The	BCP (Business Continuity Plan) for a port after earthquake disaster : BCP (Business Continuity Plan) for a port after earthquake disaster		
Sub Title			
Author	JFEエンジニアリング株式会社(JFE Engineering Corporation)		
	日坂, 成切(Shirasaka, Seiko) 		
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科		
Publication year			
Jtitle	Active learning project sequence report Vol.2010, (2010.), p.577-685		
JaLC DOI			
Jtitle JaLC DOI Abstract	Active learning project sequence report Vol.2010, (2010. ) ,p.577- 685 This chapter is will show you an outline about our project. The theme of our team is "The BCP for port after earthquake disasters". In this report you can clear propose of our team and we will show you the tools that we used in the ALPS. • What is BCP Thist of all, you must clear the meaning of BCP. Business continuity planning (BCP) is "planning which identifies the organization's exposure to internal and external threats and synthesizes hard and soft assets to provide effective prevention and recovery for the organization, whilst maintaining competitive advantage and value system integrity". It is also called Business continuity Resiliency planning (BCRP). The logistical plan used in BCP is called a business continuity plann. The intended effect of BCP is to ensure business continuity, which is an ongoing state or methodology governing how business is conducted. (From Wikipedia, Business continuity planning) In plain language, BCP is working out how to stay in business in the event of disaster. • BCP for Port system is • Ports are important for Japnese economy Japan boasts the world's second largest retail market, with a value exceeding US\$1,124 billion (135 trillion yen, 2007). In addition to its size, the enormous influence of Japan's retail industry attracts global attention as being the origin of many Asian trends. • Why the new system in good for Japan As you know, Japan is one of the most earthquake-prone countries in the world. Other natural disasters such as typhonos also occur every year. Business in Japan requires a BCP (Business Continuity Plan) suited to these circumstances. The Hanshin-Awaji Earthquake was a good example to explain the importance of the BCP for ports. The Hanshin-Awaji earthquake was an earthquake that occurred on Tuesday, January 17, 1995, at 05:64 JST in the southern part of Hygog Prefecture, Japan. It measured 6.8 on the Moment magnitude scale (USGS), and MJ7.3 (adjusted from 7.2) o		
	called them SUICA or PASMO in Japanese. We take them and touch a part of gate, and the gate will receive the information of each passengers and request charge for riding. And we assume that		
	the IC chip system for port is similar to the PASMO. The card will be put on the outside of containers and the transfer crane will be used as the gate to read the information. ▲ Process of the IC chip system		
	When an earthquake occurs, the control center is falling down and it cannot work. When a truck is going into the port, a staff is putting a IC chip on the container which is loaded on the truck. The IC		

	<ul> <li>chip is used for the container's yard plan, the weight and its storage plan. Then transfer crane which we put a infrastructure on it will read the information of the container. And save them in a memory stick. Then the staff will take the memory stick to the gate which near the gantry crane. Then the computer will know the information of this container and bring it to its destination.</li> <li>* Benefits and the horizons with the IC chip system</li> <li>The strong point of this system is that not only can it be used after a strong earthquake, it also works in usual operations. It will also use less staff than normal, so the port agency could use less human resources to run the port. Of course, it's a big project and the system will require quite a huge number of funds. Although the system is not cheap, the potential losses when the port cannot function can be amount to that caused by the Hanshin-Awaji earthquake. Hence for the business, for the safety of citizens and the port staff, I think you can agree with us that this system will be a good business for Japan and also other countries which are earthquake-prone.</li> <li>Tools that we used in teamwork</li> <li>Though our project of IC chip system, we used some tools to analysis and resolve the problems, like scenario graph, Customer Value Chain Analysis, QFD, Cost Worth Analysis and so on. In this report we will introduce the each tool which we used in details.</li> </ul>
Notes	Student final reports Group 15
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002003-00002010- 0577

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって 保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# Group 15

## <u>Group 15's Theme Proposed by JFE</u> <u>Engineering</u> Corporation

#### Theme 3:

ALPS "safety and security" theme title: **BCP**(Business Continuity Plan) for a Port after Earthquake Disaster

Proposer Organization's Name: JFE Engineering Corporation Supporter Name and contact info: Kenichi MURANO, murano-kenichi@jfe-eng.co.jp

Abstract of your project theme :

• How to improve port infrastructure after earthquake disaster in order to maintain lifeline

• From standpoint of total safety of a **Port SYSTEM**, consider the method of improvement of optimized specifications for each infrastructure to provide for earthquake.

•Business Continuity Plan: To keep port functions after disaster under short resources: such as human, electric power source, etc.

Example:http://www.skr.mlit.go.jp/pres/h21backnum/kouwan/100128/bcp.pdf



Fig. 1:Port Damage in Kobe 1995

### ALPS Final Report 2010

#### Group 15

#### PROJECT TITLE: "BCP (Business Continuity Plan) for a Port after Earthquake Disaster"

#### Theme:

"BCP (Business Continuity Plan) for a Port after Earthquake Disaster"

Proposer Organization: JFE Engineering Corporation

Proposer Organization's Supporter: Kenichi Murano

Keio Mentor: Seiko Shirasaka

Members: ITO, YOSHIKI HUANG, XINRU NISHIO, MIKI SIRAISI, KOUNOSUKE KOBAYASHI, EIKI

Graduate School of System Design and Management Keio University **ALPS Final Report** 

## -BCP (Business Continuity Plan) for a Port after Earthquake Disaster-

Proposer Organization's Name : JFE Engineering Corporation

Group#15 Huang Xinru Miki Nishio Kounosuke Shiraishi Eiki Kobayashi Yoshiki Ito

- 581 -

#### **Executive Summary**

#### Key words: BCP, port, IC chip, disaster, earthquake

This chapter is will show you an outline about our project.

The theme of our team is "The BCP for port after earthquake disasters". In this report you can clear propose of our team and we will show you the tools that we used in the ALPS.

• What is BCP

First of all, you must clear the meaning of BCP.

Business continuity planning (BCP) is "planning which identifies the organization's exposure to internal and external threats and synthesizes hard and soft assets to provide effective prevention and recovery for the organization, whilst maintaining competitive advantage and value system integrity".

It is also called Business continuity & Resiliency planning (BCRP). The logistical plan used in BCP is called a business continuity plan. The intended effect of BCP is to ensure business continuity, which is an ongoing state or methodology governing how business is conducted. (From Wikipedia, Business continuity planning) In plain language, BCP is working out how to stay in business in the event of disaster.

#### • BCP for Port system is

▲ Ports are important for Japnese economy

Japan boasts the world's second largest retail market, with a value exceeding US\$1,124 billion (135 trillion yen, 2007). In addition to its size, the enormous influence of Japan's retail industry attracts global attention as being the origin of many Asian trends.

#### ▲ Why the new system in good for Japan

As you know, Japan is one of the most earthquake-prone countries in the world. Other natural disasters such as typhoons also occur every year. Business in Japan requires a BCP (Business Continuity Plan) suited to these circumstances. The Hanshin-Awaji Earthquake was a good example to explain the importance of the BCP for ports.

The Hanshin-Awaji earthquake was an earthquake that occurred on Tuesday,

January 17, 1995, at 05:46 JST in the southern part of Hyogo Prefecture, Japan. It measured 6.8 on the Moment magnitude scale (USGS), and Mj7.3 (adjusted from 7.2) on JMA magnitude scale. The tremors lasted for approximately 20 seconds. The focus of the earthquake was located 16 km beneath its epicenter on the northern end of Awaji Island, 20 km away from the city of Kobe.

Approximately 6,434 people lost their lives (final estimate as of December 22, 2005); about 4,600 of them were from Kobe. Among major cities, Kobe, with its population of 1.5 million, was the closest to the epicenter and hit by the strongest tremors. This was Japan's worst earthquake since the Great Kantō earthquake in 1923, which claimed 140,000 lives. It caused approximately ten trillion yen in damage, 2.5% of Japan's GDP at the time. Based on the average currency conversion rate over the following 500 days of 97.545 yen per USD, the quake caused \$102.5 billion in damage. (From Wikipedia, Great Hanshin earthquake)

From the numeral of the damage, we can believe that our project has the significant for a lot of countries like Japan.

Though ALPS we use some tools to decision on the BCP for port. In this report we will explain the details of each tool. And talk about use those tools we taught the wisdom for our project, the IC chip system.

• Our team's suggestion: IC chip system

The IC Chip system, which can help the port to keep working after an earthquake disaster.

Image of IC chip system is like the system which the subway ticket gate are using in Japan.

When we pass the ticket gate of subway station, a lot of passengers are taking a card with green or pink, we called them SUICA or PASMO in Japanese. We take them and touch a part of gate, and the gate will receive the information of each passengers and request charge for riding.

And we assume that the IC chip system for port is similar to the PASMO. The card will be put on the outside of containers and the transfer crane will be used as the gate to read the information.

#### $\blacktriangle$ Process of the IC chip system

When an earthquake occurs, the control center is falling down and it cannot work. When a truck is going into the port, a staff is putting a IC chip on the container which is loaded on the truck. The IC chip is used for the container's yard plan, the weight and its storage plan.

Then transfer crane which we put a infrastructure on it will read the information of the container. And save them in a memory stick. Then the staff will take the memory stick to the gate which near the gantry crane.

Then the computer will know the information of this container and bring it to its destination.

 $\blacktriangle$  Benefits and the horizons with the IC chip system

The strong point of this system is that not only can it be used after a strong earthquake, it also works in usual operations. It will also use less staff than normal, so the port agency could use less human resources to run the port. Of course, it's a big project and the system will require quite a huge number of funds. Although the system is not cheap, the potential losses when the port cannot function can be amount to that caused by the Hanshin-Awaji earthquake. Hence for the business, for the safety of citizens and the port staff, I think you can agree with us that this system will be a good business for Japan and also other countries which are earthquake-prone.

• Tools that we used in teamwork

Though our project of IC chip system, we used some tools to analysis and resolve the problems, like scenario graph, Customer Value Chain Analysis, QFD, Cost Worth Analysis and so on. In this report we will introduce the each tool which we used in details.

(967 word)

## -Table of contents-

- 1. Problem Statement
- 2. Analysis and Discussion of ALPS Methods
  - 2.1. Scenario graph
  - 2.2. CVCA
  - 2.3. Interview
  - 2.4. OPM
  - 2.5. Function-Structure map
  - 2.6. Scenario Prototyping Rapidly
  - 2.7. Use case
  - 2.8. QFD1, QFD2
  - 2.9. FMEA
  - 2.10. Design for Variety (Robust Conceptual Design)
  - 2.11. Morphological concept generation based on function
  - 2.12. Scorecarding and Design of Experiment
  - 2.13. NPV
  - 2.14. DSM
- 3. Design Recommendation
- 4. Competitive Analysis
- 5. ALPS Roadmap and Reflections
- 6. Conclusion and Future Work
- 7. Acknowledgements
- 8. References
- 9. Appendix

#### 1. Problem Statement

#### Background

#### What is obstacle to continue harbor works after earthquake?

The port activity is supported by the advanced network between various parties concerned. Various networks such as administrative bodies and private companies become interrupted when a large-scale earthquake occurs, and it causes the paralysis of the port function. It is said that the capital earthquake directly above its epicenter will be generated at the probability of 70% in 30 years in the future.

As for the estimated disaster scale, 6.5 million people cannot come home, 11,000 dead, and the burnt down building 850,000, all of those economic loss will be as much as 112 trillion yen. The frequency of such earthquake as magnitude eight classes will be thought once in about 100<sup>-</sup>200 years ahead. However, the earthquake of magnitude seven classes is expected to occur several times in 100<sup>-</sup>200 years in the South Kanto region. The possibility that earthquake (M7.3) in the Tokyo Bay northern part happens is high. It seems that the shake of the central area of Tokyo is intense, and the shake widely reaches to the seaside part in that case. The marine transport of urgent goods is needed at the disaster of the earthquake. The action plan to arrange the activity by various parties is necessary to maintain the function of harbors. BCP in harbors is maintenance of the port function, which is for the business continuance and the social system continuance. Maintenance of the port function means not only hardware but also software.

In a Hanshin Awaji large earthquake of magnitude 7.3 generated on January 17, 1995, a subsidence of the quay, sinking of the yard, and the damage of the warehouse, the mechanical handling equipment etc. happened everywhere. A temporary function stop of the Kobe port where about 30% of the container cargo of our country was handled gave the deep effect to not only the Kobe economy and the citizens' life but also distribution and the economy of our entire country. Scale of the damage by this earthquake will be counted for only once in several decades. 6,434 dead, 3 missing persons, and 43,792 injured and 689,776 houses damaged were recorded, and the sum of the damage reached to total 10 trillion yen. (This damage is assumed to be the largest-ever among the natural damages.)

It is presumed several times more than the damage total though it is uncertain that how much (the amount of money) requires for restoration.

The harbors equipment was restored by prompt support of the government in the

Kobe port, and the container loading with the gantry crane was restarted in the Maya wharf on March 20 after two months since the earthquake. Moreover, six births of the Kobe port wharf public corporation were restored on April 30. All equipments were restored at the end of March in 1997 afterwards. At that time, the biggest trouble of the harbors function recovery is an exhaust of rubbles, a repair of broken heavy machine, and the restoration of the quay, especially the ground damage. Ministry of Land, Infrastructure and Transport Ports and Harbors Bureau decided "Basic policy of large-scale earthquake measures in harbors" in December 1996, and the Cabinet Council decided "Infrastructure maintenance emphasis plan" in October 2003, based on which, the maintenance of an earthquake-proof and reinforced quay started. In the program for five years from 2006, it is aimed at to make the high quake-resistance quay, where the necessity for supporting the marine transport such as urgent goods and construction machineries is high just after the earthquake.

**From** the standpoint of harbor function during an earthquake, reinforced quays for the earthquake are classified into "special reinforced quays" and "standard reinforced quays", and the government starts the quay improvement project assuming an seismic intensity from 6~7. "Special reinforced quays" means that the structures can withstand major earthquake and are able to transport emergency material immediately after an earthquake.

"Standard reinforced quays" means such facilities that can restore logistical capabilities within 7days and can transport emergency materials. Reinforced quays will be put in place country-wide, at least one berth will be constructed as a "Special reinforced quay" and will be increased sequentially. It defines that the standard for the quake-proof structure should be against the strongest quake-intensity in that area that can be assumed. They assume a 6.5 quake-intensity in consideration of a lack of knowledge of the active faults surrounding the area. There is the third recommendation standard by the Japan Society of Civil Engineers. An improvement by the guidance of the administrative body was advanced to a heavy machine and the quay that was the biggest problem at that time. Earthquake-proof quay and crane that made the best use of the lesson by the Hanshin-Awaji earthquake in 1995 have spread, though it is uncertain if it is enough or not.

**On** the other hand, the maintenance of the harbors information system management promoted by the private initiative was not advanced well due to the difference of the interest and efficiency by each enterprise. What we have understood through VOC and VOX is that software was weak point. (The private company was not able to invest the enough capital, and countermeasure was not enough.) Such problem that the container was not able to be carried out well in the emergency was because they could not be able to be distinguished (what were put in there) and found (where they were). Handling containers became difficult because the function of the control center decreased at the disaster, though it was managed well by yard plan and the shipping plan under normal condition. Number of missing containers were said to be over 1000 in that case. Lot of frozen foods and perishable foods were no way but to be disposed off. Moreover, there seems to be such case as to increase the disaster without enough urgent goods for the victim. (Considerable secondary disaster was pointed out according to VOX, though the detailed data was not available.) At that time in 1995, what should be prioritized as BCP measures was a revival of hardware such as heavy machines and quays. However, what should be given priority to considering measures by the administration afterwards is information system reinforcement for missing containers.

**This** research is not for hardware measures of harbors promoted by an administrative initiation, but for such proposal as the reinforcement of the harbor's information system management promoted by private sectors for missing containers handling.

#### [Consideration memo (in Japanese)]

震災後における港湾荷扱い業務を継続する為の施策案変更について

変更前:震災後倒壊したガントリークレーの早期復旧策を主体に施策案を検討する。 変更後:如何に早くコンテナヤード内の荷材(コンテナー)をヤード外に搬出するか (船済み・トラック済み)を主体とした施策案に変更した。

【変更理由】

前回の Work-shop 後、再度神戸淡路震災のデータや港湾業務の調査、更には見学を 行い、現状の港湾 BCP 状況を調査した結果以下の事柄が判明した。

- 日本における5大港(荷揚げ量の80%)に於いては倒壊し難いガントリークレーンに 改造若しくは交換が行われている。震度7程度であれば倒壊の危険性は極めて少な い。荷揚げ作業等に必要とされる機器は既に大半が何らかの耐震補強がされている。
- コンテナ船専用バースに於いてはバースはスリーブ方式による耐震補強が行われている。現在は在来船専用バースにおける耐震補強工事が検討されている。(国交省データでは首都圏の港湾1071カ所に於いて倒壊の恐れのある港湾は480カ所でありコンテナ船に関する港湾は含まれていない)
- 港湾業務におけるコントロールセンター設備に於いては耐震対策につき疑義が指摘されている。(建築物の耐震強度やシステムの耐震性等)
- 港内情報システムが機能しない場合は他港よりバックアップデータを得られても、 コンテナ内荷材と搬出の緊急性を正確且つ確実に把握し搬出作業が実施出来ない。
   (前回の大震災時はコンテナ輸送されて来た大量の冷凍食品等の腐敗物処理や緊急 搬出作業に対応出来なかったとの情報もある)

現在必要とされる港湾における BCP はコンテナヤードを核とした搬出入業務であり 船への積み込みや積み下ろしに必要なハード面(耐震対策対策が進んでいる)とソフ ト面(内容物確認・シェアリング等)を繋ぎ合わせるインターフェースの強化(個々のコ ンテナに必要情報を持たせる)ことで震災時の混乱に於いても円滑に正確に搬出入が 可能になる。

【確認】

上記仮説を基に港湾関係者や輸出入専門商社・輸出入専門業者さんヘインタビューを行い仮説の可能性を検討した結果、施策案を 《如何に早くコンテナヤード内の荷材(コンテナー)をヤード外に搬出するか》 とした。

【施策案】

- ハードとソフト面の新たなインターフェースとしてコンテナ個々に荷揚げ荷降ろしに要な全ての情報と荷材内容(誤配や安全対策)情報を持たせる。
- 情報は IC チップに記録されコンテナ外側に装着される。租税地域内に搬入される 際にゲートにて装着され、搬出時にゲートで回収する。また入船時にも同様に行う。 電源は電池とし災害時電力が得られない場合でも運用出来る。

以上

#### 2. Analysis and Discussion of ALPS Methods 2.1. Project Priority Matrix

Creation date **Project Charter** 2010/7/28 Ver.1, Rev.1 Revised No Theme BCP for a port after Earthquake Disaster ALPS team15 Premission Issue •Team members Name Apointment Proposer, JFE Enjineering Corporation Murano Kenichi Shirasaka Seiko Mentor, Keio SDM Ito Yoshiki Member, Keio SDM(Leader) Kobayashi Eiki Member, Keio SDM Nishio Miki Member, Keio SDM Member Keio SDM Shiraishi Kounosuke Member, Keio SDM Huang Xinru Key stakeholders NO. commercial name JFE Enginiering 1 2 Transport company 3 Shiping agent 4 Port Agency Project purpose BCP Of Port System After Earthquake Disaster High-level requierments Work of loading and unloading can do smoothly ,when earthquake disaster happen. Success criteria Recovering rates of operation that containaer treated more than 70% of normal situation. table1. Transaction volume of container in port of Yokohama normal situation per day per year Success criteria 2798002 TEU 7666 TEU 5366 TEU/day %TEU:20foot equivalent unit

I show the project charter which we made in the lower figure.



