,Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr.Tadahiko Kawada.Mr.Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Ms. Andrea Castillo

No.9

Date/City	16 April, 2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	Transmares(Agent of Hapag-Lloyd)
Interviewee	Heinz Ballhaus, President (Heinz.ballhaus@transmaressal.com)
Study team	Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Mr. Alan Castillo

No.10

Date/City	16 April, 2013 / San Salvador
Category	Shipping agent
Company	Transcontinental El Salvador, S.A. de C.V. (Agent of CMA-CGM)
Interviewee	Julio Cesar FIGUEROA (Operation Manager) (Julio.figueroa@transcontinentalsal.com)
Study team	Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr. Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Mr. Alan Castillo
	

No.11

Date/ City	16 April ,2013/ San Salvador
Category	Shipping agent (Evergreen)
Company	Maritime Investments, LLC OMARSA
Interviewee	Mr. Alex Sagrera, Maritime Investments, LLC (asagrera@cargo.com.sv) Mr. Ernesto Moreno, OMARSA (emoreno@gruporemor.com.sv)
Study team	Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr. Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Mr. Alan Castillo
	

No.12

Date/City	29 April ,2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	Aimar de El Salvador, S.A de C.V. (Agent of APL)
Interviewee	Mr. Amedeo E. Molina Monterrosa (amadeo-molina@aimargroup.com , 503-2209-7900) Mrs. Maritza de Canizales, APL Customer Service (Maritza-canizales@aimargroup.com Cel: 7860-8727)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tadahiko Kawada, Mr. Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Ms. Patricia Callejas

No.13

Date/City	02 May, 2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	Maersk El Salvador, S.A. de C.V.
Interviewee	Mr. Miguel.Iraheta Miguel.Iraheta@apmterminals.com<Miguel.Iraheta@apmterminals.com>;
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido,Mr.Tadahiko Kawada. Mr.Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Ms. Patricia Callejas, Mr. Alan Castillo,
	

No.14

Date/City	13 August ,2013 /Guatemala
Category	Shipping Agent
Company	Hamburg Süd Guatemala, S.A.
Interviewee	Mr. Víctor Monroy, Gerente General Tel: 2375-7513
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas
	

No.15

Date/City	14 August ,2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	REMASUR, S.A. de C.V. (Agent of CCNI)
Interviewee	Mr. Milton Guillen,General Manager Tel: (503)2452-5117
JICA study team	Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr.Tadahiko Kawada. Ms. Marta Eugenia Canales

No.16

Date/City	20 August ,2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	Compañía Sudamericana de Vapores - CSAV SERMARSA (Agent of CSAV)
Interviewee	Mr. Oscar Valladares ,Line Manager Tel:(503) 2239-4399
JICA study team	Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas

No.17

Date/City	20 August ,2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	REMARSA de C.V. (Agent of China Shipping)
Interviewee	Lic. Jaime Vásquez,Operations Manager Tel:(503) 2206-5555
JICA study team	Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas

No.18

Date/City	20 August ,2013 / San Jose Costa Rica
Category	Shipping Agent
Company	MARINSA ILG LOGISTICS S.A. (Agent of X-PRESS FEEDERS)
Interviewee	Mr. Jorge Cayasso,Port Operations Tel. (506) 2758-4170
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr.Tadahiko Kawada. Ms. Marta Eugenia Canales

No.19

Date/City	26 August ,2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	Mediterranean Shipping Co. El Salvador, S.A. de C.V
Interviewee	Abel Sandoval,General Manager Tel. (503)2520-2200
JICA study team	Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales


No.20

Date/City	28 August ,2013 / San Salvador
Category	Shipping Agent
Company	Crowley Liner Services Inc.
Interviewee	Jose Mario Quinteros, General Manager Tel. (503)2297-0055
JICA study team	Dr. Ryuichi Shibasaki,Mr.Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales

Agency etc.

Customs
Interview Items 1. Necessary Procedures at the Border 2. Required Times for Clearance 3. Others
- Aduana of El Salvador at Amatillo - Aduana of Honduras at Amatillo

No.21

Date/City	19 April, 2013 / Amatillo
Category	Customs
Agency/Company	
Interviewee	Mr. Fernando Urbina, Coordinator for the Eastern Area) (fernando.utbina@mh.gob.sv ,) Mr. Jore Eids Perez, Head of Office (edis.perz@mh.gob.sv)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr. Tadahiko Kawada, Mr. Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas, Ms. Andrea Castillo
	

No.22

Date/City	19 April, 2013 / Amatillo
Category	Customs
Agency/Company	Aduana El Amatillo
Interviewee	Ms. Milgjan S. Andino C, Administradora Aduana El Amatillo-HN (mandino@dei.gob.hn)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr. Tadahiko Kawada, Mr. Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas, Ms. Andrea Castillo
	

Other Agencies	
Interview Items	1. Socio-economic situations of El Salvador 2. Outline of ports in CA 3. Statistics of Transportation in El Salvador and CA 4. Others
	- PROESA (Export and Investment Promotion Agency of El Salvador, Government of El Salvador) - Transportation Association

No.23

Date/City	15 April, 2013 / San Salvador
Category	Agency of promotion and investment
Agency/Company	PROESA
Interviewee	Mr. Miguel Mejia Linares, Asesor de Promocion de Inversions (mmejia@proesa.gov.sv Cell: 03-7802-6583)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr. Tadahiko Kawada. Mr. Takayuki Iijima Ms. Marta Eugenia Canales, Mr. Alan Castillo,

No.24

Date/City	2 May, 2013 / San Salvador
Category	Transportation Association
Agency/Company	Transportation Association
Interviewee	Mr. Jng David Lapin (Leo's, S.A. DE C.V. :General manager) Ms. Robert Alberto Rivas (Carflo, S.A. de C.V. :President)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Mr. Tadahiko Kawada. Mr. Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas, Ms. Marta Eugenia Canales, Mr. Alan Castillo,
	

Shipper

Shipper
Interview Items 1. Business environment (commodity, logistics etc.) 2. Use of La Union Port 3. Other
Agrolibano (Melon Production and Export)

No.25

Date/City	17 April, 2013 / San Lorenzo, Hondulas
Category	Shipper (Melon Production.Export)
Company	Agrolibano (www.grupocassa.com)
Interviewee	Mr. Rene Navas, Importaciones Cadena de Abastecimiento (renenavas@agrolibano.com) Cell: 504-9495-4206)
JICA study team	Mr. Takashi Kadono, Mr. Tatsuyuki Shishido, Dr. Ryuichi Shibasaki, Mr. Tadahiko Kawada, Mr. Takayuki Iijima Ms. Patricia Callejas, Ms. Andrea Castillo
	

