

「資 料」

第10回日米台水道地震対策ワークショップ報告

日本水道協会研修国際部国際課

本年10月に、台湾の台南市において第10回日米台水道地震対策ワークショップが開催された。このワークショップには日本国内の事務局である本協会も参加したので、今回の開催内容について詳報する。

台南市

台南市は台湾西南部に位置する都市で、台湾に6つある直轄市のうちのひとつ。人口は180万人以上を有しており、台湾でもっとも早期に開発された地区の一つでもある。四季を通じて暖かく、長い歴史を今日に伝える数々の文化財や史跡が街のあちこちに見かけられる古都として有名。2016年2月6日に発生した台湾南部地震では最大震度7を観測した。



1. 会議概要

(1) 開催経緯

本ワークショップは、日本水道協会（JWWA）、米国水研究財団（WRF）及び台湾水道協会（CTWWA）が共同し、水道事業者及び防災関係者が水道の地震対策に関する調査研究と情報交換を行うことにより、地震に強い水道に寄与することを目的として、1998年よりほぼ2年おきに各国持ちまわりで開催している。第10回目となる今回は、台南市において開催された。

(2) 開催概要

- ① 期 間：平成29（2017）年10月18日（水）
～20日（金）

(3) 日程

	午 前	午 後	夜
10月18日	開会式、基調講演 セッション1	セッション2～4	会議ディナー
10月19日	セッション5・6	セッション7 パネルディスカッション1・2 閉会式、グループフォト	日米主催懇親会
10月20日	テクニカルツアー Tsengwen 貯水池の堆積物除去用放水トンネル工事	テクニカルツアー 奇美博物館（CHIMEI MUSEUM）	—

- ② 開催地：台湾・台南市

- ③ 会 場：National Center for Research on
Earthquake Engineering（NCREE）
Tainan Laboratory

- ④ 参加者：124名（日本31名、米国9名、台湾84名）

- ⑤ 発表数：基調講演 3編（各国1編）
口頭発表 34編（日本15編、米国9編、台湾10編）
ポスター発表 2編（日本のみ）

- ⑥ 出展者：6者

2. 開会式

ワークショップは台湾水道協会（CTWWA）会長の Nan-Tzer Hu 氏の挨拶で始まり、共催者である日本を代表して東京都市大学教授の長岡裕氏、米国を代表してサンフランシスコ湾東海岸地域水道企業団（EBMUD）の Xavier Irias 氏から挨拶が行われた。また、今回のワークショップで共催者となった NCREE（National Center Research Earthquake

Engineering、国立地震工学研究センター）の Shyh-Jiann Hwang 氏より挨拶があった。その後、2016年2月6日に発生した台南地震における復旧の様子を映したビデオが上映され、基調講演へと移った。

なお、基調講演では、台湾、日本、米国よりそれぞれ1名ずつ講演を行った。



CTWWA 会長 Nan-Tzer Hu 氏による挨拶



金沢大学教授 宮島昌克氏による基調講演

〔基調講演一覧〕

台湾	Nan-Tzer Hu 氏、台湾水道協会（CTWWA）
タイトル	Damage and Restoration of Drinking Water System Caused by 0206 Tainan Earthquake and Future Mitigation Measures (台南地震における水道システムの被害と復旧及び今後の対応策)
日本	宮島 昌克氏、金沢大学
タイトル	Lessons Learned from Damage to Drinking Water Supply System in the 2016 Kumamoto Earthquake in Japan (2016年熊本地震における上水道システムの被害とその教訓)
米国	Craig Davis 氏、ロサンゼルス電気水道局（LADWP）
タイトル	Developing a Seismic Resilient Pipe Network Using Performance Based Seismic Design Procedures (性能に基づく耐震設計手順を用いた耐震管網の開発)

※括弧内は仮訳

3. 論文発表

(1) 口頭論文発表

口頭論文発表では、発表内容ごとに7つのテーマに分類され、セッションごとにそれぞれ5編程

度の発表が各国より行われた。各発表後は、1～2問程度の質疑がなされた。各セッションテーマ等は次のとおりである。

セッションナンバー及びテーマ		各国発表件数			合計
		日本	米国	台湾	
1	Pipe Testing, Analysis, and Design (水道管のテスト、分析、設計)	3	1	2	6
2	Seismic Preparedness and Emergency Response I (地震対策と緊急時対応 I)	3	2	0	5
3	Evaluation of Water System Components (水道システムの構成評価)	2	1	2	5
4	Experience and Lessons Learnt (経験と教訓)	1	1	1	3
5	Assessment and Information System (情報システムと評価)	2	1	2	5
6	Seismic Preparedness and Emergency Response II (地震対策と緊急時対応 II)	4	0	1	5
7	Pipeline Enhancement Strategy (管路強化策)	0	3	2	5