We showed team members and key stakeholders in the table at project charter. And project purpose is "BCP of port system after earthquake disaster" that presented from proposer. We focus on the circulation function of the port and loading and unloading. Because we thought the relation of function of loading and unloading is the closest to circulation function of the port. Then we decided that high-level requirement is "work of loading and unloading can do smoothly, when earthquake disaster happen." We thought success criteria is index which can measure the circulation. Then we decided that index is transaction volume of container and recovering rates of operation more than 70% of normal situation. Concrete numerical value is 5366TEU/day.

By our examination, we found that among the number of ships doing port entrance and leaving, 55% are container ship. And there is the most it.

Moreover among the form of hips doing port entrance and leaving, 69% are container. And there is the most it. Therefore we thought the index as transaction volume of container can measure the circulation.





As collecting project purpose, high-level requirements and success criteria all together, we were able to make recognition agree among members. By the above, we said that success criteria was transaction volume of container. Then concrete numerical value calculated it as follows.

#### 2.1. Scenario graph

At first we thought about a scenario as follows.



Fig.3 Scenario graph

The following are the steps we have made the scenario graph.

First, main theme as "keep port function" set. Next, we considered a number of scenarios from the main theme. Figure 1 shows the results.

We pick up one key scenario from scenario graph. The key scenario is written in red in Figure 3. Who is "shipping agent", what is "loading and unloading goods", where is "commercial port", when is "after earthquake".

The reason we chose this key scenario is as follows. First, we considered that loading and unloading is most important functions of the port. Secondly, when the Kobe earthquake, the government quickly restored the function of loading and unloading. Therefore, we chose this key scenario.

Our choice of this key scenario might be subjective. So when choosing a key scenario I think the next step should use the pugh-selection.

We could not understand the necessary of scenario graph. We think the scenario graph to be effective in combination with pugh-selection.

We talked many times as follows. It is three following steps.



Fig.4 Others Scenario graph

One step, we thought that a maker might want to transport food early like an upper figure afterwards.

However, we thought that therefore permission of port agency was necessary.



Fig.5 Others Scenario graph

Two step, operating control of port agency is necessary early to transport food. We understood what was important by this operating control.

Finally, we assumed the main theme to be a distribution system. And, it thought about the following things.



Fig.6 Others Scenario graph

Three steps, as shown in this figure, we changed our main theme from keep port function.

Put IC chip with information on container is our initial solution plan. It enables to gather information about container without help of control center. With this IC chip, we could specify containers destination quickly and able to remove largest barrier for operation. As a result, we are able to realize port BCP.

Evaluation by QFD and Value graph could be helpful for next step. Those tools could give us other insights includes cost view point.

#### 2.2. CVCA



Fig.7 is CVCA of our project. Port system has 7 main stakeholders. Main stakeholders are as follows;

- $\boldsymbol{\cdot} \operatorname{Government}$
- $\boldsymbol{\cdot}$  Citizen
- Port agency
- $\cdot \ {\rm Manufacturer}$
- Land transport company
- $\cdot$  Shipping agent
- Shipping agent(other port)

We think the main function of the port is the logistics and the normal operation of the ship. From the viewpoint of BCP, we focus on the logistics. Port agency manages the logistics and gets fund from government.

Then port agency provides shipping agent with dock service and gets fund from shipping agent. Shipping agent gets fund and information from manufacturer and provides manufacturer with transport service. Shipping agent in other port also gets fund and information from manufacturer and provides manufacturer with transport service. Then manufacturer consigns transporting service to land transport company. Manufacturer also sells products to citizen and gets a fund. Then, citizen gives government a fund for a tax and receives the service. When the earthquake occurred, port agency cannot provide dock service to shipping agent. So—we considered about how recover dock service.

#### 2.3. Interview

We tried to interview stakeholders concerning BCP of port after disaster. We didn't have enough time to interview so many stakeholders at that time. However those interviews were not so easy for us. Most of them said, why do you ask BCP after earthquake? Are you government person? What kind of impact you can put to the government concerning BCP. Do you have any administrative ability? It is quite sensitive and delicate matter, as too many persons died and too many families lost their houses. They lost so much value of their property.

Anyhow, we tried to contact several stakeholders, but most of persons and companies didn't accept our offer. They said sorry we were busy now, what can you do it? How many persons are working at this issue? Which groups are you belonging to? Are you working with government? It was not so easy to contact them.

Therefore, we asked the company which has a good relationship (manufacture, inhabitant and trading house) with us. At first we explained the purpose of this interview and our position; it took about 10 min. to explain and ask 9 questions. They answered to some items immediately, but they needed some days to answer to other items, so it takes total about 1 hour.

We contact Manufacture, Inhabitant and Trading house.

Questions and result as follows;

#### If it will be impossible to use the port because of earthquake; Could you please tell us the temporary action of your company?

- 1) Has your company/you already prepared the crisis management manual?
- 2) How dose your company/you manage to load imports and exports in the port?
- 3) How will your company/you maintain the business until the port functions will recover?
- 4) If recovery of port function will be delayed for long time, what kind of damage will be happened?
- 5) What kind of port function should be recovered at first?
- 6) As we continue the business; What is the least necessary function of the port?
- 7) What does your company/you expect the port BCP now?
- 8) If your company/you already has risk management based on your experience of Kobe earthquake?

9) If you have some ideas to recover the port function at an early stage after earthquake?

	Manufacture	Trading company	Citizen
Q1	Yes, but under	No manual, under	Nothing special.
	correction	consideration	Some notice from
			government
Q2	The other ports,	Manpower and available	
	No loading	machine	
Q3	Use the other ports	Use the other ports	
<b>Q</b> 4	Cost up or production,	Major going concern for	Increase in number
	shipment delay	the company	of crimes
Q5	G-crane,	loading facility and	Life line, harbor
	transportation	transportation	
Q6	Transportation	Ditto	
Q7	Strong construction	Strong construction against	Strong construction
	against earthquake	earthquake and loading	against earthquake
	and loading function	function	
<b>Q</b> 8	Diversified store of	Alliance with other	Evacuation drill
	major materials and	industries	for disaster
	regular shipment	or among same industry	
<b>Q</b> 9	Several BCP	Under investigation among	
	availability	the industry	

Fig.8 VOX-Interview

We interviewed three stakeholders at beginning stage. We didn't have enough time and chance to interview so many stakeholders at that stage. And three stakeholders were as follows; We contact Manufacture, Inhabitant and Trading house.

Stakeholder A: Manufacture, they are producing pulp and paper.

They have several own company berth and more than 20wood chip container boats (tanker). Their main raw materials are loaded by themselves. And final products are shipped from several main ports. Regular products and main raw materials are stocked in different area for safety sake.

And they have prepared several manuals for disasters. They stocked main raw materials 3 to 4 weeks somewhere in their own warehouse.

**Stakeholder B**: Trading company, they are working several ports (Hakodate, Tokyo, Yokohama, Oosaka, Kobe, Shimonoseki, Hakata)

Now they start to consider loading manual for continue trading business after disaster. Their risk management is not only earthquake but also terrorism etc. Their main focus is how soon to resume operation again after damage. They already established private's local organization, its like a local net-work for cooperation and disperse the risk.

Stakeholder C: Citizen; he is living in Yokohama and working near the port.

He is extremely ordinary man.

These three stakeholders have different risk understanding, Pulp and paper manufacture is not so sensitive to the earthquake disaster, but Trading company is too sensitive and nervous to this disaster. And Some of Citizens are fading the crisis in Kobe earthquake. His image is conveying the baggage compared to transport the person. And Citizens study to evacuation drill for disaster for escape from the danger of life.

The citizen has expected to the administration to prepare evacuation method and hedge against the risk.

#### Why dose pulp and paper manufacture not so sensitive to the earthquake disaster?

They already have prepared some risk management manuals. Theirs wood chip container boats is not bigger than oil tanker. And they can riper and remodel the berth without discussion with other company, other user, other customer.

#### Why dose trading company so sensitive and nervous to this disaster?

They cannot continue the business without port function, especially loading and unloading machine/equipment. In other words they are symbiotic relationship

#### Generally, Citizens are anxious about own life and then personal property at first.

It is natural things and risk understanding because of earthquake disaster is not only big influence for our daily life but also incur economic and financial crisis. Different standing positions make distinct BCP for port. It is unclear if these three results are showing representative opinion of individual ones or not.

We made self-examination about our interview. We should interview each stakeholder on each item more carefully. With some reason, these results are just showing their surface opinions. We should try to contact and interview port staff and try to collect more information about their real experience at next time. We will try to know their risk management based on their experience of the Kobe earthquake.

\*Disaster situation occurred in 1995 in Kobe sea port.(by earthquake)

\*What did the port do to recovery from a disaster in Kobe City, and reconstruction process, etc.?

\*Development process of crisis and risk management system.

\*What is the worst obstacle and barrier after earthquake in the sea port?

\*It is definitely needed to repair manual for loading/unloading facility in the port.

(in order to carry out the import and export products from the port quickly.)

\*It is needed to have crisis and risk management system in the earthquake.

\*Try to consider the operation manual of loading/unloading for disaster.

\*Try to investigate, how to bring out the import/export products after earthquake from the port.

\*Try to contact and interview sea port staff and try to collect

more information about their real experience. VOX, Mind-Map. ????

We had better understanding that these three opinions given to us were not their real and actual conditions. These were their just comments, not real opinions. Their entire feelings were not showed.

Anyway we stand on the trading company and to consider BCP for port. And we investigated how soon they can restore the broken crane after an earthquake. And we contacted general trading companies and port staff. We also attended port tour at Daikoku-Pier to collect current anti-earthquake situation and what was the biggest worries about current BCP for port.

We tried to interview port workers/staffs and furthermore import/export trading agent and distributor at the tour of Daikoku-pier.

We investigated current situation and BCP for port.

\*In the Japanese 5 major ports; those share handling cargoes are over 80%.

They have already changed or modified their cranes to such one as to be anti-earthquake. Their risk for total crush in case of the 7 level of an earthquake is quite small. Those machines for handling containers have already been modified to be against an Earthquake.

\*In those berths for containers; they have been reinforced against an earthquake by sleeve method. Now reinforcement of such berths for bulk cargoes are considered.(There are 480 ports which have risks for crush in all the 1071 ports around the metropolitan area in accordance with the ministry of transportation data.)

\*Possible risks on anti-earthquake countermeasure for such facilities as control center are pointed. (Such as building and computer system)

[And we understand as follows; ]

- \*Most of gantry clan and bath were improved for the purpose of earthquake resistant for container ship use only. It is quite few things to collapse these cranes and bath in seismic intensity about 7.
- \*Some of staffs are worried about information system for control of port functions in the current BCP. If the communication system would not work, it would not be possible to make sure which container should be in emergency for picking up, even though the backup date would be available from the other port. (In case of the last earthquake, it did not work to pick up frozen food containers urgently or give them up for perishable disposal.)

**Important** point for recent BCP for ports is how to handle containers (both in and out). It will be possible to handle them correctly, if those hardware such as crane and those software such as information on cargoes are well connected by proper interface, even though the situation will be chaos just after an earthquake. Our goal is how to preserve the indispensable data and information to each container, and then how to read and recognize the data from them.

WS2Consideration: We will investigate how soon they can restore the broken crane after an earthquake.

port worker/staff and port tour of Daikoku-Pier, import and export trading agent and import/export contracting distributor.

[And we understand as follows; ]

- \*Most of gantry clan and bath were improved for the purpose of earthquake resistant for container ship use only. It is quite few things to collapse these cranes and bath in seismic intensity about 7.
- \*Some of staffs are worried about information system for control of port functions in the current BCP.

WS3Consideration : We changed our idea to investigate how soon they can take containers out from the yard

How to preserve the indispensable data and information to each container. How to read and recognize the data from each container.

Fig.9 VOC/stakeholder requirement

And, we made our final goal with VOC and benchmarking methods which based on interview with general trading companies and shipping companies and port staff during the port tours. Our final goal was how soon they can take out containers from container yard. It was the most important and indispensable matter from business point of view. After we decided our final goal, we started to contact many offices such as;

- Ministry of land, infrastructure and transport harbors bureau.
- Planning section, harbors motor vehicle department of Tokyo metropolitan.
- Yokohama harbors bureau.
- Some general construction companies.
- Earthquake-proof performance design system of harbor structure, published by Harbors and airport technical research institute.



Fig.10 Tentative our target

We contacted government offices, construction companies, shipping company and others. We could successfully obtain valuable information from them. We got to know that most of gantry cranes and berth for container ships were already improved for the purpose of earthquake resistant. At first, in October 2003, Japanese government decided Infrastructure maintenance emphasis plan and started constructing reinforced quays against earthquakes.

From 2006 to 2011, Japanese government also planned to make necessary quay service anti-earthquake in order to support emergency sea transportation of general merchandise and construction machines. They categorized those reinforced quays into two groups. One is special reinforced group and the other one is standard reinforced group considering their functions in case of earthquake seismic intensity level at 6+ and 7.

Special reinforced quays, this means no deformation or displacement in case of large scale of earthquake and they will be available for emergency merchandise transportation just after an earthquake.



Fig.11 final target/conclusion

And, the standard reinforced quays means that they will be available for emergency merchandise transportation after emergency repair works for about 7 days, in case of large scale of earthquake.

In order to make it possible to transport the emergency merchandise from any ports even in case of large scale earthquake, every port should be equipped with one special reinforced quay.

Furthermore, Special reinforced quays should be equipped with a seismic crane. It is quite few things to collapse these cranes and berth in seismic intensity about level 7. Above are countermeasures for some damaged hardware, which brought us to such conclusion that port works will not stop. Frequency of seismic intensity level 7 earthquake is supposed to be every 300 or 500 years, however life of special reinforced quays will be 50~100 years. Those lives should be 50 years, as some necessary repairs by new technology and regulation are taken into account. We do not know whether something else on top of current governmental countermeasure on anti-earthquake strength for harbor buildings should be done or not, when we consider cost and effect.

In view of above, we propose in WS4 such port information control system by putting IC on containers as to be available in emergency. We want to adopt such available system as Suica and Pasmo for various transportation to container control system with IC chip. We consider Containers as customers who have IC cards and Transfer cranes as station gates. This system will make us possible to handle containers in case some information system like control center will be damaged, which we want to propose.

