

令和7年度 日本水道協会国際研修 「国別水道事業研修（台湾）」報告

花岡 奈七	奈良市企業局 経営部 経営企画課	渡邊 正直	甲府市上下水道局 業務部 経営企画課
齋藤 聖也	札幌市水道局 給水部 施設管理課	千葉 裕人	岩手中部水道企業団 管路課
田中 準也	愛知県企業庁 水道部 水道事業課	香西 徹哉	徳島市上下水道局 浄水課
西原 昌弘	下関市上下水道局 水道施設課	松永 元秀	長崎市上下水道局 事業部 水道建設課

要旨：本報告書は、令和7年11月17日（月）から22日（土）に日本水道協会が実施した「国別水道事業研修（台湾）」の成果をまとめたものである。水道事業体の中堅職員8名が参加し、台湾水道公社・台北市水道局らの講義・施設視察や、第13回日米台水道地震対策ワークショップへの参加を通じて、台湾の水道事業における耐震化、漏水対策、高度浄水処理、経営戦略、そして国際協力の重要性についての知見を多角的に習得した。本報告書では、研修で得られたこれらの内容を報告する。

1. 研修概要

1.1 研修の目的

本研修は、以下の項目達成を目的として実施された。

- ① 国際的視野を持つ人材の育成
海外の水道情報に触れることにより、国際的な視野を持つ人材を育成する。
- ② 英語能力の向上
英語による講義聴講、質疑応答等の機会を得るとともに、水道の専門用語等に触れることで、語学力とコミュニケーション能力の向上を図る。
- ③ 専門性の向上
海外の水道と自らの業務との比較、報告書作成過程における情報収集により、専門性を高めることができる。

1.2 研修先

渡 航 先：台湾（台北市、台中市、台南市、高雄市）

研修会場：11月18日 澄清湖浄水場、研修センター

11月19～20日 国立地震工学研究センター

11月21日 大安大甲溪連結パイプライン展示センター、石岡ダム921地震公園

1.3 研修日程

日付	時間	行程	場所
11月17日	13:15 16:45 19:00	成田国際空港 発 高雄国際空港 着 台湾水道公社との情報交換	
11月18日	9:30 14:00 19:00	澄清湖浄水場 視察 講義：台湾水道公社の紹介 講師：林 家煌 氏 研修センター（工訓練園区）視察 台北市へ移動	高雄市 台南市
11月19日	8:15 9:00 19:00	国立地震工学研究センター 着 第13回日米台湾水道地震対策ワークショップ（1日目） Conference banquet	台北市
11月20日	9:00 15:00 19:00	国立地震工学研究センター 着 第13回日米台湾水道地震対策ワークショップ（2日目） 台北市水道局の講義 講義：台北市水道局の紹介 講師：黄 裕泰 氏 Speaker's banquet	台北市
11月21日	10:00 13:30	第13回日米台湾水道地震対策ワークショップ（テクニカルツアー） 大安・大甲溪連絡導水管工事 視察 石岡ダム921地震公園 視察	台中市
11月22日	9:00 12:50	台北松山国際空港 発 東京国際（羽田）空港 着	



図-1 研修場所位置図¹⁾

1.4 参加者

支部	所属	氏名
北海道	札幌市水道局 給水部 施設管理課	齋藤 聖也
東北	岩手中部水道企業団 管路課	千葉 裕人
関東	甲府市上下水道局 業務部 経営企画課	(副団長) 渡邊 正直
中部	愛知県企業庁 水道部 水道事業課	田中 準也
関西	奈良市企業局 経営部 経営企画課	(団長) 花岡 奈七
中国四国	下関市上下水道局 水道施設課	西原 昌弘
中国四国	徳島市上下水道局 浄水課	香西 徹哉
九州	長崎市上下水道局 事業部 水道建設課	松永 元秀
日本水道協会	公益社団法人日本水道協会 研修国際部 国際課	(事務局) 山田 さくら



台湾水道公社との全体集合写真

2. 台湾水道事業の概要

2.1 台湾の概要

台湾は、南北395 km、東西144 kmの九州よりやや小さい島であり、日本の沖縄県の南西に位置している。地形の特徴としては、中央部に標高4,000 m級の山岳地帯を有しており、西側の平野部分に主要都市が多い。行政区分は、直轄市（6市）の台北市、新北市、桃園市、台中市、台南市、高雄市と、省轄市（3市）の基隆市、新竹市、嘉義市、県（13県）は新竹県、苗栗県、彰化県、南投県、雲林県、嘉義県、屏東県、宜蘭県、花蓮県、台東県、澎湖県、金門県、連江県に分けられている。今回の研修で訪問した高雄市は台湾南部に位置する都市であり、人口は約272万人、面積は約2,951 km²である。また台北市は、台湾北部に位置する政治経済の中核であり台湾の首都である。高雄市と同様、直轄市であり人口は約244万人、面積は約271 km²である。都市開発が進んでおり、中心部には高層ビルが建ち並んでいる。