※各発表者、タイトルは「日米台湾水道地震対策ワークショップ発表論文一覧」を参照。
 また、各論文（英語）については、以下リンク先ウェブページに掲載されている。
<https://www.ncee.org/conference/index.aspx?n=I20171018A0>



口頭論文発表の様子

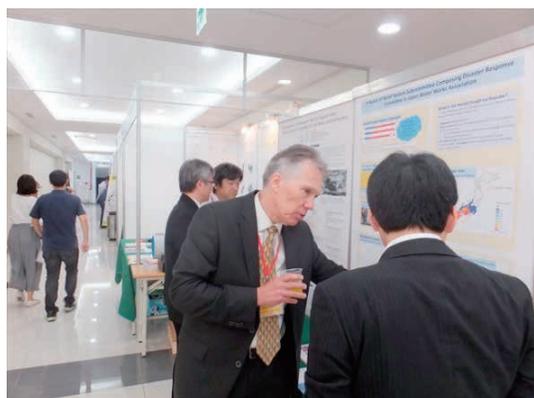


質疑応答の様子

(2) ポスター発表

ポスター発表は、ワークショップ会場横の廊下を活用して行われた。ポスターは日本からの2件のみであり、ポスター発表のための特別な時間は

設けられず、ワークショップの休憩時間を利用して興味がある参加者がポスター発表者に質問する形式で行われた。



参加者によるポスター発表者への質問



ポスター展示

4. パネルディスカッション

会議2日目午後のパネルディスカッションでは、日本の東京都市大学教授の長岡裕氏、米国のロサンゼルス電気水道局 (LADWP) の Craig Davis 氏、台湾の NCREE の Gee-Yu Liu 氏を共同議長として、2つのテーマで議論が行われた。

(1) パネルディスカッション1

パネルディスカッション1では、「How are you going to balance seismic risk with mitigation cost?」(震災リスクと対策コストのバランスをどのようにとるか?) をテーマとして意見交換が行われた。主な意見は以下のとおりである。

震災対策には、技術面、施設面など数々の課題があるが、施設整備に必要となる巨額の投資が大きな課題であるという点で各国共通であった。このため、地震時のリスクを評価し、リスクの高い部分を特定していく活動が重要であり、これらの活動に基づいて震災対策の優先順位を明確化する必要がある。

ロサンゼルスでは、水道施設の社会的重要性から、壊れた箇所を更新する考え方から優先順位の高い施設から耐震化を進めていく考えに変わっている。また、台湾では、耐震化には短期的な視点ではなく、長期的な視点が必要であるとの考えである。日本からは、避難所など重要施設に水道を供給できるよう優先度を付けて耐震化を進めてい

るとの発言があった。

その他各国より、震災リスクについて顧客と情報を共有し、耐震化の重要性を理解してもらうことも重要であるとの話もあった。

(2) パネルディスカッション2

パネルディスカッション2では、「How are you going to react to an Earthquake Event?」(地震が起こった場合はどのように対応するか?) をテーマとして、意見交換が行われた。主な意見は以下のとおりである。

地震が起こった際には、飲料水の確保とともに、消火用水を確保することが、震災の被害を軽減していくうえで重要であり、アメリカでは水道事業者の義務となっている。しかしながら、サービスエリアは広く、管路も長大であるため、難しい問題でもあり、消火用水として海水の利用なども行っている。

日本では、飲料用水として応急給水槽を設置している事業者が多い。消火用水の確保は水道事業者の義務ではないが、事業者の努力で消火用水を確保しているところもある。また、震災時において早急な対応を行うため、職員の参集訓練も行っている。

その他、非常用の発電に備えて何時間分の燃料を準備するのか、緊急地震速報後にどのような対応が取り得るのかといった話題があった。



パネルディスカッション

5. 展示

展示会は会場横の廊下に展示ブースが設置されて行われた。出展者は6者（日本・台湾各3者）であり、展示会も休憩時間を活用したものであったが、実際に小型の製品を持ち込んでいる企業もあった。

	出展者一覧
1	Shin Nan Casting Factory Co.,Ltd
2	Showa Technology International Co.,Ltd (Taiwan)
3	Chien-Shiang-Fu Global Trading Corporation
4	JFE Engineering Corporation
5	Kubota Corporation
6	Toyota Tsusho Corporation Chung-Hsin Electric & Machinery Mfg. Corporation