#### [ Interview memo @ trading company (in Japanese) ]

XXXX(株)情報収集打合せ議事録

平成 22 年 7 月 17 日

日時:2010-07-15 13:00~14:30

場所:東京都XXXXXX tel:XXXXX

面談諸:XXXX(株)XXX部輸入貿易XXX XXXX 部長

:伊藤・西尾・黄・小林

目的:港湾における BCP 対策について

事前送付した質問事項を基にした質問形式によりヒヤリングを実施した。

I】 震災における BCP について

- 1. 当方よりの質問事項については商社としての想定域内でのBCPマニュアルが完備 している。BCPマニュアルは港湾だけでなくプラント災害や事故災害等多岐にわ たり作成済み。
- 社外秘扱として A4 サイズ小雑誌に纏めあげられていた。項目は港湾の BCP として想定できる範囲で網羅されているとの事であった。(小雑誌は確認した)
- 淡路神戸大震災の経験を生かしロジステック方法につきコンサルタント会社等と 協力し作成。
- 港湾設備に関する懸念事項につて≪ハード面≫ コンテナー船については対策済み・在来型船が遅れていると考えている 港湾の使用規制は国の管理であり民間としては港湾設備における BCP については 関与出来ない。
- ・震災後5大港(東京・横浜・名古屋・大阪・神戸)に関しては耐震バース工事がほぼ 完了した。(国内の荷揚げ量は5大港で8割)またガントリークレーン等の荷揚げ設 備についても補強工事が終了していると判断している。国交省データでは首都圏の 港湾1071カ所に於いて倒壊の恐れのある港湾は480カ所でありコンテナー船に関 する港湾は含まれていない)
- 港湾施設として荷揚げ関連設備に関しては余り心配していない。
- コンテナー船における港湾 BCP に関しては対応が進んでいる、震災に関しては輸送の為の一般道の確保が一番の懸念事項であると考えている。

- 現在対策が遅れているのは在来型船(重油タンカー・LPG タンカー・ケミカルタン カー・石炭船・バラ済み貨物船・チップ船)等は特殊パイプライン等を経由して荷 揚げがされている。危険物や特殊商品が多くバースも特殊であり耐震改造等は進ん でいない。扱い量等が少ない事や特殊性が高く対応が遅れている。特に危険物に関 しては港が限定される。(都道府県知事の認可制)
- 港湾設備に関する懸念事項につて≪ソフト面≫
   電算処理システムとコンテナーヤード内の荷済み作業部分に弱点が残っているか もしれないICチップやX線を用いたコンテナー位置や積み荷状態把握出来るシス テムの導入。
- 電算システム機能に関しては耐震対策がまだ不備であるかもしれない。電算システムがダウンした場合ハード面が使用出来ても荷作業が出来ない。コンテナーヤード内のコンテナー情報管理システムの再検討が必要ではないか。コンテナーヤード内でのトレサビリティーとして IC チップ方式等が必要になるかも知れない。
- 荷済み情報についてはバックアップデーターとして他港やキャプテンが所持しているが震災後のヤード内等の混乱を想定すると現状システムでは不充分であると思われる。
- ・ 震災によるコンテナー内の積み荷状態をデバンせずに確認出来るシステムが必要
   になるかも知れない。

Ⅱ】日本の港湾 BCP について(震災とは別に日本の港湾事業性は危機に直面している。)

1. 淡路神戸大震災完全普及以降も神戸港の荷扱い量は震災前の7割程度しか戻っていない。

- 日本経済の後退に伴い港湾荷扱い量が現象しているため、コンテナー船の便数が減少している。大型船の来航便数減少によりフレートが上昇傾向にある。企業の国内離れは加速している。大型コンテナー船の日本寄港便数の減少は単純に物流量の減少だけではない、港湾設備の不備やコストに因るところもある。
- 現在の5大港は港湾が狭い・開港時間が短い為に接岸時の順番待ち等が頻発している。
- 釜山やシンガポール港は港湾業務が24時間であり荷揚げ荷降ろし・停船時間の短縮が出来る。
- 名古屋港のハブ化が検討されているがアジア地域におけるハブ港は釜山港に移い

つつある。韓国は釜山港一極集中しており24時間湾岸施設が使用できる、コスト も安いため国内企業も釜山経由で輸出を行っている。5大港は全て太平洋沿岸であ りが今後の輸出先は環太平洋域からアジアシフトしてきている。

2.港湾の新機能について
 24H ルールの導入とセキュリティー制度の強化が求められている

- 荷材については24時間以内に登録が義務付けられている。
- テロ対策としてコンテナー内荷材のチェックを行えるようにX線を用いた検知器の導入(米国)今後の港湾事業としてはより効率的に短時間での荷扱いと合わせ対テロ対策の充実が求められている。

≪添付資料//事前送付した質問事項≫

我々が研究したい事は震災後の港湾における BCP です。その為には何を検討すれば 良いかを調査中です。

- 1 貴社にとっての港湾設備の重要性に関して
- ② その為の対策として(震災で湾岸が使用できなくなった場合)どのような事を進められているでしょうか?
- ③ 港湾を使用しなくてはならない一番大きな要因は何でしょうか?
- ④ 港湾が使用できなくなった場合どの様にビジネスを継続しますか?
- ⑤ 震災後港湾が使用できなくなり設備を閉鎖した場合どの様な問題が発生すること が予測されますか?

2 貴社に於いて取扱商品として一番多い商品は何ですか、それはどの様にして輸出入 されているのでしょうか?

- 一番多い商品の輸出入方法と理由
- ② 港湾を使用する目的と効果について
- 3 貴社に於いて神戸震災時何が一番 BCP として障害・困られた事はでしょうか?
- ① 当時の対応策と現在の対応策の違いについて?
- ② 何故神戸港を復旧しなくてはならなかったのか?
- ③ 必要であったインフラな何であると思われましたか?
4港湾における BCP とは何であるとお考えですか?

- ① Continue するとはどのレベルが確保されれば良いのでしょうか?
- ② 震災後の普及順序の優先順位はどの様にお考えですか

5 貴社に於いてはその他の BCP につき対応策を既にお持ちでしょうか

- ① 津波
- ② テロ
- ③ 台風
- ④ 重油タンク等の大爆発

以上

## 2.4. OPM



Fig.12 OPM

This is our second OPM of our project.

Make a comparison with the first OPM, we change the target which one we will research. We change the gantry crane to control center.

The reason is we interviewed Yokohama port agency and a tending company. They told us the hardware like, gantry crane and the berths are be strengthen after the Hanshin-Awaji Earthquake, and they told us the concern with the software.

As this graph, if the control crane is cannot workable, the gantry crane, transfer crane and the Gate check will be stopped. Because the information of containers are will be unknown, as destination and weight of containers.

## 2.5. Function-Structure map

First of all, FFBD (Function Flow Block Diagram) of the system that we thought about is shown below.



Fig.13 Function-Structure map

To think how to connect these items with the function of an actual port, we had to investigate existing functions and working of the port. Therefore, we visited the port, and understood the following flows.



Fig.14 The entire port



Fig.15 In container yard

Figure about which it thought from these is shown.



Fig.16 Function-Structure map

# 2.6. Scenario Prototyping Rapidly

We will explain about our prototype next.

The prototype divided it into four steps and thought. we assume figure 1 after the earthquake a step and show below a flow.

Suddenly, an earthquake with a seismic intensity of 7 occurred around Yokohama.

There are some remarkable components such as gantry cranes and a control centre for distribution port system.

After an earthquake we understood how the components of the port will be damaged.

The electric power supply can provide 30% as usual.

Various kind of information can be gathered by the control center indicated with a cross-mark.



Fig.17 Scenario Prototyping Rapidly

It also takes an important role to send out information all over the container yard. We suspect that the control centre will not work properly with the current system and the whole distribution system will fail as a result.

According to the result of re-discuss, we found control center is one of the weakest links in port BCP.



Fig.18 Scenario Prototyping Rapidly

Center's major functions are managing contents and destination of containers. If control centers functions are destroyed, it directly impacts to port operations. So it is very important to gather information about containers contents and destinations quickly before center's recovery.

As a conclusion, system to keep information about content and destination in container itself could be one of the solutions for port BCP.



#### new system

each container's detail information by the adding



Fig.19 Scenario Prototyping Rapidly

Put IC chip with information on container is our initial solution plan. It enables to gather information about container without help of control center.

With this IC chip, we could specify containers destination quickly and able to

remove largest barrier for operation. As a result, we are able to realize port BCP. If the net-work system would not work, it would not be possible to make sure which container should be picked up quickly in emergency situation, even if the backup date would be available from another port.

So, we tried to investigate tentative net-work system in emergency situation. Our point of view;

How to collect original data of each container without general net-work system. Current system; All container information is delivered through the Control Center.



Fig.20 Scenario Prototyping Rapidly

But our tentative plan can transmit the original information of each container by itself. Each container has been keeping original data by special IC chip during the storage yard.

Therefore new system might be able to make sure which container should be picked up quickly in emergency situation.

### 2.7. Use case



Fig.23 Use case

The use case of our project is Figure.23.

From the voice of our stakeholders such as port agency and transport company, We developed the use cases. This time, we focused on the end-use customer of our project, who is the port agency.

The scenario of our prototyping describes contingency action when a level 7 earthquake happened, the control center cannot work. Our use case is "how to handle the data of containers after an earthquake?" We found out three major points to resolve this problem.

The first one is that we can share the data of containers with other ports. For example, if the control center cannot work after an earthquake, the data of containers will be brought from other port agencies. It should meet the requirement from our customer that they want to understand the cargoes in containers after an earthquake.

The second one is that we can make some markers on each container for confirming the data of cargoes. It should cover the customer voice that keep the staffs in safety and can be used easily. This can be used not only after an earthquake, but also in a normal condition.

The third one is that we can use a new computer system. It should cover the voice of customer that enhance efficiency and cut resource use. From the use case analysis we can list up the customer voice, and use the tool called "Affinitize VOCs" to collect and analyses the customer requirements.

In next tool, we will use the customer requirements for QFD. From the result of the use case, we can get some customer requirements from the port agency. From these requirements, we think the port system needs a new function or an evolution in the future.

# 2.8. QFD1, QFD2

We created QFD about container with IC chip. First, we explain about QFD phase1. We think about customer requirements of IC chip as follows.

- Take out within 48 hours
- $\boldsymbol{\cdot}$  Low human resources
- $\cdot$  Low electric resources
- $\cdot$  Can know information about container
- $\boldsymbol{\cdot} \text{ Reusable}$
- $\cdot$  Safe for human
- $\cdot$  Work safety
- $\cdot$  Small size
- $\cdot \text{ Removable}$

And we think about Engineering Metrics of IC chip as follows.

- $\boldsymbol{\cdot}$  Time of taking out
- Head-count, Electric Energy
- Radio field strength of IC chip
- Strength of IC chip
- Size of IC chip
- Weight of IC chip
- $\cdot$  Adhesion strength
- $\cdot$  Test of harm

Next, explain about QFD phase2. We choose same engineering metrics as QFD phase1. And we select about Solution Elements or Enabling Functions of IC chip as follows.

- $\boldsymbol{\cdot}$  Container
- IC reader
- $\cdot$  IC writer
- Receiver
- $\cdot \ {\rm Communicator}$
- CPU

- Memory
- $\cdot$  Case
- Method of adhesion (like magnet...)

The results of QFD phase1 and phase2 are as Fig.21 and Fig.22.



		Solution Elements or Enabling Function								ons
Engineering Metrics	Phase I Relative Weights	container	IC reader	IC writer	Reciever	Comunicaror	CPU	Memory	Case	adhesion (Imagnet etc)
Time of taking out (t)	24%		3	3	3	3	3	9		
Head-count	17%				1	1	3	3		
Electric energy (Wh)	20%		1	1	1	1	3	3		
Radio field strength (mV/m)	16%				9	9				
Strength (Pa)	5%		1	1	1	1	1	1	9	
Size of IC chip (m3)	3%		1	1	1	1	1	1	9	1
Weight of IC chip (kg)	5%		1	1	1	1	1	1	9	1
Adhesion strength (kg)	6%	3							3	9
Test of harm	5%	1			3	3				
	Raw score	0.2	1.0	1.0	2.8	2.8	1.9	3.4	1.3	0.6
	Relative Weight	1%	7%	7%	19%	19%	13%	22%	8%	4%

Fig.22 QFD phase2

Time of taking out is large weight score in QFD phase1. This result is the same as our forecast.

Memory is large weight score in QFD phase2. This result is the same as our forecast too. Because we think the most important function is to save information such as yard plan and storage plan.

Our issues and other thoughts about QFD phase1 and phase2 are as follows;

• We should consider about QFD to quantify. Because now we qualitatively-set relation weight.

• We have to make cost-worth analysis. Therefore we set IC function, and we estimate cost-worth about IC.

• We think that, QFD is too difficult to use social system.

• QFD was very difficult because we have never used it. And, we think that QFD is used after determined a solution. So-we think the solution converges to local minimum.

# 2.9. FMEA

Function or Requirement	Potential Failure Modes	Potential Causes of Failure	Occurrence	Local Effects	End Effects on Product, User, Other Systems
Attach a IC chip to each container on the track	Cannot attach a IC chip to a container	Weak bond portion between a container and a IC chip		It is impossible to add informations to each container	It is impossible to load and unload containers
	Cannot attach a IC chip to a container	Miss a IC chip		It is impossible to add informations to each container	It is impossible to load and unload containers
	Cannot attach a IC chip to a container	The surface of the container covered with rust		It is impossible to add informations to each container	It is impossible to load and unload containers
Transfer crane collect information of each IC chip	IC chip sends wrong data to transfer crane	IC Chip do not communicate correct data to transfer crane		Transfer crane cannot receive correct information	It is impossible to load and unload containers
	IC chip sends wrong data to transfer crane	Mix with noise during the communication		Transfer crane cannot receive correct information	It is impossible to load and unload containers
	Transfer crane cannot collect information of each IC chip	IC chip's data signal does not reach to transfer crane		Transfer crane cannot receive correct information	It is impossible to load and unload containers
	Transfer crane cannot collect information of each IC chip	Date signal receiver of transfer crane is broken		Transfer crane cannot receive information	It is impossible to load and unload containers
	Transfer crane cannot collect information of each IC chip	IC chip is broken		Transfer crane cannot receive information	It is impossible to load and unload containers
Transfer crane save information of each container	Device of transfer crane cannot save information	Device of transfer crane is broken		Transfer crane lost information of each container	It is impossible to load and unload containers
	Device of transfer crane cannot save information	Memory capacity is full		Transfer crane lost information of each container	It is impossible to load and unload containers
Some people go to transfer crane to pick up information	Some people cannot go to transfer crane	Underhanded		Cannot collect information	It is impossible to load and unload containers
	Some people cannot go to transfer crane	container yard collapse		Cannot collect information	It is impossible to load and unload containers

Remake / Display storage plan	Cannot make / display storage plan	human error	Cannot make / display storage plan	It is impossible to load and unload containers
Communicate wirelessly track the location of the container	Track cannot communicate	Radio is broken	Track cannot receive information	It is impossible to load and unload containers
	Track cannot communicate	Slgnal does not reach to track	Track cannot receive information	It is impossible to load and unload containers
Transfer crane put the container on the truck	Containers fall of the truck	Afterquake	Transfer crane cannot put the container on the truck	It is impossible to load and unload containers
	Cranes cannot put the containers on the trucks	not enough trucks are available to put cranes upon	Transfer crane cannot put the container on the truck	It is impossible to load and unload containers
	Cranes cannot put the containers on the trucks	Transfer crane is broken	Transfer crane cannot put the container on the truck	It is impossible to load and unload containers
Trucks drive to the gantry crane	Trucks cannot drive	Truck has a flat tire	Cannot carry containers to gantry crane	It is impossible to load and unload containers
	Trucks cannot drive	Truck run out of fuel	Cannot carry containers to gantry crane	It is impossible to load and unload containers
Gantry cranes load the ship	Containers cannot be placed on the ship	No power supply for the gantry cranes available	Containers are not put on the ship	It is impossible to load and unload containers
	Containers cannot be placed on the ship	Tha gantry crane is broken	Containers are not put on the ship	It is impossible to load and unload containers
	Containers cannot be placed on the ship	No place on the ship to put more containers	Containers are not put on the ship	It is impossible to load and unload containers
	Containers cannot be placed on the ship	The ship is damaged by the earthquake	Containers are not put on the ship	It is impossible to load and unload containers

Fig.24 FMEA

This is the FMEA of our ALPS project. We considered the FMEA based on the functions. And, we divided into nine sub-functions. Potential failure modes, Potential causes of failure, Local effects and End effects on system of each function are shown in the table. As a result, we found that there are many potential failure modes.

Our issues and other thoughts about FMEA are as follows;

- $\cdot$  We have to think of ways to cope with failure mode.
- We have to estimate DNP.

# 2.10. Design for Variety (Robust Conceptual Design)

We discussed about how to keep port BCP when earthquake and other problems happen at the same moment.

Following is list of situations we discussed.

	Large Scale	Small Scale
1.Typhoon/Hurricane	×	
2.Terrorism	×	
3. Fire		0
4. Lack of manpower		
5. Tsunami	×	

Fig.25 Robust Conceptual Design

In Typhoons and Hurricanes case, operators should keep attention for weather information during operations except too large typhoon/hurricane.

In terrorism case, operator should wait support by Self Defense Force before start operation.

In fire case, there are few combustible materials in port area, but after extinguish a fire, start operation.

In lack of manpower case, port is not operating 24h, so need to standby

emergency response team nearby port area.

In Tsunami case, if tsunami too big to collapse container, operation is impossible,

if tsunami is small, operators should watch out for tsunami information.

Many case should assumed to keep port BCP. Routine recovery drill is also important as well as designing system.

	Large Scale	Small Scale
1.Typhoon/Hurricane		0
2.Terrorism	×	×
3. Fire	×	×
4. Lack of manpower		_
5. Tsunami	×	×

#### Fig.26 Robust Conceptual Design

We discussed about how to keep port BCP when earthquake and other problems happen at the same moment.

- IC chip feature
- ① For rain, it have waterproof cover.
- ② For fire, it is weak against heat and lose data.
- ③ For typhoon, it is fixed well and no problem.
- ④ For terrorism, maybe terrorists took away IC chips.
- 5 For tsunami, IC chips maybe fall off because of water pressure.

As shown is above, we should consider robustness of IC chips. To keep port BCP, Not only watch recovery procedure, but we should select appropriate product. Multi-view analysis is useful to keep port function in emergency situation.



# 2.11. Morphological concept generation based on function

Fig.27 Morphological concept generation based on function

We generated morphological concept based on function. We consider main function about save up to receive information such as storage plan and yard plan. This function can be separated sub-functions as follows.

- Receive information
- $\cdot$  Save information
- Attach information to container
- $\cdot$  Go to read information
- Read information
- $\cdot$  Save & collect information
- $\boldsymbol{\cdot}$  Give information

First, we considered solution about each sub-functions. The results are as follows; [Receive information]

- Letter
- Mail
- Phone
- Shared-server

 $\cdot$  Date communication

[Save information]

- Paper
- Bar-code
- $\boldsymbol{\cdot} \text{ QR-code}$
- IC chip

### [Attach information to container]

- Magnet
- Tape
- Direct writing
- Key
- Pin

## [Go to read information]

- Walk
- $\boldsymbol{\cdot}$  Container track
- Nothing

### [Read information]

- Eye
- $\boldsymbol{\cdot}$  Code reader
- $\cdot$  Date communication
- $\boldsymbol{\cdot}\operatorname{GPS}$

#### [Save& collect information]

- Paper
- Date (Note PC...)
- In-car device
- Memorize

### [Give information]

- $\cdot$  Orality
- Paper
- Date

Next, we choose best solution by each sub-functions. Best solution of receive information is DC (Date Communication), Best solution of save information is IC-chip, Best solution on attach information to container is magnet, Best solution of go to read information, Best solution of read information is container track, Best solution of read information is DC (Date Communication), Best solution of save & collect information is in-car device, Best solution of give information is data.