D.4 船舶寄港モデルの計算プログラム使用マニュアル

D.4.1 概要および前提

現状における船社の行動（2010年5月時点の海上コンテナ輸送ネットワーク）は、8.5.1で述べたようにMDSデータベースより作成される。また、将来の海上コンテナ輸送ネットワークは、9.2.2(3)に述べた方法によって作成される。これらのネットワークは、それぞれコンテナ貨物配分モデルへ入力され、9.2.3(1)で述べた基準に従い、現実的にネットワークが成立するかどうかという観点からそれぞれのアウトプットが評価される。

コンテナ貨物配分モデルはFortranによってプログラムされており、Fortranプログラムが実行可能な環境が必要である。Fortranのアプリケーションソフトとしては、開発環境であるAbsoft Pro Fortran ver 9.0を推奨する。また、CPU性能が計算時間に直結するので高性能なPCを利用することを推奨する。ただし、一般のノートパソコン等でも、メモリーが不足してさえないければプログラムの実行は可能である。

D.4.2 プログラムに含まれるファイルの概要

各シミュレーション年次（2010、2020、2030の各年）ごとに、PC上のプログラム用フォルダに含まれるべきファイルを表D.28に示す。多くのファイルは各年共通である。

すべてのFortranプログラムは、表の最上部に示されるバッチファイル（.guiファイル）の中に含まれている（詳細はD.4.3で説明）。以下では各入力ファイルの概要について述べる。

表 D.28 プログラム用フォルダに含まれるべきファイル一覧
(バッチファイル、プログラム、入力データファイル)

シミュレーション年次	2010年シミュレーション	2020年シミュレーション	2030年シミュレーション
batch file	project.gui	project_2020.gui	project_2030.gui
fortran files	main.f90 carr_main.f90 carr_sub.f90 carr_all_not.f90 shpr_main.f90 shpr_dial_ass.f90 derase.f90 NW_info.inc NW_size.inc	main_2020.f90 carr_main.f90 carr_sub.f90 carr_all_not.f90 shpr_main.f90 shpr_dial_ass.f90 derase.f90 NW_info.inc NW_size.inc	main_2030.f90 carr_main.f90 carr_sub.f90 carr_all_not.f90 shpr_main.f90 shpr_dial_ass.f90 derase.f90 NW_info.inc NW_size.inc
input data files (default settings)	IONAME.dat BasicInfo(163r@164p@28g).dat unkown_parameter.dat reg_od10(163r).csv mar_od10(164p@28g).csv port10(164p).csv plength(164p).csv panama_dummy(164p).csv suez_dummy(164p).csv mds_route052010(164p@28g).csv landnw_CA(6r@7p).csv	IONAME2020.dat BasicInfo(163r@164p@28g).dat unkown_parameter.dat reg_od20(163r).csv mar_od20(164p@28g).csv port20(164p).csv plength(164p).csv panama_dummy(164p).csv suez_dummy(164p).csv mds_route052010(164p@28g).csv S20.csv landnw_CA(6r@7p).csv	IONAME2030.dat BasicInfo(163r@164p@28g).dat unkown_parameter.dat reg_od30(163r).csv mar_od30(164p@28g).csv port30(164p).csv plength(164p).csv panama_dummy(164p).csv suez_dummy(164p).csv mds_route052010(164p@28g).csv S30.csv landnw_CA(6r@7p).csv

(1) IONAME ファイル

“IONAME.dat” ファイル（または、“IONAME2020.dat”もしくは“IONAME2030.dat”ファイル）は、各シミュレーションにおいて入力するファイルの一覧ファイルであり、(2)以降で説明するすべての入力ファイルのリストとなっている。“IONAME.dat”ファイルのサンプルを以下に示す。新しい入力ファイルを作成した場合は、既存の入力ファイル名を書き換える。

表 D.29 IONAME ファイルの内容例 (“IONAME.dat”)

BasicInfo(163r@164p@28g).dat	! BasicInfo file
unkown_parameter.dat	
reg_od10(163r).csv	! regional container OD
mar_od10(164p@28g).csv	! maritime container OD by shipping company
port10(164p).csv	! port data
plength(164p).csv	
panama_dummy(164p).csv	
suez_dummy(164p).csv	
mids_route052010(164p@28g).csv	
landnw_CA(6r@7p).csv	

(2) BasicInfo ファイル

“BasicInfo(**r@**p@**g).dat”ファイル(**にはそれぞれ数値が入る)は、モデルのゾーン数、港湾数、船社数などを規定するファイルである。一度構築されたモデル上でシミュレーション計算を行う場合には、これらの数値を変える必要が生じることがほとんどない。

ファイルの後半は、コンテナ貨物配分モデルと海上輸送サブモデルの収束条件に関する数値が記載されている。どちらのモデルも、繰り返し計算回数の上限值と、計算されたリンクフローの一期前の計算結果との誤差二乗和に関する閾値の2つの指標を設定し、どちらか一方を満たした（上限値に達するか、閾値を下回るか）場合に計算を打ち切ることとなっている。これらの値を増減させた場合、計算時間と十分な収束のトレードオフが生じる（たとえば、計算時間の短縮を追求すれば、十分な収束に至らない可能性が生じる）。

表 D.30 BasicInfo ファイルの内容例 (“BasicInfo(163r@164p@28g).dat”)

163	! number of zone (region)
164	! number of port
28	! number of shipping companies
20	! limitation number of calculative iteration of maritime shipping submodel
1.0d-3	! convergence threshold in maritime shipping submodel calculation
5	! limitation number of calculative iteration of container cargo assignment model
1.0d-2	! convergence threshold in container cargo assignment model calculation

(3) 未知パラメータファイル

“unknown_parameter.dat” ファイルは、モデル中で未知パラメータとして扱われた3つのパラメータ（時間価値 vt 、分散パラメータ θ 、保税輸送の補正係数 α ）の設定値が記載されている。デフォルト（初期状態）では、8.8.2 で述べたようにして現状に最も合うように推計された値が

記載されている（下表参照）。8.8.4 で示した感度分析や、図 9.16 に示した越境抵抗の削減を想定したシミュレーションにおいては、これらの数値を書き換える必要がある。

表 D.31 未知パラメータファイルの内容例(“unknown_parameter.dat”)

8.0	! v_t (value of time)
0.01	! θ (distribution parameter of stochastic assignment)
0.3	! α (cross-border coefficient: adjustment parameter on bonded transportation)

(4) 地域間コンテナ OD ファイル

“od##(**r).dat”ファイル（##には年次が、**にはゾーン数が入る）は、20##年における地域間コンテナ貨物輸送需要（地域間コンテナ OD） Q_{ij} が収録されている。2010 年現状 OD の作成方法は 8.7.1(2), (3)を、2020 年および 2030 年将来 OD の推計方法は 9.2.2(1)を参照されたい。