表-1 台湾の概要

国名	台湾
人口	約2,330万人（2025年10月）
面積	約36,000 km ² （九州よりやや小さい）
首都	台北 人口：約244万人（2025年10月）、面積：約270 km ²
主要都市	台北、台中、高雄
言語	中国語、台湾語、客家語 等
宗教	仏教、道教、キリスト教
通貨	新台湾ドル（ISO 4217で定められた国際的なコードは TWD） なお本報告書では「NT \$」で統一して表記する。

2.2 台湾水道における災害リスク

台湾は日本と同じく環太平洋造山帯に位置し、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界にあるため地震活動が活発である。1999年の921大地震（マグニチュード7.3）や2024年の花蓮地震（マグニチュード7.2）など大規模な地震も発生しており、老朽化した配水管や下水道管路が多数破損し、断水や汚水の滞留が発生した。これらの地震復旧には10日以上を要した地域も存在した。

また近年の気候変動による干ばつも問題となっており、特に2020年には台風上陸がなかったことから、台湾中南部において2021年に取水制限や断水が発生した。

表-2 最近の台湾の主な地震

1999年9月21日	921大地震（集集地震） M7.3
被害規模（主な内容）	家屋全壊51,711棟、半壊53,768棟など甚大な被害
水道への影響 （断水区域、施設被害、復旧期間など）	中部地域を中心に広範囲で断水。特に石岡ダムの損傷により、大台中地域の給水が停止。送水管の広範囲な破裂。復旧には数ヶ月から年単位を要した箇所もあった。
2016年2月6日	高雄美濃地震（台南地震） M6.4
被害規模（主な内容）	家屋全壊100棟以上（特に台南市の維冠金龍大樓倒壊による被害が集中）
水道への影響 （断水区域、施設被害、復旧期間など）	台南市を中心に広範囲で断水（最大約40万戸）。主要送水管の破裂、浄水場の一部機能停止。復旧には数日から数週間を要した。
2022年9月18日	台東地震（池上地震） M6.9
被害規模（主な内容）	花蓮県玉里鎮や台東県池上郷などで建物倒壊、橋梁損壊（高寮大橋、崙天大橋など）
水道への影響 （断水区域、施設被害、復旧期間など）	花蓮県玉里鎮、台東県池上郷、関山鎮などで断水。送水管の破損が複数発生したが、比較的早期に復旧した。
2024年4月3日	花蓮地震（花蓮大地震） M7.2
被害規模（主な内容）	花蓮市を中心に多数の建物損壊、道路寸断（特に蘇花公路）
水道への影響 （断水区域、施設被害、復旧期間など）	花蓮市を中心に断水（最大約4万戸）。送水管の破損や浄水場の一部機能停止が発生。大部分は数日以内に復旧したが、一部山間部や建物被害の大きい地域では復旧に時間を要した。

2.3 台湾水道協会

台湾水道協会（CTWWA）は、1950年に台湾省水道協会として設立され、1967年に現在の名称へ改称された。台北市に本部を置き、39の組織会員（4水道事業者、4政府機関、31水道施設及び施設関連会社）と、約6,000人の個人会員、水道水に関する研究員や教員などから構成されている。このうち水道事業者は台湾水道公社（TWC）、台北市水道局（TWD）、金門県水道局（KCW）、連江県水道局（LCW）の4団体である。組織体制は、会員代表大会の下、監事会、理事会を置き、理事長を代表者として5つの課と8の委員会から構成されている。水道技術の研究開発、国際交流、機関誌の発行、技術

者育成、設備の検証など多岐にわたる活動を展開している。国際水協会（IWA）との連携や、日本水道協会（JWWA）とのMOU締結により、技術交流や研修事業が活発に行われている。

台湾は地震や台風など自然災害が多いことから、水道インフラの耐震化が重要課題である。台湾水道協会は、これらの課題に対応するために、技術基準の整備やバックアップ施設の構築、漏水防止対策の普及に力を入れている。

2.4 台湾水道公社 (TWC)^{2),3)}

台湾水道公社は1974年、台北を除く台湾全島の128の水道事業を統合し設立され、1999年に中央政府経済部に移管された。その後、2007年から現在の名称で活動している。資本金は1,475億NT\$で株式の86.26%を中央政府、13.72%を地方政府が保有している。2024年時点で約5,800人が従事し、15の管理部門と13地区管理事務所及び3つの工事事務所がある。13の管理所では運営・維持管理、北部、中部、南部の3つの工事事務所では、大規模な施設整備を担当している。組織は以下の図-2のとおりである。