Our issues and other thoughts about [Morphological concept generation about function] are as follows;

- •We generate more morphological concept based on function / VOC / EM.
- •We consider about more sub-function.
- •We should choose best solution by use pugh-selection.
- Morphological concept is most difficult tool in this homework.

## 2.12. Scorecarding and Design of Experiment

It is useful when we work with new problem that we only have little knowledge about design space.

Procedures are as shown in below.

Design variables = factors

Values of design variables = levels

Outputs = observations

The figure of the flow.

Factors + Levels  $\Rightarrow$  "Experiment"  $\Rightarrow$  Observation

```
Project Objective (Biggest Y)
```

It is an earthquake and a disaster.



Fig.28 Scorecarding

Control Factors (X's)

As a conclusion, system to keep information about content and destination in container itself could be one of the solutions for port BCP.

However, The factor is the durability of the system.





What can you control?

Suddenly, an earthquake with a seismic intensity of 7 occurred around Yokohama.



Fig.30 distribution system

Put IC chip with information on container is our initial solution plan. It enables us to store and collect information about container without help of control center. With this IC chip, we could specify container's destination quickly and be able to remove largest barrier for operation. As a result, we are able to realize port BCP. What are your levels? We discussed about how to keep port BCP when earthquake and other problems happen at the same moment. Each factor can take two levels.

Noise Factors (V's)

I investigated the result of five factors about compound misfortune as follows. Transfer Function



Fig.31 Design of Experiment

In Typhoons and Hurricanes case, operators should keep attention for weather information during operations except too large typhoon/hurricane.

In terrorism case, operator should wait support by Self Defense Force before start operation.

In fire case, there are few combustible materials in port area, but after extinguish a fire, start operation.

In lack of manpower case, port is not operating 24h, so need to standby

emergency response team nearby port area.

In Tsunami case, if tsunami too big to collapse container, operation is impossible,

if tsunami is small, operators should watch out for tsunami information.

Many case should assumed to keep port BCP. Routine recovery drill is also important as well as designing system.

How can you conduct experiments with your prototypes?

It is an assumption experiment.

We did design of robustness for working condition and IC chips. Result of analysis for working condition shown by black, and IC chip shown by red.

Red mark is an IC tip	Large Scale	Small Scale
1.Typhoon/Hurricane	×	Ο
2.Terrorism	××	□ ×
3. Fire	□ ×	o ×
4. Lack of manpower		
5. Tsunami	××	× ×

Fig.32 Robust Conceptual Design

DOE is used in the context of robust design.

From this table, we understand we should focus on robustness of IC chips.

**%**IC chip feature

- 1. For rain, it have waterproof cover
- 2. For fire, it is weak against heat and lose data
- 3. For typhoon, it is fixed well and no problem
- 4. For terrorism, maybe terrorists took away IC chips
- 5. For tsunami, IC chips maybe fall off because of water pressure

\*Design Variables

- I. The installation position of the IC tip
- II. The weight of the IC tip
- III. The strength of the magnet.
- IV. Affinity with the container.

#### Discussion:

In port BCP situation, there was large risk that became constraint from government

involvement and government administration systems.

After our several attempts, we decided score carding and Design for Variety will not describe our solution well because government's influence is too big in this situation. It also came from ambiguous user requirement and boundary setting.

## 2.13. NPV

### I show an evaluation result of NPV in Fig33.

## ME217 DFM PROFITABILITY ANALYSIS (Cost Savings Project) Company: Feam 15 DFM Mem bers: Ito, kobayasi, kou, shiraishi, nishio Analysis Date: 20101110

Calendar Year		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		TOTAL
Expected Volumes		1,464,000		20,000												1,484,000
Expected Savings per Unit																
(describe savings on separate page)	S	61,000,000,000	s	40	s	-	s	-	s	-	\$	-	S	-		
ADDITIONAL FIXED CO ST S																
(describe costs on separate page)		0		1		2		3		4		5		6		TOTAL
- Product Design	5	268.000	s	-	s	-	s	-	s	-	s	-	s	-	s	268.000
- Machines & Equipment	s	832,000	ŝ	20.000	ŝ		s	-	s	-	s	-	s	-	s	852,000
- Mrg Start-up	ŝ	122,000	ŝ	-	ŝ	-	ŝ	-	ŝ	-	ŝ	-	ŝ	-	ŝ	122,000
- Tools/Molds (Ini, molding, casting, etc.)	5	6,100	ŝ	10.000	ŝ	-	s	-	s	-	s	-	s	-	5	16,100
- Misc 1 (describe here)	5	-	ŝ	-	ŝ	-	s	-	s	-	s	-	s	-	5	-
- Misc 2 ( describe here)	s		ŝ	-	ŝ	-	ŝ	-	s	-	ŝ	-	ŝ	-	ŝ	-
- Misc 3 (describe here)	s	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	s	-	\$	-	\$	-
PRODUCT'S Additional FIXED COSTS	5	1,228,100	5	30,000	5	-	\$	-	5	-	5	-	\$	-	\$	1,258,100
ANALYSIS		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		
Savings (Savings/unit * Volume)	#		s	800,000	s	-	5	-	5	-	s	-	5	-		
Fixed Costs	5	1,228,100	5	30,000	\$	-	5	-	5	-	5	-	5	-		
Pretax Savinos (Loss) = Savinos - Fixed	##		5	770.000	5		5	-	5	-	5	-	s	-		

NET PRESENT VALUE ANALYSIS (PROFITABILITY CALCULATION)

(assumes accurate Volume & Savings	Rate of Return Required	Net Present Value	Current Setting
fore calsts)	5%	** * ** * ** *	Volume Error 0%
	10%	** * ** * ** *	SavingsError 0%
	15%	*******	_

SENSITIVITY ANALYSIS (update this section by clicking the "Run Sensitivity Analysis" button to the right)



Fig.33 NPV

An amount of money was not displayed when I performed NPV. As a reason, I thought our system to be because an amount of money was big to handle the circulation.

The growth characteristics are low in the market size for the country and Time before reaching a point of IRR is short. But

When I consider a toll at the time of the earthquake outbreak, I think that the selling price of the system is proper.

### I. <u>Analyze</u>

The big cost is only for initial investment in our system. Therefore there are few adding costs and benefits of buying new equipment and maintenance. But If Japanese government introduce our system into the Japanese port, We think that the trust from the foreign countries in the international trade improves. If it is, we think that use profit of Japanese port rises and may lead to activation of the economy



資料: World LPGas Association

There is little profit as business. But Japan that is an earthquake large country and has great economic benefit in trade. Because it is a duty of the countries to protect damage to the economy, we think that this system is essential.



#### 2.14. DSM



Fig.34 DSM

DSM is Design Structure Matrix.

This is the Organized DSM of our project.

It is a tool for system analysis. As a management tool, DSM tool provides a project representation that allows for feedback and cyclic task dependencies. This time we only made a simple DSM for our project. We use fourteen tasks and analyze the process that we should find out the important things before we are scheduled for introduction the IC Chip for port system.

From the first time we use the DSM to analysis the project. We found the better turns than the first time.

As the DSM table of our project, we analysis the schedules, main layout, manufacturing plan, instrumentation, purchasing plan, main auxiliaries, communicator details, receiver details, IC card details, memory medium details, Basic engineering, electronics, communication engineering with the DSM.

Then we change the turn of them for decreased the X on the right side by the black grates. After that we found the electronics and communication engineering are important for the part of IC chip, as the communicator, receiver, IC card. Except those parts, we found the better turn for the other tasks. So, from the DSM, we found the better turn of our project. It will help us cut down some steps than before. We also found the coupled part in our project, from H to N in the graph.

### 3. Design Recommendation.

#### What we will propose is new system

**From** 2006 to 2011, Japanese government also planned to make necessary quay service anti-earthquake in order to support emergency sea transportation of general merchandise and construction machines. They categorized those reinforced quays into two groups. One is special reinforced group and the other one is standard reinforced group considering their functions in case of earthquake seismic intensity level at 6+ and 7. In order to make it possible to transport the emergency merchandise from any ports even in case of large scale earthquake, every port should be equipped with one special reinforced quay. Furthermore, Special reinforced quays should be equipped with a seismic crane. It is quite few things to collapse these cranes and berth in seismic intensity about level 7. Above are countermeasures for some damaged hardware, which brought us to such conclusion that port works will not stop. In view of above, we propose in WS4 such port information control system by putting IC on containers as to be available in emergency. We want to adopt such available system as Suica and Pasmo for various control system with IC chip.

We consider Containers as customers who have IC cards and Transfer cranes as station gates. This system will make us possible to handle containers in case some information system like control center will be damaged, which we want to propose. **The** new system that we propose is how to find out missing containers promptly and accurately in the emergency. What we are proposing is to put IC chips to those containers. Basic principle of this system has been already practically used with the charge collection system of various transportations and automatic examination of tickets in the expressway. It will be the one to make the most use of writing and reading performance by noncontact character of integrated circuit chip. Information on the cargo loaded into those containers (emergency and notes for handling, etc.) is written into the integrated circuit chip installed in each container. The information will be collected when unloaded with the gantry crane in case of import cargo, when passes the harbors gate in case of export. Each integrated circuit chip can keep sending the location information etc. by a built-in battery for the maximum several days. The container is piled up with four steps normally, of which height is over eight meters. Work by man is dangerous even if it can be readable with noncontact technique. Therefore, the device to read the information will be put to transfer

crane. (location of device will be adjusted by the height of containers at both sides.) As containers are piled up with four steps by two rows, one pass of transfer crane can cover much space for missing containers. At the same time to read the information, computer in the transfer crane can make new and urgent plan for picking up necessary containers.

In the normal case, the information will be kept as back-up in several different sections. However, in case of emergency, those are not enough to build up new plan for special and urgent situation. In order to make the new plan for emergency, such information as container location and cargo will be necessary, since containers will be moved to other location temporarily in case of emergency.

This system can be fit for such situation as temporary re-location of containers by information of IC chip, so that we can pick up and carry out necessary container correctly, urgently and safely. New software development and improvement of current one will be necessary for above system, so that emergency yard and shipping plan can be made easily. It can restore the port function in case of emergency that new container plan will be updated by complying with the situation. The details can be referred in the chapter of prototype.

# 4. Competitive analysis

## II. Estimate

We decided the assumption that selling to the management system of loading and unloading of container by IC chip.

At first we estimated the cost.

The results are shown in Figure 35.

	introduction cost		maintenance cost					
	item	amount of money			amount of money			
dns	Gate	4000	Ma	Equipr	nent charges	300		
ply o	IC chip	300	inter	Persor	nnel expenses	600		
ost	Software for re-plans	50	lan	(maint	enance)			
	PC	30	ce	Comm	150			
	Device	192	Produ	Faciliti expens	es operation se	1000		
	IC chip case	100	ctio	Persor	nnel expenses	400		
	Attachment	100	د ا	(IC pro	duction)			
	Facilities	1000						
dev exp	Personnel expenses	2000			Unit : Ten th	ousand yen		
elo	Communication costs	150						
pment e	Entertainment expenses	ntertainment 200 xpenses		計	1007	72		

Fig35. cost

We conducted a study of necessary expenses. And we supposed that a cost was necessary in an item to show in Fig1. We decided to introduce a cost to the cost of introducing and selling system and to keep the cost of maintenance and other expenses to maintain the system.

The price we decided that for the 10% addition of the total cost. A public works project is usually addition of 4% of the total cost.

But when we compare it with the scale of the circulation loss sum at the time of the earthquake outbreak even if we raised it to 10%, we judged that the feelings of the customer did not have a difference.

The market size assumes it 23 ports of the domestic specially important harbor.

## III. <u>Calculate ( and Visualize the result)</u>

I show an evaluation result of NPV in Fig36.

## ME217 DFM PROFITABILITY ANALYSIS (Cost Savings Project) Company: Feam 15 DFM Mem bers: Ito, kobayasi, kou, shiraishi, nishio Analysis Date: 20101110

									100,001				a second second	976.					
	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		TOTAL				
	1,464,000		20,000												1,484,000				
s	61,000,000,000	s	40	s	-	s	-	s	-	\$	-	\$	-						
	0		1		2		3		4		5		6		TOTAL				
s	268,000	s	-	s	-	s	-	s	-	s	-	s	-	5	268,000				
5	832,000	s	20,000	s	-	5	-	5	-	s	-	5	-	5	852,000				
5	122,000	ŝ	-	s	-	s	-	s	-	s	-	5	-	5	122,000				
5	6,100	s	10,000	s	-	s	-	s	-	s	-	5	-	5	16,100				
s		s	-	s	-	s	-	s	-	s	-	5	-	5	-				
s	-	s	-	s	-	\$	-	5	-	5	-	5	-	5	-				
s	-	\$	-	\$	-	s	-	s	-	\$	-	\$	-	\$	-				
5	1,228,100	\$	30,000	5	-	5	-	5	-	5	-	\$	-	5	1,258,100				
	2010		2011		2012	:	2013	:	2014		2015		2016						
## 5	1,228,100	5 5	800,000 30,000	s	2	5 5	2	5 5	2	5 5	:	5 5	:						
##	* ** * ** * ** ** ** *	\$	770,000	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	-					
	5 5 5 5 5 5 5 5 <del>11</del> 5 <del>11</del> 5 <del>11</del> 5 <del>11</del> 5 11 5 11	1,464,000 5 61,000,000,000 5 268,000 5 268,000 5 122,000 5 122,000 5 5 - 5 - 5 - 5 1,228,100 2010	2010 1,464,000 S 61,000,000,000 S C 268,000 S S 268,000 S S 122,000 S S 122,000 S S - S S - S S - S S 1,228,100 S 2010 	2010     2011       1,464,000     20,000       \$     61,000,000,000     \$     40       0     1     .     .       \$     268,000     \$     -       \$     268,000     \$     -       \$     268,000     \$     -       \$     268,000     \$     -       \$     122,000     \$     -       \$     61,000     \$     10,000       \$     -     \$     -       \$     -     \$     -       \$     -     \$     -       \$     -     \$     -       \$     -     \$     -       \$     -     \$     -       \$     -     \$     -       \$     1,228,100     \$     30,000       \$     1,228,100     \$     30,000	2010     2011       1,464,000     20,000       \$ 61,000,000,000     \$ 40       0     1       5     268,000       5     268,000       5     268,000       5     22,000       5     268,000       5     122,000       5     1,220,00       5     -       5     -       5     -       5     -       5     -       5     -       5     -       5     -       5     -       5     -       61,000     5       5     -       5     -       5     -       5     -       5     30,000       5     1,228,100       5     30,000       5     -       5     770,000	2010     2011     2012       1,464,000     20,000     \$     40 \$     -       0     1     2     2     2       \$     268,000 \$     40 \$     -       \$     268,000 \$     20,000 \$     -     \$       \$     268,000 \$     20,000 \$     -     \$       \$     268,000 \$     20,000 \$     -     \$       \$     268,000 \$     20,000 \$     -     \$       \$     122,000 \$     -     \$     -       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$       \$     -     \$     -     \$  >>     5     1,228,100 \$<	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2010     2011     2012     2013       1,464,000     20,000     \$     40 \$     \$     \$     \$       0     1     2     3     \$	2010     2011     2012     2013       1,464,000     20,000     \$     40 \$     \$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$									

NET PRESENT VALUE ANALYSIS (PROFITABILITY CALCULATION)

(assumes accurate Volume & Savings	Rate of Return Required	Net Present Value	Current Setting
fore casts)	5 %	******	VolumeError 0%
-	10%	** * ** * ** *	SavingsError 0%
	15%	*****	

SENSITIVITY ANALYSIS (update this section by clicking the "Run Sensitivity Analysis" button to the right)



Fig.36 NPV

An amount of money was not displayed when I performed NPV. As a reason, I thought our system to be because an amount of money was big to handle the circulation.

The growth characteristics are low in the market size for the country and Time before reaching a point of IRR is short. But

When I consider a toll at the time of the earthquake outbreak, I think that the selling price of the system is proper.

## IV. <u>Analyze</u>

The big cost is only for initial investment in our system. Therefore there are few adding costs and benefits of buying new equipment and maintenance. But If Japanese government introduce our system into the Japanese port, We think that the trust from the foreign countries in the international trade improves. If it is, we think that use profit of Japanese port rises and may lead to activation of the economy.



資料: World LPGas Association

There is little profit as business .But Japan that is an earthquake large country and has great economic benefit in trade. Because it is a duty of the countries to protect damage to the economy, we think that this system is essential.

## 5. ALPS roadmap and reflections

I describe the technique used with current ALPS and the obtained finding.

	ROADM	AP		
lots of ideas	Mind map many intervietige VOX user	Scenario graph etematica	Punction structure Punction structure System architecture System architecture	
narrow focus			Scenario grapi	Bestitution CVCA Settitution of owne Exercise Function Incident, conservants OPM Swort To by using memory
	beginning			ALPS WS#2

Fig.37 Road map to WS2

We began ALPS activity in a mind-map as the beginning. However, we admitted to begin far from our life oneself. Therefore, some difficulties confronted us at the time of CVCA making. Then we grasped the perspective of port by making function structure and system architecture. After that we determined solutions by making CVCA and OPM. But we noticed that our solution is not important by repeating an interview. Then we arranged interview contents and function of port. And reflect most suitable solution. Now we carry .We could define our activity history like above and information.