シミュレーションの対象となる政策等によって貨物需要の変化がないと想定される場合には、デフォルトで用意されている各年の OD ファイル（“od10(163r).dat”, “od20(163r).dat”, “od30(163r).dat”）をそのまま用いればよい。もし、9.2.3(3)2)に示されたエルサルバドル東部地域開発シナリオのように、デフォルトと異なる輸送需要を入力する必要がある場合には、新しい入力ファイルを用意する必要がある。

表 D.32 地域間コンテナ OD ファイルの内容例(“od10(163r).dat”)

! ↓ origin region number, → destination region number											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
1	0	0	0	0	0	0	64452.7	15197.1	4728.7	11401.0	...
2	0	0	0	0	0	0	50678.6	11949.4	3718.1	8964.5	...
3	0	0	0	0	0	0	37844.7	8923.3	2776.6	6694.3	...
4	0	0	0	0	0	0	22245.0	5245.1	1632.1	3934.9	...
5	0	0	0	0	0	0	37693.7	8887.7	2765.5	6667.6	...
6	0	0	0	0	0	0	8726.4	2057.6	640.2	1543.6	...
7	35945.9	28263.9	21106.3	12406.2	21022.1	4866.8	0	0	0	32483.4	...
8	8475.6	6664.3	4976.6	2925.2	4956.7	1147.5	0	0	0	7659.2	...
9	2637.2	2073.6	1548.5	910.2	1542.3	357.1	0	0	0	2383.2	...
10	18042.7	14186.8	10594.1	6227.2	10551.9	2442.8	44254.4	10434.6	3246.8	0	...
...
...

(5) 船社ごとの海上コンテナ OD ファイル

“od##(**p@**g).dat”ファイル（##には年次が、**には港湾数および船社数が入る）は、20##年における船社ごとの海上コンテナ貨物輸送需要（港湾間コンテナ OD） $q_{grs}^{(0)}$ が収録されている。8.8.1(1)で述べたように、本ファイルは繰り返し計算の第 1 回目計算でのみ必要となる。

表 D.33 船社別海上コンテナ OD ファイルの内容例(“od10(164p@28g).dat”)

! ↓ export port number, → import port number											
! Group A (Maersk)											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
1	0	0	0	0	0	0	2717.9	1465.9	300.2	722.8	...
2	0	0	0	0	0	0	10260.6	5534.2	1133.4	2728.9	...

3	0	0	0	0	0	0	5606.7	3024.0	619.3	1491.1	....
4	0	0	0	0	0	0	1684.5	908.6	186.1	448.0	....
5	0	0	0	0	0	0	4026.3	2171.7	444.8	1070.8	....
6	0	0	0	0	0	0	1749.4	943.6	193.2	465.3	....
7	1430.2	5399.3	2950.3	885.9	2117.5	920.6	0	0	0	3903.2	....
8	770.1	2907.2	1588.6	477.0	1140.2	495.7	0	0	0	2101.7	....
....
....

(6) 港湾ファイル

“port##(**p).csv”ファイル（##には年次が、**には港湾数が入る）は、20##年における各港の輸出入リードタイム、積替に要する時間、TEUあたり荷役料金が収録されている。2010年の初期設定値は8.7.2の表8.39に、2020年および2030年の初期設定値は9.2.2(2)の表9.8に示した通りである。

さらに、表の右3列には、各港湾の輸出入コンテナ取扱量、トランシップ取扱量、トランシップ率再現性比較に用いる主要港湾であるか否かのフラグも含まれているものの、これらはすべて海上輸送サブモデルの未知パラメータ推計やモデル再現性検討に用いられる数値であり、シミュレーション計算において変更する必要はない。

表 D.34 港湾ファイルの内容例(“port10(164p).csv”)

Port number	Export lead time (hours)	Import lead time (hours)	Transshipment time (hours)	Handling charge (US\$/TEU)	Amount of local cargo (TEU/year)	Amount of transshipment cargo (TEU/year)	dummy of major hub port
1	48	24	24	100	2059057.92	394493.7678	0 !Tokyo
2	48	24	24	100	1616019.76	309612.3318	0 !Yokohama
3	48	24	24	100	1204449.144	230759.7452	0 !Nagoya
4	48	24	24	100	712591.5125	136525.0137	0 !Osaka
5	48	24	24	100	1189751.795	227943.8883	0 !Kobe
....
58	48	24	24	100	315597.571	138200.8982	0 !Lazaro Cardenas
581	60	24	48	117.65	155580.5776	27752.94075	0 !Puerto Quetzal
582	60	48	48	73.48	104554.421	0	0 !Acajutla
583	48	24	48	65.79	0	0	0 !La Union
584	60	48	48	64.7	0	0	0 !San Lorenzo
585	168	84	48	58.82	46231.95469	807.6170337	0 !Corinto
586	48	24	48	100	115486.5602	0	0 !Caldera
59	48	24	24	100	153844.1923	747035.7719	1 !Balboa
60	48	24	24	100	343843.234	1435418.095	1
!Manzanillo(Panama)/Cristobal/Colon							
61	48	24	48	100	374074.6639	14350.15597	0 !Puerto Limon
62	48	24	48	64.7	352820.8168	0	0 !Puerto Cortes
621	60	24	48	64.7	355619.6169	85623.68051	0
!St. Tomas de Castilla/Puerto Barrios							
....

(7) 港湾間海上距離ファイル

“plength(**p).csv” ファイル (**には港湾数が入る) は、各出発港・到着港間の航行距離 (カイリ) が収録されている。これらの値は、D2.7 に示したように、Toriumi (2010)による推計結果を用いている。

もしシミュレーションにおいて新たに港湾を追加する場合、当該追加港湾に寄港する航路サービスにおいて、直前または直後に寄港する港湾との間の海上距離を、Netpas 等のソフトウェアまたは距離表を用いて追加する必要がある。(直接的に navigating link で結ばれていない港湾については、数値を入力する必要はない)

表 D.35 海上航行距離ファイルの内容例 (“plength(164p).csv”)

! ↓ departure port number, → arrival port number											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	....
1	0	16	211	361	357	603	662	742	1020	1163	....
2	16	0	197	347	343	589	648	728	1006	1149	....
3	211	197	0	240	236	482	541	621	899	1042	....
4	361	347	240	0	9	290	349	429	707	850	....
5	357	343	236	9	0	282	341	421	699	842	....
6	603	589	482	290	282	0	110	192	483	626	....
7	662	648	541	349	341	110	0	90	381	524	....
8	742	728	621	429	421	192	90	0	339	482	....
9	1020	1006	899	707	699	483	381	339	0	249	....
10	1163	1149	1042	850	842	626	524	482	249	0	....
....
....											