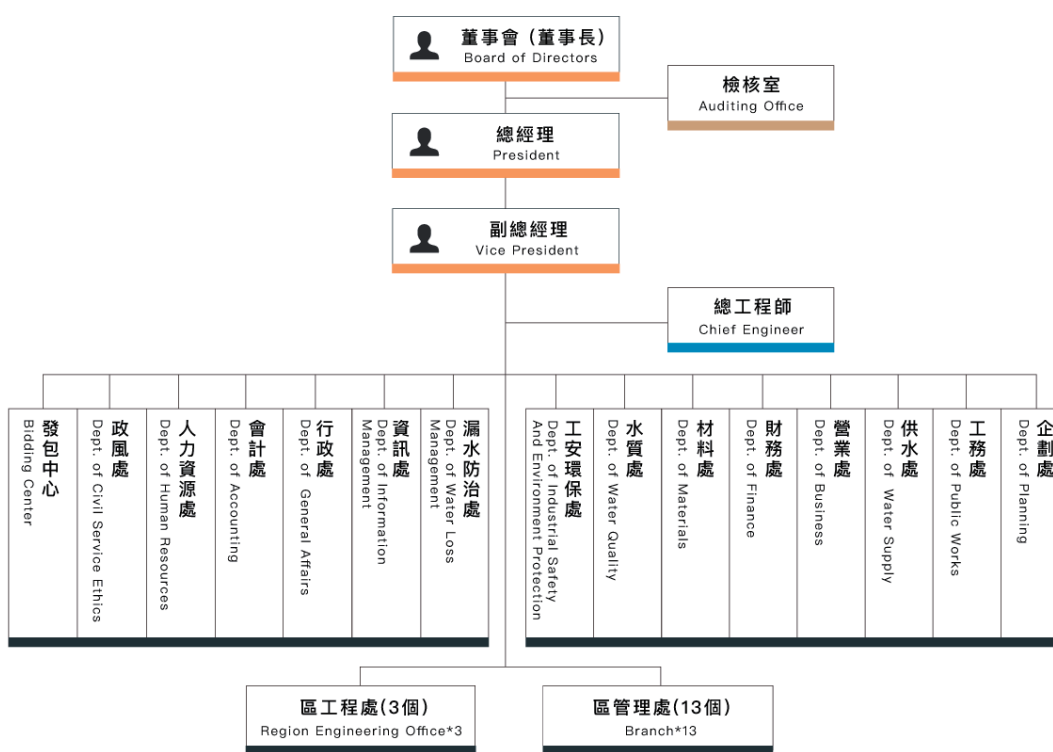


図-2 台湾水道公社の組織図

台湾水道公社は、台北市とその郊外を除く台湾全島と付近の離島という広大な給水区域持つため、13の管理地区に分けて給水業務を行っている。今回訪問した高雄市は、第7管理地区に属する。なお、第13管理地区は、13という数字は縁起が良くないとされる文化的背景から、屏東区管理事務所の名称が用いられる。

台湾水道公社は486の浄水場と96の営業所で運営され、システム全体の給水能力は年間49億3,600万m³である。総処理能力としては年間52億4,200万m³である。水質適合率は99.94%である。2024年時点で水道普及率は95.04%である。水源の内訳は貯水池（ダム）56.55%、地表水30.51%、地下水12.73%、海水・塩水が0.21%であり、ダム水への依存度が極めて高い。ダム水及び地表水が主水源のため、渇水時には水源の水不足が顕在化しやすい。現在も伏流水の開発に加え、半導体事業等多量の水を必要とする工場向けに海水淡水化による水源確保に取り組んでいる。また、有収水量は25億8,200万m³、



図-3 台湾水道公社の給水区域



Note: Total raw water intake, water sources, supply capacity, customer ratio, and total water supply have been rounded to the second decimal place.

図-4 台湾水道公社の取水源及び水処理

有収率は79.9%である。用途別内訳は、一般用水が65.21%、工業用水が24.28%、商業施設及びその他が10.51%となっている。

経営理念については、「品質」「イノベーション」「信頼性」「知識」の4つを掲げ「Sustainability report 2025」として示している。

1つ目の「品質」は設計、施工、給水、顧客サービス品質において卓越性を確保するために継続的な改善に取り組んでいる。2つ目の「イノベーション」は技術、経営、サービス提供におけるイノベーションを通じ持続可能な発展を追求している。3つ目の「信頼性」は顧客の期待に応え、信頼を獲得するよう努めている。最後に4つ目の「知識」では専門知識と継続的な学習による専門性の強化している。これらの経営理念のもと、台湾水道公社の事業戦略と目標について、18の事業戦略と13の運用目標(定量的目標8項目と定性的目標5項目)を策定している。



図-5 経営理念



図-6 経営戦略

表-3 台湾水道公社の定量的・定性的目標

定量的目標		定性的目標
(1) 総販売水量	2,696,980千 m ³	十分な給水量及び優れた品質
(2) 漏水率	9.97%	サービスの向上
(3) 有収水量	81.93%	組織の適正化
(4) 総給水量	3,291,810千 m ³	財務の回復力
(5) 給水能力	5,385,516千 m ³	ネットゼロエミッション
(6) 水質適合率	99.95%	
(7) 給水力カバー率	96.41%	
(8) CO ₂ 削減量	1,312.8百万 kg	