Fig.38 Road map to WS3

We obtained feedback because of the announcement, and collected the voices to the people who were the re-related to the port. Then, we noticed the role and importance at the control center, and the control center felt that it became the key to our system. Afterwards, Pugh Selection was done, and the member conferred on the policy in the future. It thought about Use case in the circulation of the decided port, and Use case suitable for our purpose was selected. Then, the demand of the customer who actually uses the port has been extracted. The interview result of going previously is reflected in this. Afterwards, we are QFD how to achieve the demand. It examined it. Here, because the examination was advanced by the table form, it is felt that all members deeply understood the content. Three techniques ahead are used and QFD went. The conception of integrated circuit chip that was able to play the role of the control center here floated. Afterwards, Cost-worth analysis was done, and a rough cost was understood.



Fig.39 Road map to WS4

I show a road map after the third work shop of ALPS in figure 1.

Before we start FMEA, carried out OPM, scenario, Use Case again to arrange a conventional change. Therefore we made the indicator of the system clear. After that we grasped the risk that could happen by using FMEA. In addition, we arranged the task that was necessary for a process by using DSM. Furthermore we considered for the risk that could happen by using Robust conceptual design. To pass on information obtained by using these techniques in the prototype, it announced by Power Point. Therefore we made a small container yard. And we give presentation by the operative process of the system which I used an IC tip for.



Fig.40 Road map to WS5

I show a road map to last announcement on the top. We examined the financial analysis and inspection method by the last announcement. The big profit was not provided by the cost analysis, but our system thought that it was necessary at the Japanese port when I considered an economic toll at the time of the earthquake outbreak. We sentenced you to an appeal to the investor by the commercial by overlooking our system.

In addition, I realized the strength and the weakness of our system again by thinking about how you conveyed an important item with the elevator pace.

# 6. Conclusions and Future Work

Total financial damage of Hanshin Earthquake was 10 trillion yen, and total financial damage of epicentral earthquake at Tokyo, which we assume as our target, could be 112 trillion yen.

We have estimated financial damage of port around 1 to 11 trillion yen from experience of Great Hanshin Earthquake. Reduction of financial damage is also important in port BCP.

Our proposed system using IC chips costs 120 million yen, it seems not balanced in cost-benefit point of view, but possibility of a severe earthquake in Tokyo area within 30 years is over 70%, and we could say it have significant benefit from financial damage reduction point of view. If distribution function stopped 24 hours, it could cause 1 billion yen .loss every day, and the loss of the discontinuity of distribution function was estimated to 500 billion yen at Hanshin Earthquake.

Immediately after Great Hanshin Earthquake, only 3 quakeproof berths Kobe port were available. But, currently, 70% of berths at Tokyo port have been already quakeproofed and many quakeproof measures are taken. So, introduction of IC chips is important, and it is beneficial enough from reliability point of view.

		Hanshin-Awaji Earthquake	Tokyo Earthquake (anticipated)	
Total financial		About 10.000	About 112,000	
damage		billion yen	billion yen	
The financial		1,000 billion yen	About 11,000	
damage		(about 10%)	billion yen	
Total loss distribution		About 500 billion yen	About 1 billion yen (per day)	
Provision and	Hard	Only quakeproof berth	70% of berths have	
Damage		was workable(3/150 )	earthquake resistant	
	Soft	No provision	Investment cost is 120 million yen (IC chip system)	

Fig.41 Effects

I would like to set out about issues and outlook for the future about our IC chip system.

First step, we created port logistics system using the IC chip system.

After that, we will check characteristic of IC chip, and we will improve IC chip quality.

Furthermore, we restructuring our IC chip system based on data got from the IC chip.

Second step, we will consider the actual use in Tokyo Bay. And we will hope to get actual performance and System Reliability Through the actual use.

After that, we will get official approval from public agency.

Third step, we will plan to expand five major ports in Japan.

Furthermore, we would like to expand all Ports in Japan.

And we will hope to get actual performance in all of Japan ports.

After that, we would like to get official approval from WTO.

Fourth step, we will want to introduce our IC chip system to all of earthquake country.



Fig.42 Schedule & Challenges

In this research, we test our ideas for port BCP from view of keeping distribution functions. But we found out that the government maybe overtake the control of port operation and port operators cannot use port by their own in some situation after the earthquake. So we should look at not only distribution function, but also government's administration and legal systems. Global standardization of port system is also important, beside of building national and local government's simplified procedures on emergency situations. It is not easy to standardize port system globally because it needs to promote new law or treaty as Incoterms at international trade, and new infrastructure. To keep port BCP, government's administration system and international standardization should be set up. So government including national government, corporate related to port and citizens should discuss together how to build system, and we expect our IC chip solution take place in this total system.

Quakeproof measure for control center and introducing new computer system is important, but also human resource development for risk management at port is important. Risk management requires process management and it is mandatory to develop appropriate human resources.

For who works for port operation safety, they should understand knowledge about maritime operation safety and international framework including ISPS code. Currently, there was course about port operation safety conducted by The Japan Port and Harbour Association and NPO called Port Security Network. Over 1000 people take the course and they are working at front line.

To keep practical ability for risk management and disaster control, regular training and practice is important. Port government uses scenario based training for long time, but now they try to introduce more practical training as using role playing games. Training and practice with broad stakeholders as Coast Guard and Police have constraint of cost and time, so training become aims to just demonstrate, but we expect by introducing role playing game style tabletop exercise and communication exercise within worksite to develop practical ability.

Volunteers take important role in local disaster prevention or risk management. To leverage their abilities, role of leaders are necessary, but in Japan there was only "Disaster Prevention Expert" by Japan Disaster Prevention Organization for ability development. We expect utilizing experts know port very well by registering and using NPO network related to port for human resource development.

# 7. Acknowledgments

We would like to express our deepest gratitude to Associate professor. Shirasaka, who provided helpful comments and suggestions. We would also like to thank Mr.Murano(JFE Eng.), all of ALPS teachers and all of SDM teachers whose opinions and information have helped us very much throughout ALPS2010.

2010/11/28

# 8. References

[Research paper & Book ]

- "Urgent Maintenance Program of the earthquake-proof reinforced quay" Delivered by internet homepages of Harbors Bureau of Ministry of Land, Infrastructure and Transport in March, 2006.
- Interview with "Yokohama Ports and Harbors Bureau, Planning Section, Harbors Motor Vehicle Department of Tokyo Metropolitan"
- Research paper of "Earthquake-proof performance design system of harbor structure" by harbors and airport Technical Research Institute
- 耐震強化岸壁緊急整備プログラム,平成18年3月,国土交通省港湾局

[Web page ]

http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/04guide/mokuji.html http://www.city.yokohama.jp/me/port/ http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/02minato/02data/03.html www.ypdc.or.jp/contents/jp/index\_html\_ja www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/03info/03kisya/2010/0428\_keihin-jigyougaiyou.pdf http://en.reingex.com/Japan-Business-Economy.asp http://en.wikipedia.org/wiki/Great\_Hanshin\_earthquake http://bcplan.com/ http://bcplan.com/ http://en.wikipedia.org/wiki/Business\_continuity\_planning http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/04guide/mokuji.html http://www.city.yokohama.jp/me/port/

http://www.pa.ktr.mlit.go.jp/kyoku/02minato/02data/03.html

# 9. Appendix





#### 横浜港の主な輸出入貨物と輸出入国

#### 輸出 計4,690万トン

期位	品目	貨物量	顺拉	E
1	自動車	1.643	1	中国
5	自動車部品	641	2	アメリア
3	機械	539	з	韓国
4	化学T業导	217	4	オースト
5	調材	204	5	アラブ省
		and the second se		And and a second designed

#### 輸入 計4,481万トン

		and the second se	
顺位	品目	简数量	
1	天然ガス	697	1
5	原油	581	
3	設造食品	167	
4	重油	159	
5	衣類・はきもの	157	

	11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	峰位:7
酒位	<b>a</b>	貨物量
1	中 🗉	854
2	アメリカ	663
3	サウシアラビア	435
4	マレーシア	353
6	オーストラリア	343

、ラリア

長國連邦



さまざまなものが犠兵港

ALL アイスクリーム は5年運続日本一の輸出

トの原料であるカカオ豆は

全国の6割が構筑港から職入

されています。他にもど んなものが構成さから職

1.

単位:カトン

貨物量 976

371

236

232

204

#### 横浜港に入ってくる船の数と種類(外航船)



#### コンデナターミナルの見学ができるよ。

■大黒小頭コンテナターミナル見学施設 http://www.ypdc.or.jp/contents/jp/60\_guidance TEL:045-671-7290

#### きゃ船について勉強できるよ。 ■横浜みなと博物館

http://www.nippon-maru.or.jp/ TFI : 045-221-0280 船の歴史について知識できるよ。 ■日本郵船歴史博物館 http://www.nyk.com/rekishi/ TEL:045-211-1923

## 横浜道のことがよくわかるよ.

■横浜市港湾局(キッズページ) http://www.city.yokohama.jp/ma/port/leam/ TEL:045-671-7165

60

#	3555	主な輸出品	主な輸入品	
[江戸時代]		0.0		
1853年(嘉永6年)	米国ペリー提倡浦賀に来航	2 mg S		供活進の終わずわ
1854年(嘉永7年)	日米和親条約(神奈川条約)締結			横浜さりかります
1858年(安政5年)	日米修好道商条約により相奈川開港決定	U		The states
1859年(安政6年)	横浜開港(現在の象の鼻地区)	生糸(さいと)	構成物(めんおうもの)	A Start
【明治】		0.00	60.0	31
1872年(明治5年)	新橋〜横浜間に鉄道が間通	Congt ?	all.	No. of Street, or Stre
1889年(明治22年)	横浜に市制がしかれる	11	24	(現在日間日日日の日
1895年(明治28年)	生糸枝査所が設立	U.		- Management (1967)
1909年(明治42年)	開港50周年	生永	報治(めんじ)	A co
[大正]		0.0		. Alt Study
1913年(大正2年)	新港ふ頭 第一レンガ倉庫完成 (現在の大しいガ倉庫)	Samp 1	QQ.	
1914年(十正3年)	(現在のホレノカ) 清重) 新造入館 日本和花谷士利クリーン(設備	61		ICONNECTO-DISCHARGES
1917年(大正6年)	「「注記会開始」開始		Supervise Contractor	(日本総修使定備者的所設)
1923年(大正12年)	関東大震災で港湾施設が大被害	生糸	解释(くりわた)	t de
(633)		0-0	00	
1930年(昭和5年)	山下公園が完成	On the	in.	医肌口 一
1945年(昭和20年)	第2次世界大戦撃戦 港湾施設の接収	C		Southern the state of the state
1951年(昭和26年)	横浜市が横浜港の管理者となる	生糸	转载版·数	1917年後年丸と可能式クレーン
1959年(昭和34年)	開港100周年		No.	国にわみなと構造目的ための
1961年(昭和36年)	マリンタワーが完成		ALC: NOT	A
1963年(昭和38年)	山下ふ頃が完成本牧ふ頃建設着工	ALCONG ST	小麦	AT HE A
1964年(昭和39年)	大さん橋国際客船ターミナルが完成			A AA
1968年(昭和43年)	フルコンテナ船第1船本牧ふ頭に入港	Tip		Survey and the state
1983年(昭和58年)	みなとみらい21着工	*=0 °	OL	State of the second second second
1885年(昭和60年)	日本丸メモリアルバークオープン	自動車	辰由	1889年フレコンテナ国リンファンス 「編集みなと勝急的所成」
[平成]		600	N	
1989年(平成元年)	横浜博覧会開催(開港130周年) 横浜ペイゴレッジが原連	Co	Ch E	
1990年(平成2年)	大黑ふ頭坦立完成(第2期)	00	VA	
1993年(平成5年)	横浜八景島オープン		OI	2003年大会人表面開業者ター王会
2001年(平成13年)	南本牧ふ頭に国内初の大水深(-16m)	Call Call	EN17-EA	(他在山田市田村田)
2002年(平成12年)	高規格のコンテナターミナル供用開始 大さん構画際変給ターミナルオープン		Anoxina	
2005年(平成17年)	本牧心頂目にコンテナターミナル准用問題	LOTI	Correct an	Alter and
2008年(平成20年)	コンテナ省物の取扱量が348万線連邦			and a street of the same
	(過去標高)	Area Holes	Ø 1	and the second second
			81210122	

#### ■資料提供·松均(50余節·松存35)

APRシターミナルズジッパン(株)、全線川倉厚留会/(株)上推/(江)機発調整理会会/東京内和(株)、東京有水気25次方人会/ダーギン オーガニック・ジャパン(米)、日本経由協会/日本非新観史情報表 **原林水室営業活動動動会長/整木企業(株)/マースク 地)/三巻曲目(株)/採用川油価格(株)/採用料油低料価/採用料油面合/採用市政問題供会/採用市政項型供会/採用市政項型/採用物類 /採用のなど連加加** 



 財団法人
 横浜港埠頭公社

 〒231-0023 横浜市中区川下町2番地 産業貿易センタービル
 約5年ま3月 http://www.city.yokchama.jp/me/sort/

 TEL:045-671-7291
 FAX:045-671-7289

 新田田田山市
 福岡県金 http://www.schama.port.org/

 http://www.ypdc.or.jp/
 福岡県本 ージルサイト



#### 【ポイント】

#### 1. 事業継続の取組みとは

企業は、災害や事故で被害を受けても、取引先等の利害関係者から、重要業務が中断し ないこと、中断しても可能な限り短い期間で再開することが望まれている。また、事業継 続は企業自らにとっても、重要業務中断に伴う顧客の他社への流出、マーケットシェアの 低下、企業評価の低下などから企業を守る経営レベルの戦略的課題と位置づけられる。

この事業継続を追求する計画を「事業継続計画」(BCP: Business Continuity Plan) と呼び、内容としては、バックアップのシステムやオフィスの確保、即応した要員の確保、 迅速な安否確認などが典型である。それらは、事業内容や企業規模に応じた取組みでよく、 多額の出費を伴わずとも一定の対応は可能なことから、すべての企業に相応した取組みが 望まれている。



事業継続計画(BCP)の概念

この事業継続の取組みは欧米が先行しているといえる。その内容は、従来のわが国企業 の一般的な防災対策とかなりの部分で重なるものの、中心的な発想やアプローチが異なる と見た方がよいと思われる部分もある。したがって、この分野で既に先進的な企業は別と して、まず一度、自社の防災の取組みが事業継続の考え方に合致するか慎重に見直すこと を推奨する。

#### 【耐震強化岸壁緊急整備プログラム】

平成18年3月 国土交通省港湾局

1. はじめに

東海地震、東南海・南海地震、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震、さらには首都直下 地震などの大規模地震の発生が切迫している。また、これらの大規模地震だけでなく、 我が国は全国どこでも地震が発生しうる地震国であり、港湾における大規模地震対策を 進めていく必要がある。

このため、運輸省港湾局(現、国土交通省港湾局)では、「港湾における大規模地震 対策の基本方針」(平成8年12月)に基づき、また「社会資本整備重点計画」(平成15 年10月閣議決定)において示された重点目標の達成に向け、耐震強化岸壁の整備をはじ めとする様々な対策を進めてきた。しかしながら、耐震強化岸壁の整備充足は未だ道半 ばであり、その整備率は平成17年4月末時点で54%にとどまっている状況である。この 原因として、耐震強化岸壁の整備が一般の岸壁に比して総じてコスト高となる点などが あげられている。また、中央防災会議による調査・研究の進展から大規模地震に関する 新たな知見が明らかとなるなど、港湾における大規模地震対策に関し考慮しなければな らない事項も大きく変化している。さらに、港湾の施設に対する設計思想が従来の仕様 規定から性能規定へと移行されることにより、なお一層のコスト縮減の工夫が可能とな る。本プログラムは、このような問題意識のもと、限られた財源を効率的・効果的に活 用し、平成18年度から平成22年度までの5年間に、耐震強化岸壁の整備を緊急かつ低コ ストで進めるための考え方をとりまとめたものである。

なお、本プログラムの実施に当たっては、港湾を巡る社会経済の動向等を勘案しつつ、 弾力的にその実施を図るとともに、必要に応じ見直すものとする。

2. プログラムの目的

本プログラムでは、通常時において十分な需要を有する岸壁の建設・改良に際して、 大規模地震が発生した場合にも、震災直後の緊急物資、建設機械等の海上輸送機能を担 う必要性の高い岸壁の耐震強化を図ることを目的とする。

3. 耐震強化岸壁の整備の進め方

(1) 配置の考え方

「港湾の施設の技術上の基準」の性能規定化にあわせ、震災時に担う機能の面から、 耐震強化岸壁を新たに「耐震強化岸壁(特定)」と「耐震強化岸壁(標準)」の2種類 に分類し、整備の推進を図ることとする。

○「耐震強化岸壁(特定)」

大規模地震等による被災時にあっても、利用が困難となるような変形・変位を生 じさせない係留施設であり、想定される最大規模の地震直後から緊急物資の輸送が 可能である。首都圏における想定地震では震度6強~7(300年~500年に1度に発生)の想定される最大規模の地震時でも震災直後から利用可能となる。

○「耐震強化岸壁(標準)」

大規模地震等による被災時にあっても応急復旧により緊急物資を輸送可能な係留 施設であり、想定される最大規模の地震直後の速やかな応急復旧により機能を回復 しうる。被災から7日間程度でその機能は応急的に復旧される。なお、首都圏における 想定地震では震度6弱~6(100年~150年に1度発生)の地震に対しては震災直後から 利用可能となる。

耐震強化岸壁は、各港湾及び隣接する港湾での必要量及び既存施設量、果たすべき機 能を勘案し、さらにコスト縮減の観点、港湾法第3条の3の規定による港湾計画との整 合性にも配慮しつつ、全国への配置の観点から耐震強化岸壁が必要とされる各港におい て「耐震強化岸壁(特定)」を最低1バースは確保することとし、それ以外は「耐震強 化岸壁(標準)」を配置することを基本とするが、隣接港の状況に鑑みて被災直後から 使用できる施設が近傍にある場合等については「耐震強化岸壁(特定)」の代替施設と して「耐震強化岸壁(標準)」配置することができるものとする。また、港湾管理者に おいては、防災ソフト施策との連携推進を努めるものとする。