(8) パナマダミーおよびスエズダミーファイル

“panama_dummy(**p).csv”ファイルおよび“suez_dummy(**p).csv”ファイル (**には港湾数が入る) は、海上輸送サブモデルに含まれる各航走リンクにおいて、パナマ運河またはスエズ運河を通過するかどうかの情報を提供するものである。もしある出発港と到着港を結ぶ航走リンクが当該運河を通過する場合は1、通過しない場合は0となる。この情報に基づき Annex D.2.5 の(D.14)式に定義されたように、各リンクの運河通航料を計算する。これらのファイルについても、Toriumi (2010)による推計結果を用いる。

表 D.36 パナマ運河ダミーファイルの内容例 (“panama_dummy(164p).csv”)

! ↓ departure port number, → arrival port number											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	....
....
....											
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
581	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....

59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	....
61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	....
62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	....
621	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	....
....
....												

(9) 海上輸送ネットワークファイル

“mds_route052010(**p@**g).csv”ファイル (**には港湾数および船社数が入る) は、2010年5月時点の海上輸送ネットワークに関する情報(運航頻度、平均船速、平均船腹量、各船社の船腹量シェア、寄港港湾数、複数経路を有する航路であるか否かに関するダミー、寄港港湾番号)を各定航サービスごとに収録したものである。またファイルの1行目には、ファイルに含まれる定航サービスの総数が記載されている。

将来シミュレーションにおいては、中米地域の港湾に寄港するサービスを中心に、いくつかのサービスにおいて、頻度・船腹量・寄港地などを変化させたファイルを、9.2.1(3)で述べたシナリオの数だけ、別名で用意することになる。

表 D.37 海上輸送ネットワークファイルの内容例 (“mds_route052010(164p@28g).csv”)

859	!number of liner service														
!service No., Service frequency (/year), Average speed (knot), Average vessel capacity (TEU), Share in capacity of Company A, B, ..., Z, AA, and AB, Number of ports to call at one rotation, Dummy for multiple routes of a service, Port number to call (1, 2, 3, ... to the number of ports to call at one rotation)															
1	52	23.9	4190.6	0.0909	0	...	0	0	0	7	0	26	21		
23	...														
2	52	21.2	660	0	0	...	0	0	0	4	0	4	5	10	...
3	52	17.5	3100	0	0	...	0	0	0	10	0	141	143	138	...
4	52	10	1291.5	0	0	...	0	0	0	3	0	38	41	38	
5	26	17	780	0	0	...	0	0	0	3	0	38	41		38
6	104	18	1088	0	0	...	0	0	0	4	0	38	33	32	...
....
..														

(10) 陸上輸送ネットワークファイル

“landnw_CA(6r@7p).csv”ファイルは、中米地域(CA4)における陸上輸送ネットワーク(8.7.4の図 8.33 参照)に関する情報を収録している。初期状態の各リンクの走行時間・費用、越境時間・費用は表 8.40 および表 8.41 に記載されている。同じゾーンと港湾間の輸送については、輸出貨物と輸入貨物で同じ時間・費用を想定している。本ファイルの1行目にも、ファイルに含まれるリンクの総数が記載されている。

道路改良や特定地点での越境抵抗の削減などの政策のインパクトをシミュレーション計算する場合には、デフォルトの設定値を変更する必要がある。

表 D.38 陸上輸送ネットワークファイルの内容例 (“landnw_CA(6r@7p).csv”)

42 ! Number of land shipping network					
! origin/destination region, export/import port, Driving time (hours), Driving cost (US\$/TEU), Border-crossing time (hours), Border-crossing cost (US\$/TEU)					
581	581	1.68	151.5	0	0
581	582	3.18	286.5	84	380
581	583	7	630	84	380
581	584	8.03	723	276	641
581	585	11	990	528	958.5
581	62	6.32	568.5	192	261
581	621	5	450	0	0
582	581	4.48	403.5	240	278.5
582	582	1.43	129	0	0
582	583	3.08	277.5	0	0
582	584	4.13	372	192	261
582	585	7.08	637.5	444	578.5
582	62	6.8	612	192	261
....

D.4.3 プログラムの実行手順

以下の実行手順の例は、Absoft Pro Fortran ver.9.0 および Absoft Developer Tools Interface を使用したときの例である。

- 1) フォルダ内の.gui ファイル（例：“project.gui”）をダブルクリックして立ち上げる。表 D.28 に記載したすべてのプログラムファイルが含まれていることを確認する。

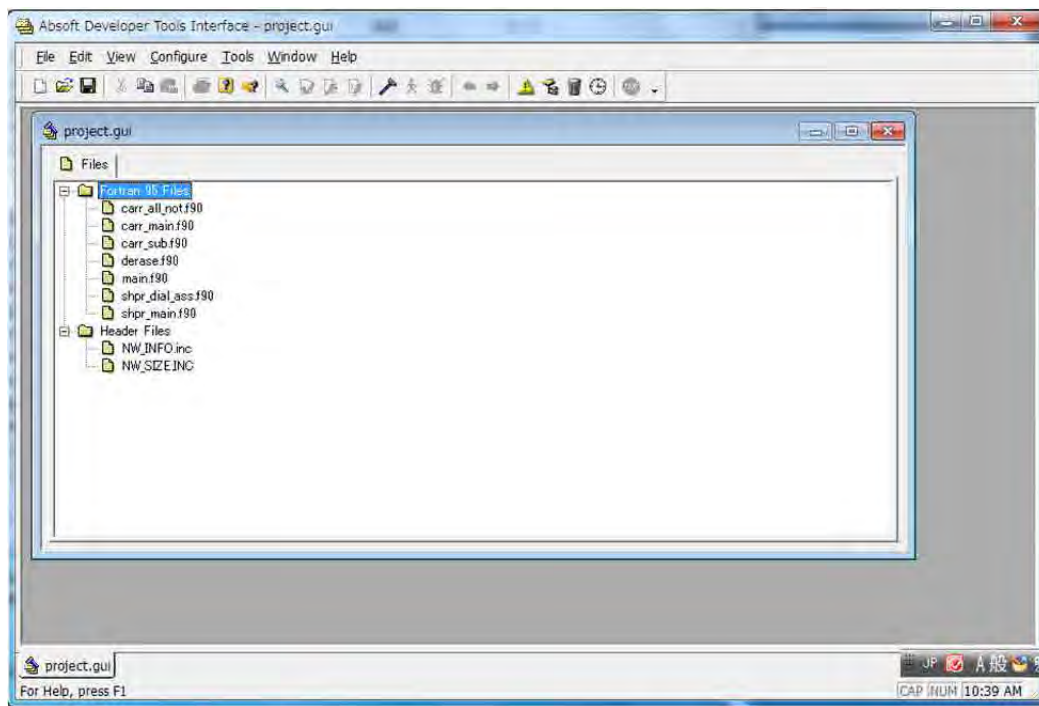


図 D.42 プログラム実行計算の具体例(1)