総管路延長は2024年時点で約6.85万 km に達しており、管種別ではダクトイル鑄鉄管が約51%、樹脂管が約39%と大部分を占めるほか、鑄鉄管、コンクリート管などが使用されている。現在、台湾西部の供給網強化を目的としたプロジェクトが進められている。現状では都市ごとに供給網が独立しており相互接続が十分でないため、台湾北部と中部、中部と南部をつなげて、都市間で水の相互融通が可能なバックアップ体制の構築を目指している。また、水道料金の長期据え置きによる財務基盤の脆弱化、施設及び管路の老朽化、水源水質の悪化、渇水や豪雨等の異常気象への対応、人材不足、水源開発の制約など、多岐にわたる課題の解決に努めている。

渇水時の課題解決策の例として、豊富な地下水が効率的に活用された。2021年の大渇水では、高層ビルの建設工事等の工事現場で確保した地下水を利用し、緊急用移動式浄水設備を用いて浄水処理を行った後、直接管路に接続して給水した。地下水が豊富であるからこそ対応できたことでもあるが、工事現場という場所が確保されている箇所を活用した点や、重要な産業に支障が出ないための対応としては、効率的で創意工夫に富んだ事例である。

2.5 台北市水道局 (TWD)⁴⁾

台北市水道局は、台北市政府の直轄機関として1896年に創設され、台北市及び周辺の支援地域へ給水を行っている。2025年10月時点で處長(所長)を代表とし21の部門からなり、総従業員数は約1,000人である。組織図は以下のとおりである。

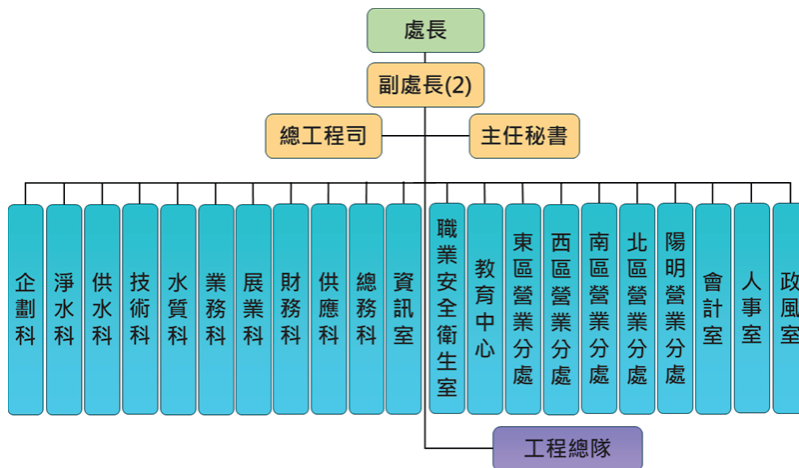


図-7 台北市水道局の組織図

主要水源は新店渓流域に位置する翡翠ダムであり、面積は約10 km²、通常時の最高水位は標高170 mほどである。有効貯水容量は約3.7億 m³である。

この水源地は台北市水源特別区管理局によって厳格に保護され、水質は国際基準を満たすレベルで維持されている。ここから取水された原水は、直潭浄水場など複数の浄水施設を通じて、台北市及び新北市の配水網に供給されている。

浄水場は直潭、長興、公館、陽明、双溪の5か所が稼働している。全浄水施設の1日最大配水能力は約454万 m³、1日平均配水量は約227万 m³であり、約67%の予備力を確保している。給水区域内では給水人口約367万人、配水量は日量165.2万 m³であり、水道普及率は99.71%に達している。また、給水区域外である新北市の一部地域に対しても常時応援給水体制が整備されており、人口約126万人に、日量約62.7万 m³を配水している。

原水の97.5%を新店渓水系から取水しており、残りは陽明山水系が1.5%、双渓水系1.0%の割合となっている。なお、新店渓水系については南勢溪が75%、北勢溪翡翠ダムは25%を占めている。