(2) 耐震強化岸壁の分類による効果

耐震強化岸壁をその性能から2種類に区分し、さらに改良による整備等の効果を加味 することで、従来型の耐震強化岸壁のみで全国の計画バース数を確保する場合に比べ、 残事業費を3割程度削減可能と見込まれる。

4.整備の目標

○平成18年度から平成22年度までの5年間を本プログラムの対象期間とし、平成22 年度でアウトプット指標としての整備率(計画バース数に占める整備済み及び整備中 バースの数の率)は概ね70%を目標値とする。

○これらの耐震強化岸壁は、①耐震強化岸壁が整備されていない県、②耐震強化岸壁 が未整備である港湾などに高い優先順位を与えつつ、既存老朽岸壁の改良を中心に整備 に着手する。

5. フォローアップ等

本プログラムの実施状況については、その着実な実施を図る観点から、港湾管理者及 び国において適切にフォローアップすることとし、次年度に整備に着手する施設を毎年 度末に公表する。

(以上)

#### 【[国土交通省]施策名震災時の緊急物資の供給を確保する】

施策の概要

震災時においては、被害をできる限り抑えるためにも、被災地域に緊急物資をいち早く 供給することが必要である。しかし、通常の物資輸送が困難な場合が多くあるため、多 様な輸送手段により緊急物資を輸送できるようにする必要がある。

施策に関する評価結果の概要と達成すべき目標等

【評価結果の概要】

目標の達成状況に関する分析(指標の動向)

平成18 年度は耐震強化岸壁が1バース供用されたことにより、緊急物資供給可能人口 が前年度から約10 万人増加し、約2,050 万人となった。(施策の実施状況)対象とする 地域において、平成18 年度には20 港湾において耐震強化岸壁の整備を進め、うち1港 湾の耐震強化岸壁が供用開始された。

課題の特定と今後の取組の方向性

公共事業予算の制約から、図-2にあるように、平成14~16 年度予算は前年度と同程 度の予算額で推移してきたが、大規模地震の切迫性や、これに対する対応の必要性につ いて中央防災会議等で議論されていることなどを踏まえ、17 年度は前年度比1.3 倍の 45 億円、18 年度は1.6 倍の71 億円の予算を重点的に確保したところである。

なお、耐震強化岸壁の整備期間を考慮すると2~3 年後には予算の増強効果が見込まれ る。また、耐震強化岸壁の整備にあたっては、従来の、発災直後においても緊急物資等 を搬入できる耐震強化岸壁(特定)に加え、今後は、速やかな応急復旧により被災後か ら7日間程度で緊急物資等の搬入が可能となる耐震強化岸壁(標準)を導入することと し、トータルの整備費用の縮減する方針を定めた。

さらに、平成17年度には、耐震強化岸壁の整備を緊急的に進めるため、18年度から 22年度までの5年間の耐震強化岸壁緊急整備プログラムを策定し、計画的な整備の推 進を図ることとしている。

以上のような対応をとりながら、計画的な整備を推進していることから、目標達成に向 けた成果を示していると考えA-2と評価した。

19 年度は耐震強化岸壁緊急整備プログラムに基づき、引き続き、予算の重点化を図る こととしており、大規模地震の切迫性の高い地域における耐震強化岸壁の整備を推進す ることに努めて参りたい。

【達成すべき目標、測定指標、目標期間、測定結果 等】
 ○業績指標38:港湾による緊急物資供給可能人口
 目標値:約2,600 万人(平成19 年度)

評価 A-2 実績値:約2,050 万人(平成18 年度)

初期值:約1,900万人(平成14年度)

評価結果の予算要求等への反映内容

評価結果を踏まえ、引き続き、耐震強化岸壁緊急整備プログラムに基づき、大規模地震の切迫性の高い地域における耐震強化岸壁の整備の推進に必要な予算を要求した。

(港湾:平成20 年度概算要求: 327,738 百万円の内数 [平成19 年度予算: 280,723 百万円の内数])施政方針演説等年月日記載事項(抜粋)

第166回国会 施政方針演説平成19 年1月26 日

大規模地震対策や土砂災害対策など、防災対策を戦略的、重点的に進めます。

関係する施政方針演 説等内閣の重要政策

(主なもの)

社会資本整備重点計画 平成15 年10月10 日港湾による緊急物資供給可能人口

【約1,900 万人(H14)→2,600 万人(H19)】

備考

これまでの取組を引き続き推進

(注)備考欄には、「2 行政機関別の反映状況」に基づき、予算要求への反映状況について、「これまでの取組を引き続き推進」、「改善・見直し」の別を記載。

#### 【建設政策研究所―情勢の特徴 - 2006 年 7 月後半】

行政・公共事業・民営化

●「国土交通省は、本年度末をめどに耐震強化岸壁の緊急整備プログラムを 策定する。耐震強化岸壁が整備された港湾は、地震発生時に物資輸送拠点に なるため早期整備が必要とされているが、整備率は55%(今年1月時点) にとどまっている。同省は、300~500年に一度起きる規模の地震に対応す る岸壁を整備する従来の方法(特定タイプ)に加え、100~150年に一度の 地震に備える『標準タイプ』を新たに設け、効率的に事業化していく考え。 プログラムの計画期間は5年で、この間に整備率を70%程度まで引き上げ る方針だ。……新設する標準タイプは、100~150年に一度の地震の場合に は被災直後から利用可能で、300~500年に一度の最大級地震時には、1週間 程度の応急復旧により利用が再開できるレベルを想定している。特定タイプ よりも、コストが約2割縮減できるという。」(『建設工業新聞』2006.07.20)

#### 【IHI 免震装置の特長・桟構】

■トリガー機能:地震後もトリガーの再設定が不要
■復元機能:自重による復元力の利用で
地震後は元の位置に完全復帰
■コンパクト:地上付近の限界寸法に影響なし

■シンプル構造:部品点数を少なくし信頼性を向上
 ■メンテナンスフリー:地震後のシアピン交換作業などの装置復旧作業が不要
 ■汎用性:既設クレーンにも取付可能

B.桟構

IHI





【参照文献】

第11回日本地震工学シンポジウム の文献を次ページに記載

### 184

#### 港湾構造物の耐震性能設計体系について A FRAMEWORK FOR PERFORMANCE-BASED SEISMIC DESIGN OF PORT STRUCTURES

井合 進<sup>1</sup>, 菅野高弘<sup>2</sup>, 一井康二<sup>3</sup>, 野津 厚<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 土木学会・地盤工学会・日本地震工学会 港湾空港技術研究所 工博 Susumu Iai, JSCE/JGS/JAEE, Port and Airport Research Institute, iai@pari.go.jp <sup>2</sup> 土木学会・地盤工学会 港湾空港技術研究所 工博

Takahiro Sugano, JSCE/JGS, Port and Airport Research Institute, sugano@pari.go.jp <sup>3</sup> 土木学会・地盤工学会・日本地蔵工学会 港湾空港技術研究所 工修

Koji Ichii, JSCE/JGS/JAEE, Port and Airport Research Institute, ichii@pari.go.jp \* 七木学会・地盤工学会・日本地蔵工学会 港湾空港技術研究所 工修

Atsushi Nozu, JSCE/JGS/JAEE, Port and Airport Research Institute, nozu@pari go.jp

#### SUMMARY

Conventional seismic design for port structures is based on providing capacity to resist a design seismic force, but it does not provide information on the performance of a structure when the limit of the force-balance is exceeded. In this study, a design framework based on performance-based methodology is proposed, in which deformations in ground and foundation soils and the corresponding structural deformation and stress strain states are used as key design parameters. Based on the properly defined design earthquake levels and acceptable damage levels, the proposed performance-based methodology forms the basis for practice-oriented guidelines on seismic design of port structures.

キーワード:港湾構造物、性能照査、設計体系、耐震性能、耐震設計.

Key words: Design Guidelines, Performance Evaluation, Port Structures, Seismic Design, Seismic Performance

#### 1 はじめに

港湾構造物の耐震設計では、従来、設計地震力に対し て安定を保つために必要な抵抗力を構造物側で与えよう とする方法がとられてきた.しかし、この方法では力の限 界釣合い状態を超える外力が作用した場合の構造物の挙 動は不明である、この方法を踏襲して、仮に、阪神・淡路 大震災における地震動のようにまれに発生する著しく強 い地震動レベルに対して設計しようとすれば、建設・補修 費用は著しく過大なものとなる可能性がある。逆に、中程 度の地震動レベルに対して既往の設計法を用いて設計し た場合には、仮に阪神・淡路大震災における地震動のよう な激しい地震動が作用した場合の構造物の挙動を把握す ることは困難である、本論文では、現往の地震事例に見ら れる港湾構造物の挙動に関して、その力学的ならびに機能 上の特徴を再検討し、これらに基づいて、港湾構造物に必 要とされる耐農性能を考慮した新たな設計体系の構築を 試みた

#### 2 港湾構造物の地震被害例とその特徴

港湾構造物の地震被害例には以下のようなものがある.

#### 2.1 重力式岸壁の被害

重力式岸壁の地震被害例を Fig. 1 に示す。1995 年の版 神・淡路大震災における神戸港での被害である<sup>10</sup>、被害は、 著しい海側への変位、沈下および傾斜を伴うものである。 主要被害原因は、ケーソン直下のゆるく堆積した基礎地盤 の変形によるものである。

#### 2.2 矢板式岸壁の被害

矢板式岸壁の地震被害例をFig.2に示す<sup>3,1983年の日</sup> 本海中部地震における秋田港での被害である。被害は、矢 板背後の裏埋砂の被状化により、矢板本体に過度な土圧が 加わったことに起因している。この結果、矢板本体の曲げ

-975-

モーメントは過大となり、矢板に亀裂が発生することとなった。他の被害例を Fig.3 に示す。Fig.2 に示した被害例 と同一の地震における秋田港における被害例であるが、こ の場合には、控え工が被状化の可能性のあるゆるい砂層に 設置されていたため、岸壁全体が海側に変位する変形形態 を示している。以上の2 被害事例から、岸壁の地盤および 構造条件により被害形態が著しく異なることがあること が理解される。



Fig. 1 Damage to a caisson quay wall at Kobe Port



Fig. 2 Damage to a sheet pile quay wall at Ohama Wharf, Akita Port



Fig. 3 Damage to a sheet pile quay wall at Shimohama Wharf, Akita Port

#### 2.3 **杭式横桟橋の被害**

杭式模桟橋の地裏被害例を Fig.4 に示す<sup>10</sup>. 1995 年の版 神・淡路大震災における神戸巷での被害である。主要被害 原因は、桟橋直下の捨石盛土の海側への著しい変位による ものである。杭に加わる曲げモーメントが過大となり、杭 頭および杭地中部の双方で塑性ヒンジが発生している。地 震後に杭を引きぬいてその状況を調査したところ、杭地中 部での塑性ヒンジの発生が明確に確認されたものである。



Fig. 4 Damage to a pile-supported wharf, Kobe Port

#### 2.4 防波堤の被害

ケーソン式混成堤の地震被害例を Fig.5 に示す<sup>10</sup>. 1995 年の版神・淡路大震災における神戸港での被害である。被 害は、主に著しい沈下であり、混成堤のゆるい基礎地盤の 著しい変形によるものである。



Fig. 5 Damage to a composite breakwater at Kobe Port

-976-

#### 2.5 港湾構造物の地震被害の特徴

2.1~2.4 に示す地震被害事例に見られるとおり、港湾 構造物の地震被害において、工学的概点ないし設計実務上 の概点から地震被害とされるほとんどのケースは、港湾構 造物の著しい変形であって、構造的な崩壊ではない、した がって、このような構造物の耐震敗計においては、力の極 限釣合いに基づく従来の設計法よりも、構造物の変位や限 界応力状態に基づいて構造物の耐震性能を規定する設計 法が適している。

また、港湾構造物の地震被害を機能面から見た場合には、 岸壁をはじめとする港湾構造物は、並列物流システムとし ての特数を備えており、例えばある岸壁が被害を受けて使 用限難になっても、それに隣接する岸壁の機能が維持され ていれば、港湾全体としての物流機能が停止することはな い、この点は、高架橋で連続する道路や鉄道などの物流系 において、一部区間の地震被害が物流全体系に著しい影響 を与えるような直列システム群とは対照的な点である、港 湾構造物の耐震設計においては、このような港湾施設の物 流システム系としての特数を進切に反映することができ る設計体系を適用すべきである。

あわせて、港湾構造物は、震災復興の拠点、危険物取扱 などの機能を有する施設から、小型漁船の係留や機岸など の施設まで、きわめて多様である。港湾構造物の耐護設計 体系の構築においては、このような特徴も適切に反映する ことができる設計体系を構築することが必要である。

#### 3 提案する設計体系

以上のとりまとめから明らかなように、港湾構造物の耐 酸散計においては、取計における主要な評価対象として、 地盤および構造物基礎の変形とこれに伴う構造物の変形 および応力状態を設計パラメタとして考慮した設計法の 導入が必要である。このような計量性能の概念に基づく設 計法(以下耐量性能設計とよぶ)は現在発展途上のものと もいえ、1990年代の世界の地震被害の経験から生まれて きた<sup>50</sup>その目的は、「1はじめに」で述べた既往の設計 法の限界を改善することにある。以下では、これらの動向 も踏まえながら、港湾構造物に適した設計体系を検討して みた。

計
酸性能設計においては、設計地
度動強さのレベルを
通
切に定義し、そのレベルに応じた
許容被害程度を明確に
規
定する必要がある。多くの場合、2段階レベルの地
度動を
設計参照レベルとして
導入し、これらのレベルの定義は
以
下のとおり与えることが多い:

- レベル1地震動(L1):構造物の設計供用期間中に1~2 度発生する確率を有する地震動
- レベル2地震動(L2):構造物の設計供用期間中に発生 する確率は低いが、大きな強度を有する地震動

このうちレベル2地震動(L2)は、海外では構造物の供用 期間における 10%超過確率の地震動レベルとすることが 多い<sup>10</sup>. わが国の場合には、土木学会の第3次提言による ものがあり<sup>10</sup>,「現在から将来にわたって当該地点で考え られる最大級の強さをもつ地震動」と定義している。対象 地点およびその周辺に活断層が知られていない場合でも、 M6.5 程度の直下地震が起きる可能性に配慮するものとし、 これによる地震動をレベル2地震動の下限としている.

L1 および L2 の両者を用いる2 段階設計法は、1)L1 に 対して設計で規定したレベルの安全性および使用性を確 保し、2)L2 に対する被害形態および被害程度を明確化す ることをねらっている。この2 段階設計法は、L2 に対す る被害程度規準を満たすのみでは L1 に対する安全性およ び使用性を確保できない場合、ないしは L1 に対する設計 のみでは L2 に対する耐震性能が確保できないなどの状況 が想定される場合に有用であり、世界の中では地震活動度 が中ないし高レベルの地域がこれに該当する。わが国もこ のような高レベルの地震活動度の地域に属していると考 えられる。特に注意したい点として、L2 のように強地震 動に対する耐震性能質量において、L2 に対する耐震性能質をあしより も厳しく設定した L1 に対する被害程度規準が、自動的に 満たされる保証がない点がある。

許容被害程度は、対象施設の利用形態・港湾全体として の機能確保などの結条件を踏まえて規定し、Table 1 に示 すように、あらかじめ構造被害と機能被害に分けて検討し ておき、最終段階でこれらを総合的に判断して許容被害程 度を設定することにより、許容被害程度の意味づけにおけ る混乱が避けられるものと考えられる。同表における構造 被害は被災した構造物の本格復旧に要する費用・労力に直 援関係するもので、地震による直接被害とよばれる。機能

Table 1 Acceptable level of damage in performance-based design\*

許容被書程 度	構造被害 (直接 被害)	機能被害(間接 被害)
被害程度 I: 使用可能	無被害ないし 軽微な被害	機能維持ない し軽徴な機能 低下
被害程度 Ⅱ: 補修可能	限定被害**	短期間の機能 停止***
被害程度 田: 非崩壞限界	著しい被害(崩 壊はしない)	長期間の機能 停止ないし機 能喪失
被害程度 IV: 崩壞++++	構造喪失	機能喪失

\* 人命や財産の保全、農災復興ないし緊急防災拠点、有害物や危険物取扱いなどの機能を果たす施設の場合には、上表に示す一般的項目に加え、これらの施設特有の機能の規点からの許容被害程度を考慮すべきである。
\*\* 限定された塑性応答ないし残留変位

\*\*\* 短期間の応急復旧完了までの機能喪失

\*\*\*\* 構造物崩壊時の周辺への影響は著しくない

#### 第11回日本地震工学シンポジウム

被害は、本格ないし応急復旧に要する時間や費用に関係す るもので、地震による間接被害ともよばれる。港湾構造物 の本来の機能である海上と陸上の物流の投点を担う機能 のほか。港湾構造物の機能としては、人命・財産の保全。 震災復興拠点。危険物取扱い施設の安全確保などが該当す る施設もある。これらの機能を果たす施設の場合には、 Table 1 に示すものに追加する独立した検討項目の形で、 これら該当機能に関する許容被害レベルを考慮しておき、 最終段階でこれらすべてを総合的に判断して許容被害程 度を設定することが適当である。

これらの設計地震動レベルおよび許容被害レベルに基 づいて、対象構造物に要求される耐震性能のレベルは、 Table 2に定義した耐震性能グレード S, A, B, Cにより規 定することが適当と考えられる. 耐震性能設計においては、 構造物を、これらの耐震性能グレードの要件を満たすよう に設計するのである。

耐酸性能設計における主な手順はFig.6に示すとおりである。

- 1) 耐酸性能グレードS、A、B、Cの遺定:まず第一段階として、Table 1、2を参照し、設計対象施設の利用形態・港湾全体としての機能確保などの結条件を詰まえて許容被害程度を考慮して、対象構造物に適した耐酸性能グレードを遺定する.これとは別に、構造物の重要度に基づいて耐酸性能グレードを遺定してもよい、構造物の重要度は、設計基準類に示されていることが多く、その例をTable 3に示す、利用形態・港湾全体としての機能確保などの結条件によっては、必要に応じて、耐酸性能グレード S、A、B、C 以外の耐酸性能を 導入してもよい.
- 2) 被害程度規準の設定:許容被害程度を変位、極限応力 状態。塑性率などの工学的パラメタにより規定する. これについては、「4被害程度規準」において解説す る。
- 3) 耐農性能照査:耐農性能照査は構造物の地農応答解析 結果として得られる工学的パラメタと先に設定した 被害程度規準と適比較により行う.仮に解析結果が被 害程度規準を満たさない場合には、原設計断面ないし 既存構造物を改良する.被状化対策としての地盤改良 も、この段階で必要となる. 液状化対策の詳細につい ては、文献 %を参照のこと.