2) ツールバーの‘Configure’ - ‘Set Project Options’ を選択し、‘Target’タブ‘Common Options’ボックス内の‘Optimize’バーを選択し、‘Advanced (-O3)’が選択されていることを確認する。何らかの原因でデバッグモードを使用した際は、この選択が必ずクリアされるので再度選択する必要がある。

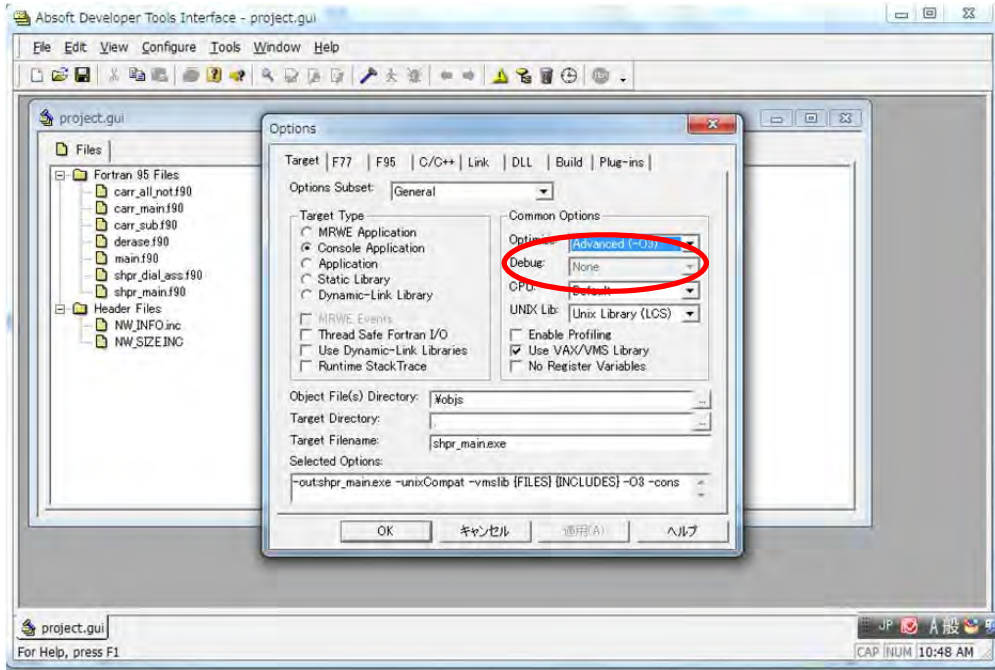


図 D.43 プログラム実行計算の具体例(2)

3) ツールバーの‘Tools’ - ‘Rebuild All’ を選択し、ファイルのコンパイルを行う。プログラムに対して何らかの変更を行った場合は当該プログラムファイルを上書き保存したうえで、かならずコンパイルを行う必要がある。コンパイル実行に成功すると、図 D.44 に示されるようなメッセージ ("Build completed") が表示される。

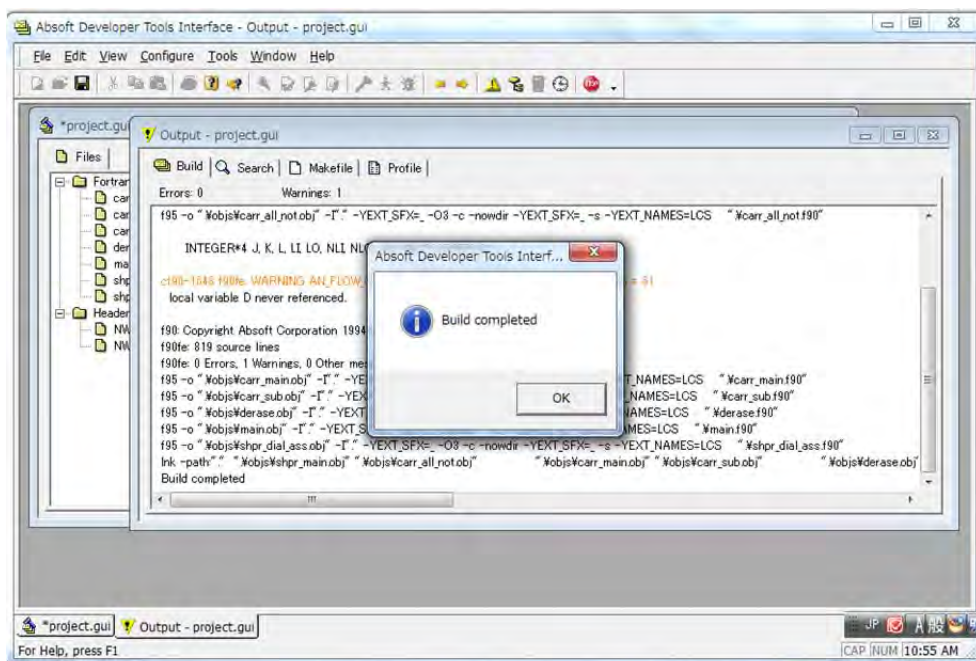


図 D.44 プログラム実行計算の具体例(3)

4) ツールバーの‘Tools’ - ‘Execute’を選択してプログラムを実行する。プログラムの実行が開始されると、図 D.45 に示されるようなウィンドウが表示される。収束計算は PC の性能や計算条件にもよるが、数時間程度かかることもある。計算が終了したときは、図 D.46 に示されるような表示 (プログラムを実行したディレクトリの表示) がなされる。