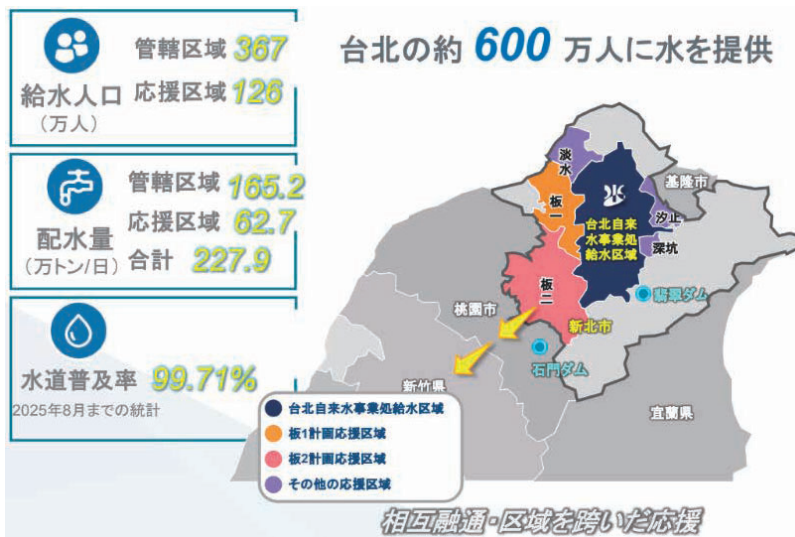


図-8 台北市水道局の給水区域と応援区域

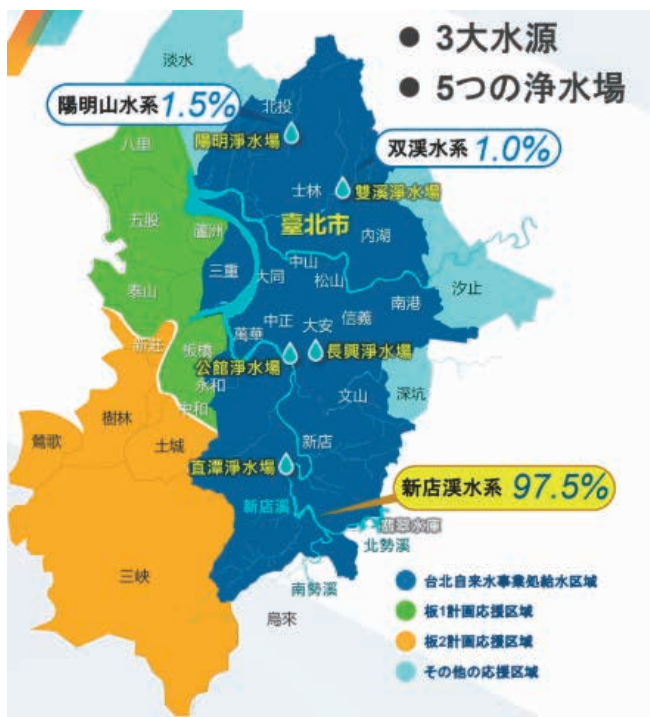


図-9 台北市水道局の水源と浄水場

また、稼働する5つの浄水場のうち直潭浄水場は3本の導水管に接続しており、通常使用する第一導水管とは別に、より上流から取水可能な第二導水管を有し、相互バックアップが可能である。メンテナンス時においても安定供給が可能となっている。さらに、原水濁度が上昇した場合には新設された翡翠導水管を使用し、上流の濁度の低い水を取水できる体制が整備されている。これらの工夫より安定した水質の原水の確保が可能となっている。配水管理については、リアルタイム監視制御プラットフォームSCADAを使用し235ポイントで給水状況（水圧・遮断弁・電動弁・水位信号・流量）をリアルタイムに監視・制御しており、加えて95のポイントで水質監視も行っている。