展示ブース

6. 閉会式

閉会式では、NCREE の Gee-Yu Liu 氏がワークショップの総括として参加者数や発表件数等について報告を行うとともに、本ワークショップを支えたスタッフの紹介を行った。今回のワークショップでは NCREE のスタッフだけではなく、台湾水道公社（Taiwan Water Corporation）のスタッフもワークショップの運営に協力したとのことであった。

その後、CTWWA 事務局長の Yang-Long Wu 氏、EBMUD の Xavier Irias 氏と東京都市大学教授の長岡裕氏が本ワークショップの感想や開催国である台湾に感謝の気持ちを伝えた。最後に LADWP の Craig Davis 氏と南カリフォルニア都市水道企

業団（MWD）の Gordon Johnson 氏が登壇し、今回の開催都市が米国・ロサンゼルスであることを報告した。



NCREE Gee-Yu Liu 氏による総括



ワークショップ運営スタッフ



東京都市大学教授 長岡裕氏による挨拶



参加者によるグループフォト



工事中のトンネル 外観

7. テクニカルツアー

午前中は Tsengwen 貯水池の堆積物除去用放水トンネルの工事現場を、午後は奇美博物館 (CHIMEI MUSEUM) を見学した。

(1) Tsengwen 貯水池 堆積物除去用放水トンネル工事

Tsengwen 貯水池は台南市の北東に位置し、1963年に建設が開始され、1973年に完成した。その総容量は約7.4億 m³であり、主な機能は発電 (年間発電量0.27億ワット) と洪水の緩和である。しかしながら、南部地域の人口増加と経済発展に伴い、灌漑や給水といった本来は補助的な役割であった機能の重要性が増している。

今回見学した放水トンネルは、2009年8月に台湾に上陸したモラコット台風 (平成21年台風第8号) により、深刻な土砂堆積が発生したことをきっかけとして、土砂堆積を除去するために2014年から進められている工事である。このトンネルにより毎年104万トンの土砂を取り除く予定である。

トンネルの長さは1,266mで、これまでにNT\$41億 (約152億円) 近いコストがかかっている。トンネルの内部は、流れてくる水の勢いを弱めるために、水路が大きく2箇所くぼんだ構造になっていた。



トンネル内部



トンネル内部

(2) 奇美博物館 (CHIMEI MUSEUM)

奇美博物館は、奇美グループ創業者である Wen-Long Shi 氏が収集した美術品を広く大衆に公開するために、1992年に設立された私設の博物館が始まりである。現在の博物館は2015年に新たにオープンしたもので、その敷地は広大であり、展示内容は西洋絵画・彫刻、楽器、兵器、動物標本や化石など極めて多様なものであった。



奇美博物館 外観

8. ソーシャルイベント

(1) 日本人参加者による意見交換会

10月17日 (火)

ワークショップ前日の夜には、日本人参加者が集まって意見交換会を開催し、互いの懇親を深めるとともに、翌日からの会議に向けて英気を養った。ワークショップ前日に開催したことで、事前に日本人参加者同士が知り合いとなる良い機会となった。



翌日の会議に向けて参加者全員で関の声を上げた

(2) 会議ディナー 10月18日 (水)

初日のワークショップ終了後、開催国である台湾主催の会議ディナーが開催された。ディナー開始前には、CTWWA 会長の Nan-Tzer Hu 氏による歓迎の挨拶が行われ、その後、アトラクションとして Electronic Music Third Prince によってテクノダンスが披露された。Third Prince とは台湾の民俗信仰において人気のある神様であり、近年、その神様に現代の電子音楽を融合させることで、Electronic Music Third Prince として広く社会に受け入れられているものである。



CTWWA 会長 Nan-Tzer Hu 氏による挨拶



Electronic Music Third Prince との記念撮影

(3) 日本・米国主催による懇親会

10月19日 (木)

会議最終日に、開催国以外の2カ国が共催して開催国の労をねぎらう懇親会を開催した。懇親会では和やかな雰囲気の中、参加者同士が会議を振り返るとともに、意見交換を行った。



懇親会の様子

日米水道地震対策ワークショップ発表論文一覧

〔口頭論文発表〕 ※括弧内は仮訳

Session 1 : Pipe Testing, Analysis, and Design
(水道管のテスト、分析、設計)