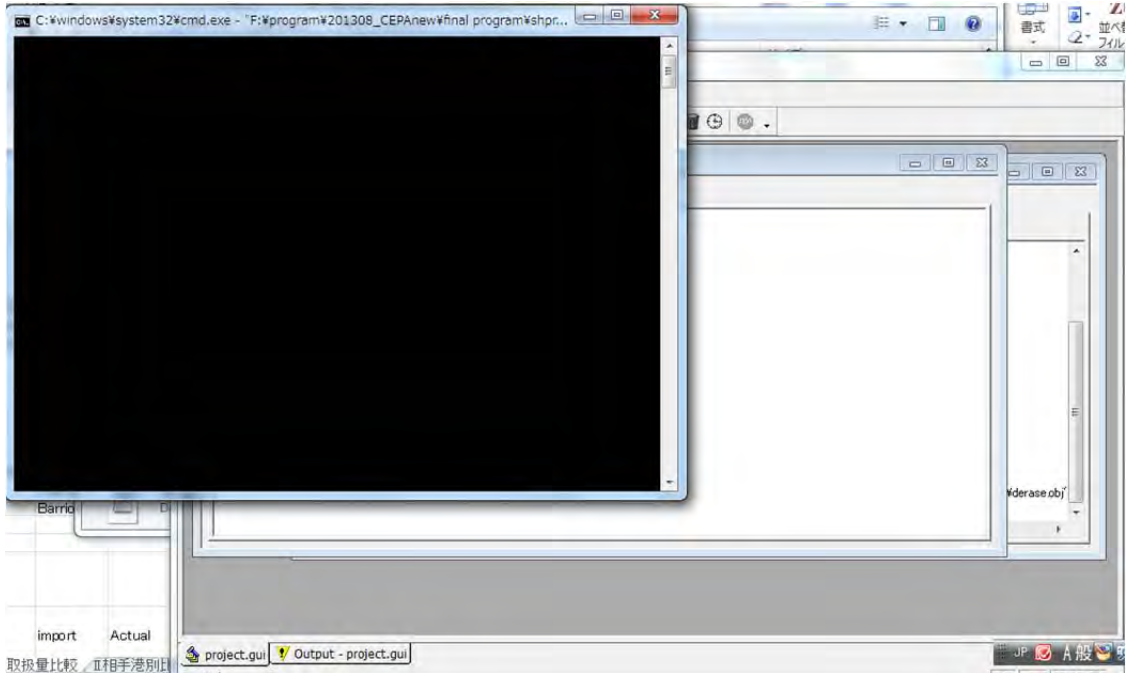


図 D.45 プログラム実行計算の具体例(4)

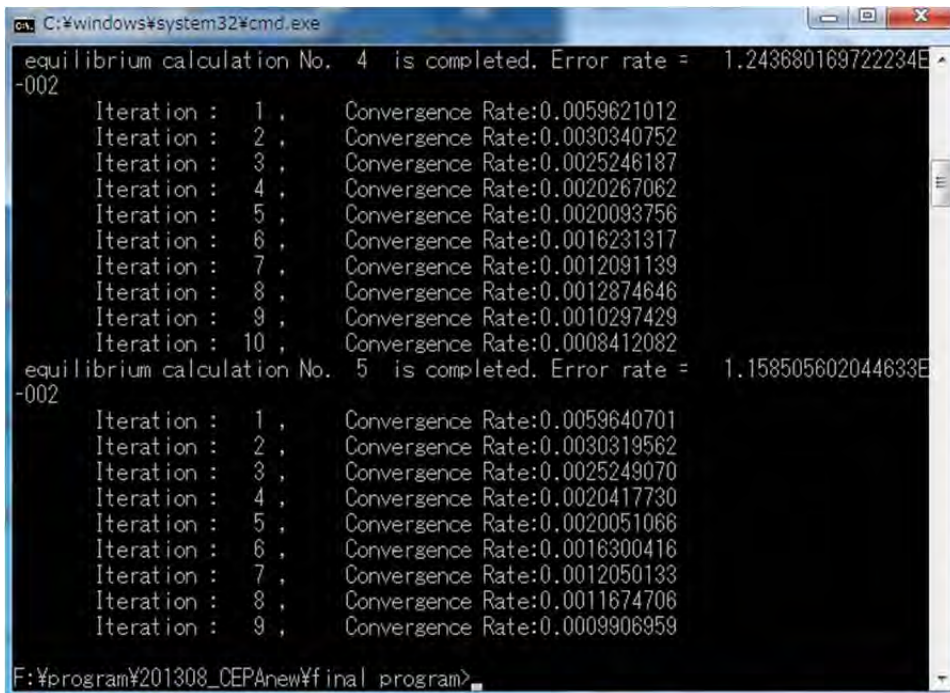


図 D.46 プログラム実行計算の具体例(5)

D.4.4 出力ファイルの概要

コンテナ貨物配分モデルの出力としては、各リンク（陸上・海上・港湾内）のコンテナフローにくわえ、輸送時間や輸送コストなども重要である。初期状態の出力ファイルとしては表 D.39 に示す 6 つのファイルが用意されている。以下ではこれら 6 ファイルの出力ファイルの概要を説明する。なお、プログラムを修正することで、ユーザーが独自の出力ファイルを設定することはいくらかでも可能である。

表 D.39 デフォルトで用意されている出力ファイルのリスト

convergence.dat
port_output.dat
port_output2.csv
results_carr.dat
SG_Cost.dat
results_shpr.dat

(1) 収束結果に関する出力ファイル (“convergence.dat”)

“convergence.dat”ファイルは、海上輸送サブモデルおよびコンテナ貨物配分モデルの繰り返し計算による収束過程を記録したファイルである。出力例を表 D.40 に示す。同じ内容がコンピュータ画面上でも出力される設定となっている（図 D.46 参照）。

表 D.40 収束結果に関する出力ファイルの内容例(“convergence.dat”)

Iteration : 1 ,	Convergence Rate:0.0060528945	<p>海上輸送サブモデルの第1回繰り返し計算の誤差（収束率）</p> <p>コンテナ貨物配分モデルの第1回繰り返し計算の誤差</p>
Iteration : 2 ,	Convergence Rate:0.0031475926	
Iteration : 3 ,	Convergence Rate:0.0024026071	
Iteration : 4 ,	Convergence Rate:0.0016822556	
Iteration : 5 ,	Convergence Rate:0.0018827055	
Iteration : 6 ,	Convergence Rate:0.0016966635	
Iteration : 7 ,	Convergence Rate:0.0013113089	
Iteration : 8 ,	Convergence Rate:0.0012195115	
Iteration : 9 ,	Convergence Rate:0.0010702871	
Iteration : 10 ,	Convergence Rate:0.0009678616	
equilibrium calculation No. 1 is completed. Error rate = 6.010866069519585E-002		<p>海上輸送サブモデルの第2回繰り返し計算の誤差（収束率）</p>
Iteration : 1 ,	Convergence Rate:0.0059643401	
Iteration : 2 ,	Convergence Rate:0.0030367353	
Iteration : 3 ,	Convergence Rate:0.0025519040	
Iteration : 4 ,	Convergence Rate:0.0020232198	
....		

(2) 港湾取扱量に関する出力ファイル (“port_output.dat”および“port_output2.csv”)

“port_output.dat”ファイルは、表 D.41 に示されるように、各港湾の輸出・輸入・トランシップコンテナ貨物量の推計結果を記載したものである。トランシップ貨物量については、船社ごとの推計値も含む。

“port_output2.csv”ファイルは、表 D.42 に示されるように、収束状況の確認のため、CA4 諸港についての輸出入コンテナ貨物量の最終的な推計値と、一期前の計算における計算結果を記載したものである。

表 D.41 港湾取扱量に関する出力ファイルの内容例(1: “port_output.dat”)

! Port No., Export amount handled in port (TEU/year), Import amount handled in port (TEU/year), Transshipped amount handled in port (TEU/year), Transshipped amount for each shipping company A, B, C, D,									
1	844759	968094	446048	2738	0	4514	32438	....
2	664227	761204	417472	121901	9972	20679	5015	....
3	496017	568435	85120	173	50	396	0	....
....									
58	70191	157932	215021	83521	0	0	0	....
581	100406	121405	17246	0	1460	812	0	....
582	30479	60627	0	0	0	0	0	....
583	0	0	0	0	0	0	0	....
584	0	0	0	0	0	0	0	....
585	13315	39015	3257	3257	0	0	0	....
586	72577	35501	0	0	0	0	0	....
59	106125	32114	1361823	937398	315717	23427	....	
60	196838	151299	1767354	337885	109550	182100	....	
61	172994	30854	8373	0	0	0	0	....
62	202477	198863	9492	0.3	0	0	0	....
621	204162	198253	75750	35272	0	0	0	....
....									