図-10 浄水場の導水管の概要

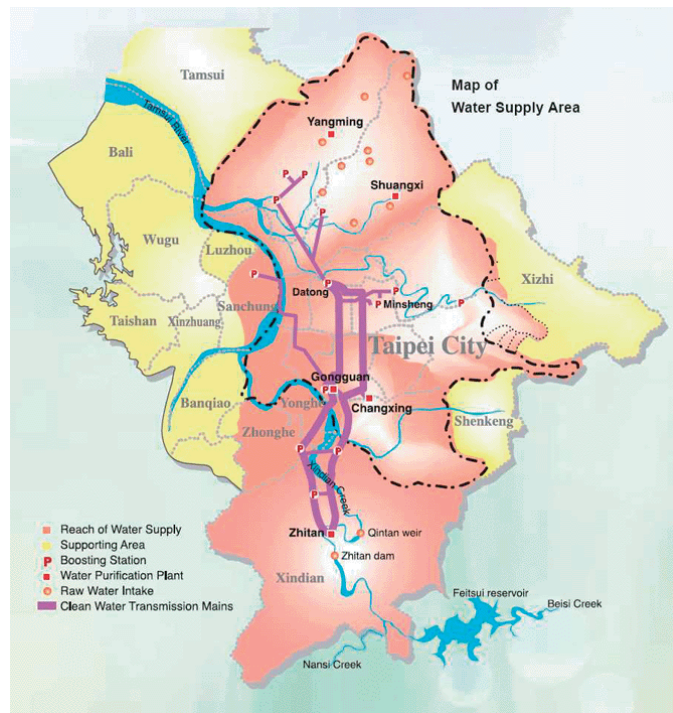


図 -11 台北市水道局の基幹管路

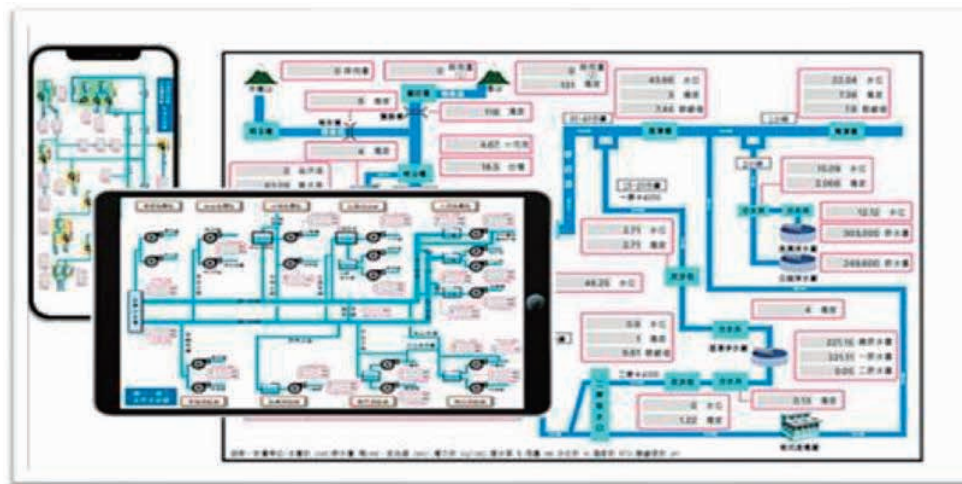


図 -12 リアルタイム監視制御プラットフォームでの監視イメージ

漏水防止を主目的とした管路更新も推進しており、段階的に整備を進めている。具体的には「給水管網改善中期計画（2003～2006年）」にて397.5 km、「給水管網改善及び管理計画（2006～2025年）」では2,800 km以上の給配水管の更新を実施し、2005年の漏水率26.99%から2024年の10.27%まで改善されている。

現在は2025～2034年を計画期間として、約150億 NT\$ 投資して老朽化した1,300 kmの給配水管の整備を実施し、漏水率10%から7%への削減を目指す目標を立てている。

台北市水道局ではミッション（使命）に「優れた水質・十分な水量・顧客満足」、ビジョン（願景）に「台北の良質な水、卓越性と持続可能性」を掲げ、コアバリュー（核心価値）に「正直誠信（誠実さと信用を第一とする）、團隊合作（部署を超えた協力体制）、創新卓越（現状に満足せず、技術やサービスを革新し続ける）、開放共享（情報の透明性を保ち、市民や社会と知識・成果を共有する）」を設定し

使命、願景及核心価値

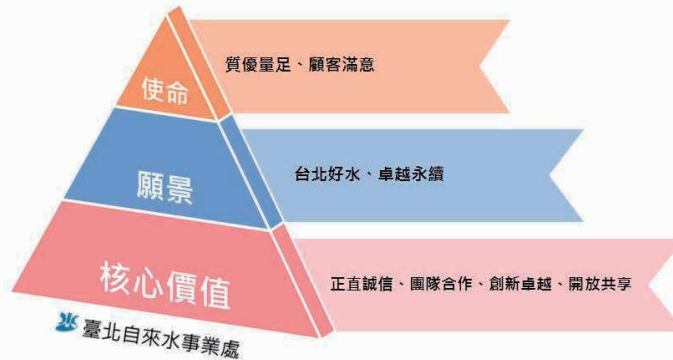


図-13 台北市水道局のミッション等

ている。

台北市水道局は、2024～2027年にかけて「環境サステナブル行動計画」を策定している。この計画は「組織レベルの温室効果ガスインベントリプラン」「管路工事におけるCO₂排出量の算定」の2点を中心に進められている。

1つ目の取り組みでは、ISO 14064-1:2018に基づき、台北市水道局として温室効果ガスインベントリの作成と第三者検証を開始し、体系的なインベントリ手法の確立を目指している。

2つ目の取り組みでは、管路工事におけるCO₂排出量管理プランを策定し、既存の工事入札システムや資材管理システムに組み込まれている排出量算定機能を活用して、排出量データベースの整備を進めている。さらに、2026年には「工事における二酸化炭素排出量管理の手引き」を作成し、第三者検証を実施する予定である。

3.台北市ネットゼロ排出ロードマップと自治条例

台北市自治条例の8つの柱(2025年1月22日より施行)



図-14 台北市自治条例の8つの柱

台北市水道局は、工事に伴うCO₂排出量を算定し、体系的に管理している。まず、管材メーカーに対してアンケートを実施し、カーボンフットプリント、グリーンエネルギーの使用状況、CO₂削減の取り組みに関する情報を収集し、これらを調達・購買時の評価基準として活用している。また、調査結果の

フィードバックも徹底して行っている。さらに、既存の工事入札案件管理システムに CO₂排出量算定機能と排出係数データベースを追加し、工事における CO₂排出量管理を強化した。原材料についても、調達・購買段階で CO₂排出量を管理する仕組みを導入している。こうした取り組みの結果、2023年度及び2024年度の温室効果ガスインベントリは、いずれも ISO 14064-1に基づく外部検証声明書を取得している。