- 小田 圭太氏、株式会社クボタ
Verification of Design Method of Pipeline Crossing Fault with Earthquake Resistant Ductile Iron Pipe using Large-scale Split-box Test (土槽実験による耐震形ダクタイル鉄管の断層横断部設計方法の検証)
- Sheng-Shin CHU氏、Taipei Water Department (台北水道局)
Design Strategies of Transmission Trunks across Normal Fault –A Case Study of Shanchiao Fault (断層横断管路の設計戦略 - シャンチャオ断層の事例研究)
- 中園 隼人氏、JFE エンジニアリング株式会社
Performance Test of Steel Pipe for Crossing Fault in United States (水道の信頼性向上に向けた米国における断層鋼管の性能実験)
- Serge TERENCEFF氏、East Bay Municipal Utility District (サンフランシスコ湾東岸地域水道企業団)
Mitigating Risk to Underwater Crossings to Improve Water Supply Reliability: Two Case Studies (水道供給の信頼性向上に向けた横断管路(伏せ越し)のリスク緩和)
- 石関 宏真氏、芦森工業株式会社
Verification and Evaluation Method for the Seismic Performance of Potable Water Mains Lined with Cured-in-place Pipe (CIPP) (現場硬化管(CIPP)を用いた飲料水の耐震性能の検証・評価方法)
- Jerry J. CHEN氏、CECI Engineering Consultants (CECI エンジニアリング コンサルタンツ)
The Preliminary Study of the Impact of Liquefaction on Water Pipes (水道管への液状化の影響に関する予備的研究)

Session 2 : Seismic Preparedness and Emergency Response I (地震対策と緊急時対応 I)

- 坂田 昭典氏、神戸市水道局
Developing Business Continuity Management in Kobe City Waterworks Bureau (神戸市水道局における事業継続マネジメントの構築)
- Xavier IRIAS氏、East Bay Municipal Utility District (サンフランシスコ湾東岸地域水道企業団)
Cross-sector Infrastructure Planning for Water Purveyors and Critical Care Facilities (水道関連企業と救命救急施設でのセクター間におけるインフラ計画)
- David GOLDBLOOM-HELZNER氏、U. S. Environment Protection Agency (米国環境保護庁)
U. S. Approach to Share Seismic Awareness, Hazard Assessment and Mitigation Practices with a Larger Universe of Water and Wastewater Utilities (大規模上下水道事業者へのハザード評価、緩和策の啓発に関するアプローチ(米国))
- 中川 卓也氏、仙台市水道局
'Disaster-resistant waterworks model, connecting all to the water of life' and the countermeasures against natural disasters examples sharing the specific measures of cooperation with major cities and mutual help to community groups (「命の水」をつなぐ、災害に強い水道モデルと災害対策事例、他都市との連携・地域との共助に関しての具体的な取組紹介)
- 正木 一規氏、横浜市水道局
Validation Accompanying the Introduction of a New Form of Energy (Fuel Cell System) (新エネルギー導入に伴う検証(燃料電池))

Session 3 : Evaluation of Water System Components (水道システムの構成評価)

- Andrea CHEN氏、East Bay Municipal Utility District (サンフランシスコ湾東岸地域水道企業団)

Main Shock and After Shock Impact to Water System Seismic Fragility of Embankment Dams, Trunk Reservoirs, and Large Diameter Pipelines (本震と余震が堤防ダム、貯水池堤体、大口径水道管の耐震性などの水道システムに与える影響)

- 鶴田 侑子 氏、公益財団法人水道技術研究センター

Review of an Equation to Estimate Seismic Damage to Water Mains in Light of the 2016 Kumamoto Earthquake (2016熊本地震を踏まえた「地震による管路被害予測式」の見直しに関する検討)

- Po-Ming CHENG 氏、Sinotech Engineering Consultants (サイノテック エンジニアリング コンサルタンツ)

Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Water Pipe Bridges in Taipei (台北における既設水管橋の耐震診断と補修)

- 乾 太一郎 氏 金沢大学

Damage Analysis of Air Valves of Drinking Water Pipeline in the 2016 Kumamoto Earthquake (2016熊本地震における上水道管路の空気弁類の被害分析)

- Chen-Hsiang LU 氏、Sinotech Engineering Consultants (サイノテック エンジニアリング コンサルタンツ)

Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Distribution Reservoirs in Taipei City

(台北市における既存貯水池の耐震診断と更新)

Session 4 : Experience and Lessons Learnt (経験と教訓)

- Joy ELDREDGE 氏、City of Napa (カリフォルニア州ナパ市)

Napa Water System Earthquake Response: Like Fine Wine, the Right Blend of Self-help and Mutual Aid (ナパ市水道システムでの震災対応：すばらしいワインのような、自助と相互援助の適切なブレンド)

- Tin-Lai LEE 氏、Taiwan Water Corporation (台

湾水道公社)