表 D.42 港湾取扱量に関する出力ファイルの内容例(2: “port_output2.csv”)

581	95820.13081	115224.8098	100405.9245	121405.232
582	32054.6965	67291.90032	30479.41202	60626.54362
583	0	0	0	0
584	0	0	0	0
585	13352.716	33529.61927	13314.5915	39014.97808
62	203562.4776	199032.3734	202476.6193	198863.4335
621	206048.9233	203061.2102	204162.3969	198253.479

(3) 船社の行動に関する出力ファイル (“results_carr.dat”および“SG_Cost.dat”)

“results_carr.dat”ファイルは、海上輸送サブモデルの各リンクの計算結果を記載したものである。具体的には、表 D.43 に示されるように、リンク番号 (L)、船社番号 (G)、定航サービス番号 (R)、発地港 (P1) および着地港 (P2) の港湾番号、発地港 (N1) および着地港 (N2) のノード番号 (モデル内でのみ使用)、所要時間 (T; 時間)、船腹量 (Cap; TEU)、年間リンクフロー (X; TEU)、年間運航回数 (Freq)、混雑による追加時間 (CT; 時間)、一般化費用 (G; US\$/TEU、金銭費用と時間費用の合計)、金銭費用 (C; US\$/TEU)、うち燃料費 (FC; US\$/TEU)、資本費 (CC; US\$/TEU)、運営費 (OC; US\$/TEU)、運河通航料 (PanamaC および SuezC; US\$/TEU) が含まれる。各変数の説明は、Annex D2.4 などを参照されたい。

“results_carr.dat”ファイルの前半部分は各船社の積替リンクおよび船社選択リンクの結果が示されている。たとえば、表 D.43 に示される 1 つめのリンク (リンク番号 1) は、船社 A (Maersk) の港湾 1 (東京港) における積替リンクを表しており、同様に、2 番目のリンクは O ノードから港湾ノードまでの船社選択リンク、3 番目のリンクは港湾ノードから D ノードまでの船社選択リンクを表している。

ファイルの後半 (表 D.43 に示される例では、リンク番号 13777 以降) は、各船社・定航サービスに含まれる各港湾の停泊リンク、積込リンク、荷卸リンク、および次の寄港地までの航走リンクの順に記載されている。たとえばリンク番号 13777 のリンクは、船社 A によって提供されるサービス 1 (“AAUS-AUS サービス”) の最初の寄港地である港湾 26 (高雄港) の停泊リンクを表している。同様に、リンク番号 13778 および 13779 のリンクはそれぞれ、当該サービスの高雄港における積込リンクおよび荷卸リンクを表している。また、リンク番号 13780 のリンクは、港湾 26 (高雄港) から港湾 21 (深セン港蛇口ターミナル) への航走リンクを表している。

この出力ファイルより、各港を入出港する各航路サービスの年間コンテナフローや 1 隻あたりの平均フローがわかるだけでなく、これを船社別に集計することにより、各港で積卸されるコンテナの船社別シェアなども計算可能である。

表 D.43 船社の行動に関する出力ファイルの内容例(1: “results_carr.dat”)

L	G	R	P1	P2	N1	N2	T	Cap	X	Freq	CT	G	C	FC	CC	OC	PanamaC	SuezC
1	1	0	1	1	100000101	100000102	24.0	0.	1369.2	0.	0.	24.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	0	1	1	100000101	104	0.01	0.	83718.2	0.	0.	0.01	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	0	1	1	103	100000102	0.01	0.	48768.8	0.	0.	0.01	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1	0	2	2	100000201	100000202	24.0	0.	60950.3	0.	0.	24.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1	0	2	2	100000201	204	0.01	0.	124523.7	0.	0.	0.01	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
....																		
13777	1	1	26	26	100102611	100102612	12.0	381.0	4030.3	52.0	0.	12.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13778	1	1	26	26	100102611	100002601	0.01	381.0	3685.4	52.0	0.	0.01	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13779	1	1	26	26	100002602	100102612	84.0	381.0	0.0	52.0	0.	84.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13780	1	1	26	21	100102612	100102111	16.2	381.0	4030.3	52.0	16.2	24.4	67.5	4582.7	721.0	466.9	0.0	0.0
13781	1	1	21	21	100102111	100102112	12.0	381.0	1706.0	52.0	0.	12.0	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13782	1	1	21	21	100102111	100002101	0.01	381.0	2324.2	52.0	0.	0.01	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
....																		

“SG_Cost.dat”ファイルは、海上輸送サブモデルによって輸出港と輸入港の組み合わせ (海上 OD ペア) ごとに計算された輸送時間および運賃に関する出力を記載したものである。具体的には、表 D.44 に示されるように、コンテナ貨物配分モデルの繰り返し計算回数 (IT)、輸出港 (PI) および輸入港 (PJ) の港湾番号、当該海上 OD ペアにおける年間貨物輸送需要 (ODflow; TEU)、PI から PJ までの海上輸送において最小となる輸送時間を提供する船社の番号 (minG) およびその輸送時間 (minUG; 時間)、その船社の輸送時間とくらべ 1.1 倍以下の輸送時間でサービ

スが提供可能な船社の数 (numG)、各船社の提供する輸送時間 (UG; 時間)、8.6.3 の(9)式または 8.8.1 (2)2)の(9'-a)~(9'-c)式に示した方法により限界輸送費用および需要と供給のバランスから推計した PI から PJ までの海上運賃 (FM; US\$/TEU)、numG にカウントされた船社 (当該海上 OD ペアにおいて市場に参入しているとみなす) のうち PI から PJ までの海上輸送の限界コストが最大となる船社の番号(maxG)およびその限界コスト(maxMC; US\$/TEU)、各船社の PI から PJ までの海上輸送の限界コスト (MC; US\$/TEU) が含まれる。

この出力ファイルより、輸出港 PI から輸入港 PJ までの海上輸送時間や運賃についての情報を得ることができる。

表 D.44 船社の行動に関する出力ファイルの内容例(2: "SG_Cost.dat")

!IT, PI, PJ, ODflow, minG, numG, minUG, UG(company A, ..., AB), FM, maxMC, maxG, MC(company A, ..., AB)															
5	1	1	0.0	0	28	1.0E+10	0.0	...	0.0	1.0E+10	0.0	0	0.0	...	0.0
5	1	2	0.0	13	13	84.8	85.18	...	1.0E+10	209.2	209.3	13	202.2	...	0.0
5	1	3	0.0	10	1	58.7	117.7	...	1.0E+10	629.0	597.5	10	3501.6	...	0.0
5	1	4	0.0	4	5	107.3	222.7	...	1.0E+10	249.2	249.9	4	381.0	...	0.0
5	1	5	0.0	9	10	102.5	108.0	...	1.0E+10	335.9	324.6	9	248.7	...	0.0
....															