今後の展望として台北市水道局は、「持続可能な環境」に対して「気候への適応」と「ネットゼロ排出」の2つの分野に対して6つのテーマを行動計画として掲げている。これらの目標達成に向けて、3段階のロードマップを作成しており、2024年の CO₂排出量は約4.6万 t となっており今後は2040年に2005年比で65%減の約3.2万 t という値を目標に推進していく予定である。



図-15 台北市水道局の取り組み

台北市水道局は、水道水をそのまま飲む「直飲 (Direct Drinking)」を推進し、水質基準は国際基準への適合やそれ以上の厳しい自主基準を設けている。しかし、現状では、浄水場から出る水は飲用可能だが、各家庭の貯水タンクや古い配管の問題があるため、市民の間ではまだ浄水器を通したり煮沸したりする習慣が根強い。対策として、市内の公共施設 (駅、公園、学校など) に「水飲み場 (直飲台)」を設置し、安全性のアピールをしたり、市民に対し定期的な貯水槽の清掃を推奨している。



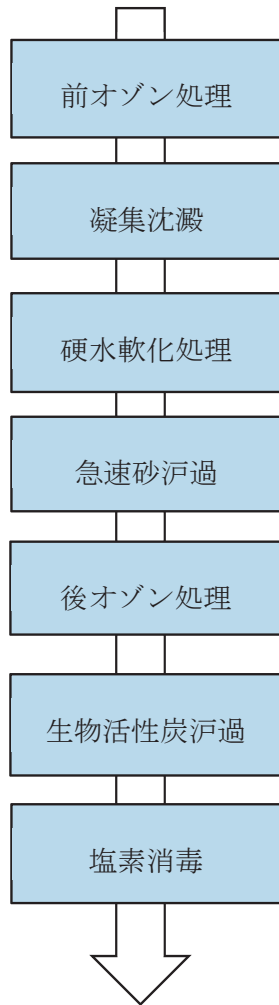
台北市水道局の給水イベントの様子

特に2012年より「台北好水」サービスを推進し、専門的な水道設備検査及び水質検査サービスを提供している。同時に、利用者が水道設備を自主的に保守・管理するシステムの導入し、基準を満たす店舗、公的機関、学校、主要公共施設や住戸に対して「台北良水ラベル」を授与している。

加えて、①新設されたすべての貯水槽には清掃頻度を示す看板掲示の義務付け、②バスや MRT の広告、テレビコマーシャル、ラジオ放送、ソーシャルプラットフォームを通して、貯水槽の清掃・維持管理について広報と啓発、③各サービスセンターで継続的にプロモーションビデオ放送を行っている。

3. 現地視察

3.1 澄清湖浄水場



澄清湖の放水路付近



オゾン発生器の誘導体

図-16 澄清湖浄水場の浄水処理フロー



オゾン発生器の誘導体のメンテナンス

澄清湖浄水場は台湾水道公社が管理し、浄水場の面積は約9ha、貯水池は約110haで深さは4～6m、総貯水容量は約393m³、有効容量は約263m³であり、設計処理能力は45万m³/日である。高雄地区の水質改善プロジェクトにより、DBO方式で建設された。澄清湖浄水場の原水は、高雄市で最大の湖である澄清湖を主な水源とし、高屏溪の表流水や九曲堂の伏流水も利用している。高屏溪及び九曲堂の豊水期は毎年5月から10月で、台風や豪雨が多く、特に1999年の「921大地震」以降は土石流が頻発し、原水の濁度が急上昇することがあった。これに対し渇水期は毎年11月から翌年4月で、水質が悪化しやすく藻類が繁殖しやすい状況となる。さらに原水の水質は安定せず、総硬度、アンモニア態窒素、総溶解固形物、鉄やマンガンの含有量が高いため、従来の処理方式では効果的に除去できない。台

湾南部、特に高屏地区（高雄市・屏東県一帯）は石灰岩やサンゴ礁の地質に加え、河床に砂礫堆積地帯が広がっている。河床の伏流水はカルシウムやマグネシウムイオン、炭酸塩類を高濃度で溶出させるため、この流域の水源は硬度が高いという特徴を持つ。高屏溪からの河川水は放水路を通じて澄清湖に流入する。原水濁度が高いことから、澄清湖内に約500 mの擁壁を設置し、取水地点まで水を迂回させることで濁質を沈降させた後に取水する仕組みである。

オゾン処理について澄清湖浄水場にはオゾン発生器が4台あり、各発生器には848本の誘導体が備わっている。4本ずつ組となり、合計212組に分けて配置され特定の周波数の高電圧電流を用いて高電圧コロナ電界を発生させている。電界及び周囲で電気化学反応が起こり、酸素分子が分解・イオン化されることで3つの酸素原子が結合しオゾン分子が形成される。発生器のオゾン濃度は約10%、生成量は1台あたり毎時32 kgで、消費電力は10~12 kW/kg-O₃である。オゾン接触の目的は藻類や有機物の除去、凝固・沈澱の促進である。オゾン発生器のメンテナンスでは1本ずつ電流の流れを確認し、性能が低下したものは交換している。