Application of Road Excavation Management System for Seismic Disaster Preparedness (震災対策のための道路掘削管理システムの適用)

- 宇野 陽介 氏、大阪市水道局

Concept of Waterworks in Disaster Relief based on the 2016 Kumamoto Earthquake (2016年熊本地震を踏まえた水道事業者の災害支援のあり方)

Session 5 : Assessment and Information System (情報システムと評価)

- Chin-Hsun YEH 氏、NCREE (国立地震工学研究センター)

Seismic Scenario Simulation of Water Supply Systems (水道システムの耐震シナリオ・シミュレーション)

- Michael SALING 氏、Portland Water Bureau (ポートランド水道局)

An Investigation of the Seismic Performance of Portland Water Bureau's Water System in an M9.0 Earthquake (M9.0に対するポートランド水道局水道システムの耐震調査)

- 岩本 一典 氏、横浜市水道局

Formation of Information Transfer Methods for Envisaged Disasters (災害時を想定した情報伝達手段の構築)

- Bing-Ru WU 氏、National Science and Technology Center for Disaster Reduction (国立防災科学技術センター)

Application of a Mesh-based Earthquake Impact Assessment Tool for Water Supply System on Policy Support (水道システムの支援策としての地震影響評価ツールの適応)

- 石田 明久 氏、株式会社 NJS

Study Report of Priority Evaluation of Earthquake Resistance on Water Supply Facilities Focused on the Restoration Process of Water Supply (給水量の復旧過程を踏まえた水道施設の耐震化優先度の検討事例)

Session 6 : Seismic Preparedness and Emergency Response II (地震対策と緊急時対応II)

- 片江 圭太氏、横浜市水道局
The Prioritized Pipeline Maps for Emergency Restoration (応急復旧のための優先路線図)
- 坂口 稔氏、名古屋市上下水道局
Emergency Activity during a Disaster by the Public-Private Cooperation in Nagoya City (名古屋市における官民協働による災害時応急活動)
- Lap-Loi CHUNG 氏、NCREE (国立地震工学研究センター)
Seismic Preparedness and Emergency Response of Water Systems –Visions and Experiences (水道システムにおける地震対策と緊急時対応 – ビジョンと経験)
- 木我 亘氏、東京都水道局
Crisis Management by Waterworks Emergency Service Unit –Quick Response and Prompt Securement of Water Supply in the Event of Disasters (水道緊急隊による危機管理 – 迅速な対応と支援)
- 工藤 琢也氏、新潟市水道局
The Effectiveness of the Dispatch of Support Staff to Small Waterworks (小規模水道に対する支援スタッフの派遣の有効性)

Session 7 : Pipeline Enhancement Strategy (管路強化策)

- Charles SCAWTHORN 氏 SPA Risk LLC (SPA リスク合同会社)
Determining Water Distribution System Pipe Replacement Given Random Defects – Case Study of San Francisco’s Auxiliary Water Supply System (ランダムな欠陥を考慮した配水管路更新の決定 – サンフランシスコの予備給水システムの事例)

- Gee-Yu LIU 氏、NCREE (国立地震工学研究センター)
Seismic Screening of Large Water Pipelines for TWC’s Seismic Improvement Program (TWC 耐震化計画のための大口径水道管の耐震分類)
- Gordon JOHONSON 氏、Metropolitan Water District of Southern California (南カリフォルニア都市水道企業団)
Mitigation of Potential Impacts of Seismic Events on a Regional Water Distribution System (地域の配水システムにおける地震の潜在的影響の緩和)
- Sheng-I Tseng 氏、Taiwan Water Corporation (台湾水道公社)
TWC’s Thoughts on Implementing Seismic Improvement to Large Water Pipelines (大口径水道管の耐震化に対する TWC の考え方)
- William F. HEUBACH 氏、Seattle Public Utilities (シアトル公営事業)
Mitigating Water System Pipeline Damage – Seattle Public Utilities Case Study (水道管路の被害緩和 - シアトル公営事業での事例研究)

[ポスター発表] ※括弧内は仮訳

- 藤原 淳氏、阪神水道企業団
Reconsideration of Renovation Plan for Inagawa Water Treatment Plant in Preparation for Two Serial Local Earthquakes (直下型 2 連続地震に対応した猪名川浄水場改修計画の見直し)
- 米田 創志氏、公益社団法人日本水道協会
A Report of Relief System Subcommittee Composing Disaster Response Committee in Japan Water Works Association (日本水道協会地震等緊急時対応特別調査委員会応援体制検討小委員会の報告)