#### 4 被害程度規準

前章で述べたとおり、耐酸性能設計においては、許容被 害程度を、対象構造物の地震応答特性を考慮して、変位、 限界状態応力。ひずみ、塑性率などの工学的パラメタによ り規定する。これを被害程度規準という。被害程度規準は、 前章に示した Table 1 に基づいて、対象施設の利用形態・ 準満全体としての機能確保などの結条件も考慮しつつ、主 に設計に関して高度の知識・技術を有する専門家が主体と なって設定するのがよいであろう。岸壁の利用形態として

#### Table 2 Performance grades S, A, B, and C

耐震性能グ	設計地震動	
レード	レベル1(L1)	レベル 2(L2)
グレード S	被害程度 I: 使用可能	被害程度 I: 使用可能
グレード A	被害程度 I: 使用可能	被害程度 Ⅱ: 補修可能
グレード B	被害程度 I: 使用可能	被害程度 III: 非崩壞限界
グレード C	被害程度 Ⅱ: 補修可能	被害程度 IV: 崩壊



Fig. 6 Flowchart for seismic performance evaluation

は、一般公共埠頭のように走行式クレーンが装備されてい ない埠頭で、危険物や人命関連施設には該当せず、かつ前 面海域が十分に広い場合も多く、このような場合には、港 湾構造物の被害程度規準の目安は、以下の条件に基づいて 導いてよいものと見られる.すなわち、Table 1に示す機 能被害程度Iが、被害程度規準における許容被害程度Iを 規定し、同表に示す構造被害程度 II~IV が、被害程度規 準における許容被害程度 II~IV を規定するものと考える のである、具体例として、重力式岸壁の被害程度規準の設 Table 3 Performance grade based on the importance category of port structures

<b>耐震性</b> 能 グ レ ード	地震による構造物被災の影 響程度に基づく定義	重要度*に 応じた構 造物種別
グレードS	③構造物が護否を受けた場合、多くの人命・財産の損失を与えるおそれのあるもの ②酸災復興に重要な役割を果たすもの	特級
	③有害物又は危険物を取扱う構造物で、裏害を受けた場合に人命又は財産に重大な損失を与えるおそれのあるもの ④構造物が裏害を受けた場合、関係地域の経済・社会活動に重大な影響を及ぼすもの	
グレードA	グレード S 構造物のうち① ~④の程度が著しく高くは ないないもの、または、 ⑤構造物が叢書を受けた場 合、復旧にかなりの困難が 予想されるもの	特級~ A 級
グレー ドB	<ul> <li>一般的な構造物でグレード</li> <li>S.A.C以外のもの。</li> </ul>	A級~B 級
グレードC	小規模な構造物で容易に復 旧が可能なもの。	B級~C 級

\*文献"に示された重要度

#### 定の例を以下に示す。

重力式岸壁の被害程度規準を規定する上で、機能被害の 観点からは、船舶接岸の安全性、荷役車両の走行性、荷役 作業の安全性、冠水、滞水など、また、構造被害の観点か らは、変位や模領角(セルラーブロック式岸壁の場合には プロック間のすべりを含む)などについて検討する必要が ある。なお、原理的には、壁体を構成するコンクリート部 材に対する応力照査も必要となる。しかし、現住の地震事 例では、コンクリート部材が応力限界に達して損傷した例 は少なく、現行設計法によって設計した新面であれば、ケ ーソン底面がコンクリートにより岩盤に直接固定される 場合や新形式のケーソンなど特殊な場合を除き、多くの場 合、部材応力については、耐震性能照査を省略してよいと 思われる。

照査対象項目としては、Fig 7に示すとおり、構造物本体については、変位、沈下、傾斜、法線の出入りなど、エプロンについては、沈下(エプロン上段差)、エプロンと 背後地の段差、傾斜などがある。

耐酸性能照査においては、先に述べた機能被害および構

造被害の親点からの結検討項目の一つ一つについて、上に 述べた照査項目から該当する項目を拾い出し、それぞれの 許容被害程度を設定し、これらを総合化して、対象施設の 被害程度規準を設定する。

重力式岸壁の被害程度規準は、Table 4 を参照し、設計 対象施設の構造に関する結条件を考慮して設定する。 Table 4 に示す被害程度規準は必要最小型の要件を示して いる。したがって、耐震性能照査において、照査対象項目 によって被害程度が異なる場合には、このうちの最も著し い被害程度をもって検討対象構造物の被害程度とする。例 えば、同表を用いて被害程度を設定した場合の耐震性能照 査において、海側への模得角は3°以下に留まるが法辦変 形率は 15~5%となる場合には、対象構造物の被害程度 は II と判定する。



Fig. 7 Parameters for specifying damage criteria for gravity quay wall

8	Table 4 Dan	aage criteri	a for gravi	ity quay t	wall
許習	9被害程度	被害 程度 I	被害 程度Ⅱ	被害 程度 皿	被害 程度 IV
壁体本	法粮变形 率(d/H)*	1.5% 未満 **	1.5~ 5%	5~ 10 %	10%以 上
体	海側への 残留傾斜 角	3" 未 満	3~ 5 *	5~ 8 -	8~以 上
エプロ	エプロン 上の段差	0.03~ 0.1 m 未満	N/A	N/A	N/A
2	エプロン と背後地 間の段差	0.3~ 0.7 m 未満	N/A	N/A	N/A
	海側への 傾斜角	2~ 3 <sup>*</sup> 未 満	N/A	N/A	N/A

 ・ 虚 壁体天端の残留水平変位: E: 重力式壁体の高さ
 \*\* 代替規準に「法線の出入りが 30 cm 未満」もある

-979-

なお、走行式クレーンなどが装備されている岸壁の場合 には、別途、これらの荷役施設の機能および構造安定条件 の制約から、岸壁に関する被害程度規準の制約を課す必要 がある。

#### 5 耐震性能脈査における解析法種別

計農性能照査型設計における地震応答解析では、港湾構造物の地震時挙動を評価し、その結果が予め設定した被害 程度規準(変位、応力、塑性率、ひずみなどで与えられる) を満たすか否かについて照査することを目的とする、解析 法の選定においては、それぞれの耐農性能照査に適した解 析法を選定する必要があり、一般に、耐農性能グレードが 高い施設には高度の解析手法が必要となる。

地震危険海解析。表層地盤の地震応答/液状化解析およ び港湾構造物の地震応答解析には種々のものがある。これ らの解析法は、その難易度および解析能力によって以下の ように大別される。

- 簡易解析:滑動限界または弾性応答限界の機略評価。 および構造物の残留変位の概略オーダーの評価に適 した解析
- 2) 簡易動的解析:より広い適用性があり信頼性もより高い、予め想定した被害形態のもとでの変位、応力、塑性率、ひずみの評価が可能な解析
- 3) 動的解析:最も高度、地膜時に発生する被害形態および被害程度(変位、応力、塑性率、ひずみなど)の評価が可能な解析

各耐酸性能グレードに対して最も適切と見られる解析 法種別をTable 5 に示した。この表においては、耐酸性能 グレードが高い構造物ほど高度の解析法が必要になると いうことを基本としている。同表に示すとおり、より難易 度の低い解析法も、概略設計段階や世界各地でみた場合に 特に地酸活動度が低い地域での設計では用いることがで きる。

解析法の例としては、重力式岸壁の場合には、簡易解析 では護度法、簡易動的解析では副体滑動解析または簡易算

解析法種	討農性能	グレード	25 5	2	
別	Grade C	Grade B	Grade A	Grade S	
簡易解析					
簡易動的 解析		•			
動的解析					
凡例:	1	ŀ			
國	準的設計な	いし設計の	最終段階に	用いる	
観	略設計ない	し世界でもい場合に用	地震活動力	《低く設計	

#### 定チャート、動的解析では非線形有限要素法、などがある.

#### 6 結論

本論文は港湾構造物の耐農設計体系について検討した もので、力の補限的合いに基づく既往の設計法の限界を改 善することをねらったものである。このため、まず、地農 事例に見られる港湾構造物の挙動について、その力学的な らびに機能上の特徴を再検討した。この結果、1)工学的規 点ないし設計実務上の観点から地農被害とされるほとん どのケースは、港湾構造物の港目い変形であって、構造的 な崩壊ではないこと、2)港湾構造物の地農被害を機能面か ら見た場合には、岸壁をはじめとする港湾構造物は、並列 物流システムとしての特徴を備えており、例えばある岸壁 が被害を受けて使用限難になっても、それに隣接する岸壁 の機能が維持されていれば、港湾全体としての物流機能が 停止することはないこと、の2点を踏まえた設計体系が必 要であることがわかった。

以上の点を反映する形で、設計における主要な評価対象 として、地盤および構造物基礎の変形とこれに伴う構造物 の変形および応力状態を設計パラメタとした新たな設計 体系を示した。この体系では、許容被書程度の設定におい て、構造被書と機能被書とをあらかじめ分けた形で検討し た上で最終的に総合的な被書程度を設定する点、種々の解 析は種別を耐震性能グレードなどに関連づけて速定する 点、など、港湾構造物の耐震設計に通すると思われる要点 を盛りこんだ点に特徴がある。

#### 参考文献

- 宿宮隆昌ほか24名:1995年兵庫県南部地震による港 湾施設等被害報告,港研資料No.857, pp.1-1762,1997
- 土田 豪ほか6名:1983年日本海中部地震港湾被害 報告,港研資料 No.511, pp.1-447, 1985
- Iai, S. and Ichii, K.: Performance based design for port structures, Proc. UJNR 30<sup>th</sup> Joint Meeting of United States-Japan Panel on Wind and Seismic Effects, Gaithersburg, NIST SP931, pp.84-96, 1998
- SEAOC: Performance based seismic engineering of buildings, Structural Engineers Association of California, Sacramento, California, 1995
- Steedman, R.S.: Seismic design of retaining walls, Geotechnical Engineering, Proc. Institution of Civil Engineers, 131, pp.12-22, 1998
- 運輸省港湾局監修:埋立地の液状化対策ハンドブック (改訂版)、沿岸開発技術研究センター、pp.1-421, 1997
- 運輸省港湾局監修:港湾の施設の技術上の規準・同解 総、日本港湾協会、1999
- PIANC: Seismic design guidelines for port structures, Balkema, pp.1-474, 2001
- 9) 土木学会:土木構造物の耐震設計法等に関する第3次 提言と解説、2000

【復旧プロセス】

#### 平成7年月日復旧状況

- 1月17日 兵庫県南部地震発生。
  - 25日 「神戸港復興対策連絡会議」設置、復興に向けて官民の連絡調整を図る
  - 25日 政府が兵庫県南部地震を激甚災害に指定。
- 2月17日 神戸港港湾計画改訂。平成17年を目標に既設埠頭の再開発、「六甲アイラン ド南」建設を決定。
- 3月1日 政府が特別財政援助法及び各省令を公布し、国庫補助等の特例措置を講じる。 17日 応急復旧工事の結果、利用可能バースが107バースにまで達する。
  - 20日 摩耶埠頭においてガントリークレーンによるコンテナ荷役が再開。
- 4月11日 コンテナターミナルの24時間・日曜・祝日荷役について港運労使が合意。 28日 神戸港復興計画委員会報告。
  - 30日 公社6バースでガントリークレーンによるコンテナ荷役再開。
- 7月1日 阪神高速道路湾岸線が全線開通
  - 31日 ポートライナー(神戸新交通ポートアイランド線)全線開通。
- 8月1日 摩耶大橋開通。本格復旧第1号として東神戸フェリー埠頭第4バースが供用 開始。
  - 23日 六甲ライナー全線開通
- 10月30日 阪神・淡路復興委員会が最終報告。上海・長江交易プロジェクト等を提言
- 11月15日 ハーバーハイウェイ(港湾幹線道路)の高羽ランプ~摩耶ランプが開通。
  - (六甲アイランド~摩耶埠頭が高架道路で結ばれる。)
  - 13日 六甲アイランド仮設桟橋埠頭(S-BC)が供用開始。
  - 16日 上海・長江-神戸・阪神交易促進会議開催(16~19日)。

#### 【平成8年月日復旧状況】

- 2月1日 六甲アイランド仮設桟橋埠頭の全体が完成。
- 2月19日 阪神高速道路神戸線の摩耶~京橋間が開通。
- 3月4日 世界最大のコンテナ船「レジナマースク」号RC-4入港。
- 4月15日 ポートアイランド(第2期)に日本初の水深15m大水深高規格コンテナバース供用開始。
  - 18日 K-ACTバース供用再開
- 5月9日 神戸港復興推進協議会発足。
- 6月30日ポートターミナルビル、前面Q1バース復旧完了。
- 7月4日神戸大橋及び浜手バイパス全線通行再開。
  - 20日 六甲アイランドフェリー埠頭復旧完了、全面供用再開。
- 8月24日 ハーバーハイウェイ全線通行再開。

- 9月30日 阪神高速道路3号神戸線全線開通。
- 10月1日 中突堤岸壁復旧完了。
  - 18日 上海・長江交易促進プロジェクトの神戸港交易港区決まる(ポートアイランド /62ha)
- 11月1日 事務手続簡素化の一環として、神戸市に提出する岸壁使用許可申請書等をF AXでも受付開始。
- 12月26日 中突堤西地区浮桟橋整備完了。

#### 【平成9年復旧状況】

- 3月31日 港湾施設全面復旧
- 5月19日神戸港復興宣言

#### 第2章 都市災害の概況

氏庫県南部地震(阪神・淡路大震災)は、人的被害において、戦前の関東地震につぐ地震災害となった。また、市街地において多くの箇所で火災が発生し、延焼城が広範囲に及んだ。国内で3,800人 以上の死者を出した地震被害は、1948年6月の福井地區(MT.3)以来で、近畿地方でM7.2を記録 したのは、1927年3月の北丹後地震(MT.3)以来である。

主要な被害が発生した位置と被害内容を、図2.1に示す。



図2.1 主要な被害箇所と被害内容

#### (1) 被害要况

今回の地選では、地選災害として挙げられる全ての被害事象が発生した。火災・液状化による被 害、建物・ライフラインの被害、道路・鉄道の被害などが顕著であった。これらの被害は、活断層 の直下型地震により、大規模な地盤振動によるものであり、阪神地区で想定されていた地震規模以 上のものであった。また、阪神地区は、古い歴史をもつ都市であり、新旧入りくんだ建物と細い路 地により、被害が暗長されたものと考えられる。

3月25日現在での死者 5.497人・行方不明者 2人及び重軽傷者の多くは、建物倒壊と火災による ものである。

-18-

被害総額は、9兆5.060億円であるが、その内訳を表2.1に示す。最も被害額が大きいものは、 建築物の5兆8.000億円で、総額の80%を占めている。次に大きいものは、港湾の1兆400億円と なっている。