(4) 荷主の行動に関する出力ファイル ("results_shpr.dat")

“results_shpr.csv” ファイルは、コンテナ貨物配分モデルにおける各リンクの計算結果を記載したものである。具体的には、表 D.45 に示されるように、リンク番号 (L)、輸出港または発ゾーン番号 (PI/ZI)、輸入港または着ゾーン番号 (PJ/ZJ)、モデル内のみで使用する発ノードおよび着ノード番号 (N1 および N2)、一般化費用 (G; US\$/TEU)、輸送時間 (T; 時間)、金銭費用 (C; US\$/TEU) が含まれる。

本出力ファイルは陸上・港湾・海上リンクの3つのパートで構成される。最初のパート (表 D.45 に示される例においては、リンク番号 1 から 400 まで) は、CA4 諸国における発ゾーン ZI から輸出港 PJ まで、または輸入港 PI から着ゾーン ZJ までの陸上輸送リンクに関する出力である。ここで、CA4 諸国のゾーン番号は以下の通りである。すなわち、581: グアテマラ、582: エルサルバドル東部、583: エルサルバドル西部、584: ホンジュラス南部、585: ニカラグア、62: ホンジュラス北部とする。これらの番号は、Annex D2 の表 D.27 に示される港湾番号とは (当該地域に含まれる港湾という関係性はあるものの) 異なる意味を持つ。また、港湾番号 621 (サントトマス・デ・カスティージャ/バリオス) に相当するゾーン番号は存在しない (当該港はゾーン 581: グアテマラに含まれる)。残りの地域については、陸上輸送は考慮しないため、ゾーン番号は該当する番号の港湾を意味する。以上より、ゾーン総数は港湾総数より一つ少ない 163 となる。

ノード番号 N1 および N2 の下一桁によって、3: 輸出港、4: 輸入港、5: 発ゾーン、6: 着ゾーンと区分される。これにより、各リンクが発ゾーンから輸出港までをさすか、または輸入港から着ゾーンまでをさすか判別可能である。たとえば、表 D.45 に示される最初のリンク (リンク番号 1) は、港湾 582 (アカフトラ) からゾーン 581 (グアテマラ) までの輸入コンテナの陸上輸送を表している。同様に、2 番目のリンク (リンク番号 2) は、ゾーン 581 (グアテマラ) から港湾 582 (アカフトラ) までの輸出コンテナの陸上輸送を表している。また、リンク番号 73 以降は、港湾番号とゾーン番号が同一のリンクに関する設定であり、CA4 諸国以外においては、仮想的な費用 (0.01 US\$/TEU) ・時間 (0.01 hours) が想定されている。

本ファイルの2つめのパート（表 D.45 に示される例においては、リンク番号 401 から 728 まで）は各港湾 PI における輸出入リンクに関する出力である。たとえば、リンク番号 401 のリンクは、港湾 1（東京港）の輸入リンクであり、次の 402 番のリンクは港湾 1 の輸出リンクである。これらのリンクのコストは、8.6.1 の(6)式及び(8)式に示したように、輸出入リードタイムのみが考慮される（費用は一律 0.01 US\$/TEU と想定）。ただし、アカフトラ港においては、9.2.2(2)の(D-8)式および(D-9)式に示されるように港湾能力の限界を考慮し、追加的な待ち時間が発生する。

本ファイルの最後のパート（表 D.45 に示される例においては、リンク番号 729 以降）は、輸出港 PI から輸入港 PJ までの海上輸送リンクに関する出力である。海上輸送リンクの輸送時間 (T) および金銭費用 (C) は、(3)で示した“SG_cost.dat”ファイルに含まれる最小輸送時間 (minUG) および運賃 (FM) に一致する。

表 D.45 荷主の行動に関する出力ファイルの内容例("results_shpr.dat")

! L, PI/ZI, PJ/ZJ, N1, N2, Flow, G, T, C									
1	582	581	58204	58106	4346.6	627.5	28.4	400.5	
2	581	582	58105	58203	8004.1	627.5	28.4	400.5	
3	583	581	58304	58106	0.0	1001.6	32.2	744.0	
4	581	583	58105	58303	0.0	1001.6	32.2	744.0	
5	584	581	58404	58106	0.0	1641.9	90.8	915.3	
6	581	584	58105	58403	0.0	1641.9	90.8	915.3	
7	585	581	58504	58106	0.0103	2632.8	169.4	1277.6	
8	581	585	58105	58503	2.43E-8	2632.8	169.4	1277.6	
9	62	581	6204	58106	20724.1	1158.2	63.9	646.8	
10	581	62	58105	6203	20467.3	1158.2	63.9	646.8	
....									
73	1	1	104	106	968094.0567	0.09	0.01	0.01	
74	1	1	105	103	844759.0492	0.09	0.01	0.01	
75	2	2	204	206	761203.7395	0.09	0.01	0.01	
76	2	2	205	203	664226.521	0.09	0.01	0.01	
77	3	3	304	306	568435.3021	0.09	0.01	0.01	
78	3	3	305	303	496016.7475	0.09	0.01	0.01	
79	4	4	404	406	334124.4959	0.09	0.01	0.01	
....									
401	1	1	101	104	968094.0567	192.01	24	0.01	
402	1	1	103	102	844759.0492	384.01	48	0.01	
403	2	2	201	204	761203.7395	192.01	24	0.01	
404	2	2	203	202	664226.521	384.01	48	0.01	
405	3	3	301	304	568435.3021	192.01	24	0.01	
406	3	3	303	302	496016.7475	384.01	48	0.01	
....									
729	1	1	102	101	0	9000000000	1000000000	1000000000	
730	1	2	102	201	0	887.6850209	84.8057914	209.2386897	
731	1	3	102	301	0	1098.061542	58.63891103	628.950254	
732	1	4	102	401	0	1108.021954	107.3480699	249.2373949	
733	1	5	102	501	0	1150.813228	101.8584969	335.9452525	
734	1	6	102	601	0	2135.135639	210.4634435	451.428091	
735	1	7	102	701	64451.4069	1486.908703	144.7192614	329.1546122	
736	1	8	102	801	15196.82578	2256.977825	227.2472807	438.999579	
737	1	9	102	901	4728.614508	3460.964824	350.43092	657.5174642	
738	1	10	102	1001	11400.92528	2571.349725	258.8945561	500.1932765	
....									