この被害額は、直接的な被害であり、間接的な経済活動の低下分を含めるとさらに大きなものと なると考えられる。

	項	E		金額	板 要
建	藥		物	58,000	倒壞、使用不能
					JR西日本 1,630、JR貨物 40、阪急電鉄 860、
					阪神電鉄 700、神戸電鉄 150、山陽電鉄 70、
萩			遁	4,070	神戸高速鉄道 380、市営地下鉄 200、
					神戸新交通 40
-				0 000	阪神高速道路 5.000、日本道路公団 1.000、
1.06	煾	迎	箱	6.000	(中国縦貫道、名神など)
		1. 44-			道路 1.191、河川 196、海岸 15、砂防 8、
12	項目       建築     第       建築     第       高速     道       公高速     二       水     二       東     東       東	共 土 木 種 設 3,215 下水道 1,123、街路 41、		下水道 1.123、街路 41、公園 115、	
6	商建道道	69 MA (	)		国直轄事業 526
溃			滴	10,400	公共 8,000、民間 2,400
					佐野、志筑 7、南芦屋浜、芦屋浜 40、
1 <sup>26</sup>	题 立	78	04	西宮、甲子園 17	
					県立学校 141、市町立学校 1.686、
χ	教	施	設	2.524	社会教育施設 302、体育施設 206、文化財 9、
					県立大学 3、私立学校 177
	第         物         58.000         倒壊、使用不能           進         道         4,070         湯西日本         1.630、混貨物40、飯急電鉄860、 阪神電鉄700、神戸電鉄150、山陽電鉄70、 神戸新交通40           速         遊         路         6,000         阪神高速道路5,000、日本道路公団1,000、 (中国縦貫道、名神など)           : 共土木施設         3.215         道路1,191、河川196、海岸15、砂防8、           : 共土木施設         3.215         道路1,191、河川196、海岸15、砂防8、           : 未土木施設         3.215         道路1,191、河川196、海岸15、砂防8、           : 本土         64         佐野、古菜7、南芦屋浜、芦屋浜40、           : 立         塩         64           : 支         2.524            : 秋         施         2.524           : 秋         施         2.524           : 秋         車         975           : 換         第         975           : 換         第         921           : 本本         座         975           : 換         第         921           : 本 本         座         975           : 二 施         ※         921           : 二 教         ※         11           : 二 教         ※         12           : 二 教         ※         12 <td: td="" 二="" 教<="">         ※</td:>				
農	項目         金額         概         要           建築物         58.000         剝壊、使用不能 32四日本         1.630、月貨物(40、阪急電鉄)86           鉄         道         4.070         現西日本         1.630、月貨物(40、阪急電鉄)86           廃神電鉄700、神戸電鉄150、山陽電鉄7         地戸電炎通40           高速遊路         6.000         阪神電速道路 5.000、日本道路公団 1.000、 (中国縦貫道、名神など)           公共土本施設 (高速道路除く)         3.215         道路 1.191、河川 196、海岸 15、砂防 8、 下水道 1.123、街路 41、公園 115、 国直轄事業 526           漆         商         10.400         公共 8.000、民間 2.400           理         立         64         佐野、志筑7、南芦屋浜、芦屋頂浜40、 西宮、甲子園 17           実         敷 段         2.524         社会教育施設 302、体育施設 206、文化財 9 県立大学 3、私立学校 141、市町立学校 1.686、           葉         約         2.524         社会教育施設 302、体育施設 206、文化財 9 県立大学 3、私立学校 177           農林水 産         975         農地 14、農業用施設 137、治山路設 36、 漁港 199、水産業施設 22、農業共同利用施設 73、木材流通施設 3、卸売市場 491           廃 産 物 ・ し 尿処理施設         41            ど 窓 処 数         521         配水油、配水管、浄水場           ガス ・電気         2.510         ガス 210、電気 2.300           通 信 ・ 放 送 施 股         440         電気通信 3           前         4500         現気運営施設 376、数送施設 11、ケーブル 1 ビ 44、兵庫衛星通信 9           商         第 300         機械、装置           許				
					73、木材流通施設 3、卸売市場 491
暁	糜	物	٠	41	
L	尿起	理施	誜	41	
水	道	胞	設	521	配水池、配水管、浄水場
Ħ	ス・	電	気	2.510	ガス 210、電気 2,300
洒	63		•	440	電気通信施設 376、放送施設 11、ケーブルテレ
放	透	施	設	660	ビ 44、兵庫衛星通信 9
商			I	6.300	機械、装置
	8f			95.060	

表2.1 被害項目と被害額()

(平成7年2月2日現在、単位は億円)

-19-

#### (3) 経済活動に及ぼす影響

日本の第二の経済活動拠点である阪神経済圏を直撃した阪神大震災(兵車県南部地震)は、大共 実とともに経済活動に与えた影響も大規模なものとなった。

日本の国内総生産のうち、阪神経済圏の占める割合は、約15%の約70兆円(1991)に及んでいそ。 一日の額合に施算すると、約1,920億円になり、経済的影響は計りしれないと思われる。

必済企画庁は、『都市機能が集中している地域だけに、経済活動の停滞が長引くことが日本経済 に与えるマイナスの影響は予想外に大きい」といっている<sup>11</sup>。一方、エコノミストの間には、『時 間がたてばインフラ復興のための需要が出てくるため、長期的には目先のマイナス面を上回る経済 効果があるだろう」とみている面もある。しかし、復興に必要な資金調達を国・自治作が債券を発 行すれば長期全利を押し上げ全国への景気に悪影響を与える可能性も考えられる。例えば、関東大 魔災では、「農災手形」により、昭和2年には銀行の倒産が相次いで金融恐慌を招いたとも言われ ている。

反神大震災に関連した被害総額については、直接・関接の被害を合わせると『40兆円』とも言わ れている(稲葉日商会頭)。主要公共関連の被害後旧額では、鉄道が 4.120億円、大阪ガス 150億 円、関西電力 2.300億円、港湾施設約 5.000億円などの額が予想されている。

一方、被害を受けた企業の営業収入減は、関西電力 200億円、大阪ガス50億円、JRの東海道新 幹線は一日当たり約5~6億円であり、今年度 360~440 億円の減収、民間の日本生命の賃借ビル の到壊による収入減は 16(億円などと言われている。

これらの被害は、数値として挙げられるものであるが、企業などの操業率の低下・中止などをみ ると、次のようになっている。

幹線道路の破壊により、京阪神の多くは、物流への影響(企業への物資・生活物資)が出ている。 大阪府池田市の自動車組立工業では、部品が届かず操業が出来ない事態となった。 製鋼所などでは、 電気・ガス・木の停止により、操業を中止あるいは稼働率を含としている。神戸製鉄所の高炉は、 操業を全面的に停止している。

電気産業では、停電とともに倉庫内の部品が床に散乱し、すぐの生産開始が出来ない企業もある。 食品会社では、工場の被害と原材料の入荷不足にともない断水により生産が出来ないところもある。

第戸港は、日本最大の貨物港であり、貨物取扱量は約1億 、000万トンその内国際コンテナの 取量は 4,000万トンである(1993年実績)。神戸港への輸入品は、食料品24%、衣類・家具26%、 また輸出品では機械類43%、化学製品16%、繊維2%となっている。また、神戸港は、大型コンテ ナ始の専用岸壁をもち取米・アジアなどと結ぶ定期航路の基地でもある。しかし、今回の地震によ り神戸港は、岸壁が大きく陥没したりエブロンの亀裂などが発生し、かつ岸壁背後の波状化に伴い 使用は不能となっている。今後の復旧期間を進みても、海上物流の低下による経済的影響は、港湾 依存産業ならびに関連産業の企業の経営をも悪化させる要因と思われる。

反神地区でのライフラインの途絶と物流が断絶している場合、企業の生産活動・個人消費への参響は、経済的に大きな打撃となる。

関東大震災(M7.9)では、死者・行方不明を約14万人をだし、地震発生から三週間後「帝都復興 能」を設置し、当時の金額で約4億7.000万円(国の一般会計の3割程度)を使用した。その後、 歴災から3年目から都市としての機能が回復したが、その後5年間財政資金を投入し、東京を中心 に没入した資金は、約16億円(現在に後算すると60~70兆円)であった。関東大震災では、当時の 帝都は日本最大の生産・注費の場所であり、その復興のプロセスを今回の阪神地区に当てはめるこ

-25-

とは難しい。神戸を中心とした散神地区は、生産・消費の流通の大動脈であり、車店とは進った脈 響が全国に波及すると考えられる。

また、関東大震災の当時は、都市の再復興に限して政府の強権が発動されたが、今日の都市復興 計画には住民側の私権を置みて、政府・地方自治師が押し進める必要がある。

従って、避難生活の長期化と相まって、日本の経済への影響は、図りしれないと思われる。

出典:(社)建設コンサルタンツ協会 平成7年5月

#### 平成21年国内主要港湾統計

and the states	兼位	積高速	前东北	東京湾	前年社	名言狀清	前年比	大阪港	前年出	神戸湾	10.93
<b>其 我</b>	莨	37,104	85.9	28,118	\$3.0	32,375	83.6	25,302	80.8	36,482	88.0
	Ŧ#:-	252,843	82.4	160,782	95.2	212,614	89.0	124,153	81.5	187,076	97.3
9540AD	爱	10,316	14.2	5,925	97.6	#,130	90.8	3,670	82,4	7,825	92,1
	tiat.	219,015	92.4	124,578	95.8	174,813	89.7	80,192	89,7	111,953	90.6
35	用	5,110	94.3	5,004	96.1	4,190	36.4	3,713	95.0	4,124	98.2
0	tier.	130,142	18.5	117,497	96.0	97,184	96.6	60,416	93.9	96,197	97.4
NACAS	. 10	26,798	84.0	22,193	91.8	28,245	81.4	19,632	78.1	28,957	87.0
	1821.	38,829	107.8	36,204	90.3	37,901	35.4	(0,001	93.7	47,123	68.3

海上出入货物

	1000	単位	铁河港	前年出	東京港	nu:	名古蒙港	前年出	大阪後	前年出	神戸地	1142
		12	115,528,762	81.5	72,413,330	88.0	165,067,751	75.7	80,944,790	87.1	77,027,010	80.9
		TIU	2,297,994	80.4	3,810,769	81,7	2,112,738	75.0	2,099,867	\$3.6	7,347,034	82.9
	10	14	79,809,900	81.9	40,684,247	99.2	105,429,015	78,8	32,816,575	91.1	41,188,396	96.4
NUERB	4611	300	34,548,141	13.1	12,134,664	85.7	39,935,838	20.3	9,700,750	84.0	19,326,415	81.5
	输入	14	40.490,759	.90.4	28.549,543	90.8	68,490,177	64.2	23,115,825	.94.5	23,861,585	90.9
355 コンテナ 貨物	11	24	41,812,298	83.6	36,227,989	49,4	36,848,502	79.2	28,302,040	94.7	30,324,665	68.2
	MICT	12	21,045,791	81.4	11,445,589	87.1	12,939,701	28.1	7,825,648	90,7	14,610,248	96.7
	植人	12	20,706,007	86.0	26,782,396	90.4	18,927,601	12.3	29,766,392	96.2	13,835,417	89.6
30/7++ 開設	12	TEU	2,555,237	79.8	2,299,269	91.2	2,051,863	28.0	1.810.067	91.5	1,772,895	86.8
	10(1)	TEU	1,379,287	81.6	1,959,997	90.2	1,094,811	17,9	837,108	25.4	945,555	48.2
	输入	TEU	1,175,990	77.6	1,839,312	92.0	1,017,012	78,1	1,005,999	93.8	827,343	81.3
ARRIS	12	141	46,488,962	.10.8	31,729,083	87.6	56,638,736	20.6	48,127,715	94.5	33,838,614	74.9
	811	14	14,723,565	28.9	10,475,523	#4.1	36,280,429	67.9	38,876,868	#2.1	13,796,872	78.2
	称人	te.	23,745,297	82.2	21,253,560	99,4	26,358,307	74.6	27,357,412	82.6	29.042.042	75.3
14。 コンデナ 資料	R	R2	2,421,985	99.3	2,476,401	80.0	426,094	33.1	1,824,352	1.66	3,396,668	95.4
	0111	10	1,204,444	89.2	1,249,482	34.9	415,418	32.3	1,087,009	92.0	1,545,302	87.8
	83.	Nº.	1,197,111	443.6	1,228,169	86.0	210,676	34.8	556,443	81.2	1,850,746	103.1
3ンチナ 例数	21	TEU	242,737	87.4	411.100	96.0	00,875	32.7	256,829	87.6	674,326	91.8
	科出	TEU	204,841	83.5	269,944	90.8	30,149	34.5	179,628	87.2	213,397	88.6
	83	TEL	137,916	90.9	141,556	90.T	38,726	31.1	77,192	86.4	268,529	34.8

(3) コンテナ編載は、実入・空の合計。 (32) 各主要権時代、主要権の数値の中には連察値での報告のものもあるため、後日変更する場合があります。

貿易額

	単位	橫泥邊	前年比	東京港	前年出	名古篇港	前年出	大饭港	max.	神戸港	前年計
A 31	第四	87,518	63.5	107,955	77.0	99,775	61.0	58,460	78.0	64,871	70.7
441131	017	35,099	60.3	36,655	67.9	67,965	41.1	28,767	76.7	62,402	69.5
職入部	他们	27,439	43.8	66,500	83.0	32,109	60.8	32,693	29.1	22,469	73.1

X7008A86249 (48214) @ARRES

出典:横浜公安局統計データ

JNES/SAE07-000

#### 07 解析報-0080

平成19年3月

# 津波解析コードの整備及び津波の河川遡上解析

#### 【概要版】

わが協の原子力発電用は、多量の液球水を取得する必要性から廃草に立地する場合が多い、そ のため、津和に対する安全性を確保することが重要となる。

津波に対する原子方発電所の安全性を評価する際、津波の差上お上び引き波に対する安全機能 への影響評価が必要となる。津波の道上に対しては、一般的に登地前面の海域から道上してくる 岸波を対象とし、その道上高さが登地高さを超えないことを確認することになる。しかし、我が 国の原子力発電所には、可川に隣接して空地している場合がある。このような解説の場合、可川 側の場路から道上してくる津波に対しても安全性を評価する必要がある。

平成13年9月に改訂された「発電用原子伊施設に関する新興設計審査指針」においても、律能 を地震論伴事象と位置付けて、施設の供用期間中に極めてまれに発生する可能性のある律法によ って、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないことを確認するよう求めている。

原子力定全基整備構では、律校に対する軟質定全性評価に備えて、逆地学校および空地学校を 対象とした律校解析コードSA300AAGを整備してきた。これまでに、日本送海および大学伴全域、 さらにはインド件の構成地形データを整備するとともに、1960年テリ地質学校や1983年日本海 中部地質学校、2004年インド伴学校など既任の律校をシミュレーション解析で再現することによ り、SA20CAAGコードの検証を行ってきた。

本作業では、単数研究の兼新知見を導入すべく、体数の週上モデルとして新たに小谷らの方法<sup>16</sup> を導入するとともに、このモデルを河川道上間違に適用し、解析抽集と観測記録を比較した。今 調導入した方法は、東北大学におけるTD/E Projectの一個として公開されている"TURADE code" から引用したものである。また、単数の河川道上の観察事例として、2005年十勝件地震による単 質を対象に検証した。

図1に解析結果を示す。十勝川町口付近の岸鉄の道上高さおよび道上範囲を示す。岸鉄の鉄原 モデルは、大阪ら<sup>3</sup>の執文を参照し、数定した。解析の線果、大津港付近では、1m経度の道上高 さとなり、土木学会において公表されている披育写真(写真1参照)<sup>5</sup>から根定される放酵高さ (1-2m) と使わ一扱した。しかし、同解析では、十勝回における約112mの同回道と<sup>6</sup>を再現する ことはできなかった。これは、本条考慮すべき同川の水位(水泥)を考慮していないことが主な 原因と考えられる。

可口付近では、河川の水流が岸直にとって寝となり、水位が上昇してより陸城に適上しやすく なることが予想される。河川に開催して立地する原子力発電所の岸接に対する安全性を評価する ためには、今後、河川水道を考慮した河川通上モデルの構築が必要である。

今後予定されている原子力発電所の律信に対する安全性詳価に際し、本作業で導入した過上で デルを活用していく。

#### 参考文献

- 小谷美佐, 今村文彦, 首藤博夫, GIS を利用した岸鉄道上計算と被害推定法, 南岸工学職文集, 第45 世, 3p 356-360, 1996.
- 大坂主一、与村文彦、現地データを利用した 2003 年十勝府地震津波の数波解祝と特性の把握。 海岸工学論文集、第51 巻、pp.271-275, 2004.
- 3) 藤間抗司、今村文彦他、2003 年十勝件地震により発生した津沢の特性、土木学会、2003 年十 勝件地震被害調査報告会、2003.
- 4) 安田浩保、律長の河川道上、平成15年(2005年)十勝府地震波音調査報告、北海道開発土木 研究所用維持集号、2015-22, 2003.

#



図1 十勝川河口付近における津田の道上高さとその範囲



写真1 大律権における律校の依頼 (フェンスに核る街寨)



出典:http://www.jnes.go.jp/content/000010951.pdf#search JNES/SAE07-080 07解析報-0080 津波解析コードの整備及び津波の河川遡上解析より

# Group 15's Final Presentation Slides



# **1995 Hanshin-Awaji Earthquake Back** ground

6\$2

Past case

Maximum level earthquake in last century

Economy:10 trillion yen Casualties:50,229 ſ **Damage Scale** 

Damage of harbors ⇒ berth and gantry crane





# Agenda

# **Back ground**

- Past case
- Grasp the original state Interview
- **Problem presentation**

ง่

- **Prerequisite condition** 
  - **Before earthquake**
- <u>After earthquake</u>
  - Solution
- Port system of IC chip IC chip
  - Effect
- Challenges for the future





# Trading company Probability of 70% within 30 years??? Manufacture Fokyo Earthquake! ➤ Citizen proof berth and the crane one by one. These equipments are presumed that operation are possible up to 7 in the Information systems are behind with Earthquake-proof evaluation of port / It is equipped with an earthquake-The Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Harbors Motor Vehicle Department of Tokyo <u>earthquake –proof</u> seismic intensity. Yokohama Ports and Harbors Bureau **Back ground** Interview Metropolitan

Import and export trading agent Port worker/staff and port tour of Daikoku-Pier

Research paper of "Earthquake-proof performance design system of harbor structure" by harbors and airport Technical Research Institute
#### Probability of 70% within 30 years??? Orasp of the situation **Back ground**

Tokyo Earthquake!

Some ships scheduled to enter the port can be moved to other ports. Special reinforced berth & Aseismatic gantry cranes have equipped nt sv



# Prerequisite condition

6\$3

### Before earthquake

- Berth is reinforced by the rule of the country.
- Our system is introduced into containers in the yard The non-common use power supply is secured.

#### After earthquake

- Special reinforced berth & Aseismatic gantry cranes are workable.
- ♦The minimum utility is secured to load work in special reinforced berth.
- Information management system of port functions are behind with earthquake-proof.
- Some ships scheduled to enter the port can be moved to other ports.

## Problem presentation













6463	
<u> </u>	
•	

-	- Ch		
F	F	T	-
	N'A		
Ę	6	V	

Hanshin-Awaji Tokyo Earthq Earthquake (anticipated)	About 10,000 About 112,000 billion yen	1,000 billion yen About 11,000 (about 10%) billion yen	About 500 billion yen About 1 billion (per day)	Hard Only quakeproof berth 70% of berths was workable(3/150 ) earthquake re	Soft No provision 120 million yer (IC chip system
quake )	Q		n yen	s have resistant	ost is en em)

### **Thank** you for listening



Special thanks: Prof. Shirasaka/Dr. Murano