3.2 研修センター（工訓練園区）

(1) 施設の構成

広大な敷地内には、宿泊棟、国際会議ホール等を備えた教育棟、配管技能検定場や水道機器設備実習場など総合的な訓練が行える専門研修フィールド、模擬プラントにより実際の浄水プロセスを学ぶことができる浄水処理設備実習場、漏水調査実習場、緊急用移動式浄水設備などが設置されており、職員や工事事業者の資質向上に活用されていた。

(2) 水道資機材展示

配管に使用される各種資機材の展示が充実しており、直管、曲管などの管類をはじめ、仕切弁、消火栓、エアー弁等、管路を構成する主要な機器が展示されている。実物をそのまま再現しているため、各部材の名称、構造、機能、目的が一目で分かるようになっており、新入職員が研修で全体像を把握する際に活用されている。

(3) 管路関係訓練設備

実際にNS型の口径500 mmのダクタイル管が、現場と同様にピット内に布設されている。配管の修繕・更新作業後には実際に水圧をかけることができ、施工後の耐圧確認まで一連の工程を実環境に近い形で体験できる構成となっている。

(4) 漏水調査訓練設備

地面の材質ごとの違いによる漏水音の違いを再現し、聞き分ける訓練が可能な研修用設備となっている。実際に漏水を発生させた状態で調査機器を用いた訓練が可能であり、漏水音の判別、位置特定手法など、実務に即した調査技術の習得が可能である。現場対応力の向上に大きく寄与する実践的な施設である。

(5) 浄水処理及び高度処理技術の展示

浄水処理に関する教育設備として、急速汙過処理の一連の工程を学習できる実習設備が設けられているほか、展示エリアには逆浸透（RO）、生物活性炭処理、オゾン処理、生物汙過、結晶軟化など、多様な高度水処理技術に関する各種装置が展示されており、最新の浄水技術動向を体系的に学ぶことができる。

(6) 緊急用移動式浄水設備

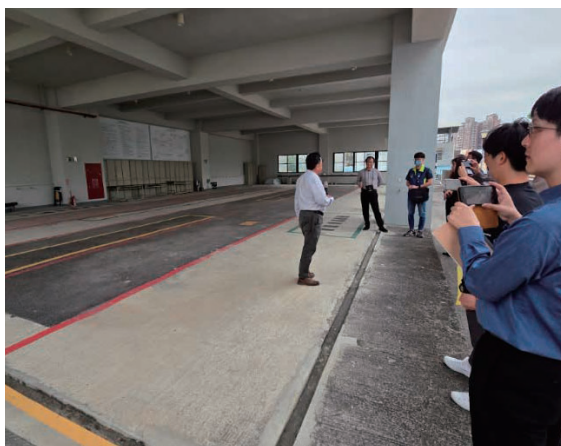
遠隔操作による運転が可能であり、1日最大約750 m³の処理能力を有し、濁度500NTUまでの高濁度原水に対応している移動式の緊急用浄水設備が整備されている。適用水源は主として地下水を想定しており、災害時や水源障害時に応急給水手段として活用されるものである。



研修センターの様子①水道資機材展示



研修センターの様子②管路関係訓練設備



研修センターの様子③漏水調査訓練設備



研修センターの様子④
浄水処理及び高度処理技術の展示



研修センターの様子⑤
緊急用移動式浄水設備

4. 第13回日米台水道地震対策ワークショップへの参加

4.1 ワークショップの概要

本研修では同時期に台湾で開催されていた「第13回日米台水道地震対策ワークショップ」へ参加をさせていただきました。このワークショップは、日本水道協会（JWWA）、台湾水道協会（CTWWA）、米国水研究財団（WRF）が主催し、地震に強い水道の構築に寄与することを目的としている。開催地は2000年以降、概ね2年周期で各国間にて持ち回っており、水道事業者から大学・企業まで様々な防災関係者が、水道の地震対策に関する技術交流を行う場となっている。

【地震対策ワークショップ概要】

開催期間	2025年11月19日（水）～21日（金）
開催地	台湾・台北市
会場	国立地震工学研究センター（NCREE）
発表数国別	日本16本・台湾11本・米国13本（トルコ2本・カナダ1本を含む）



会場となった国立地震工学研究センター



講演の様子

4.2 開会式及び基調演説

本ワークショップはCTWWA会長のJia-Rung Lee氏の挨拶から始まり、各国の共催者からワークショップへの期待の言葉が寄せられた。基調講演は、各国1題ずつ各20分の発表が次の演題により行われた。宮島氏の基調講演では、能登半島地震での被害の分析結果から、地震による揺れだけでなく液状化に対するインフラ被害対策の必要性及び導水管、送水管等水道システム上流部の耐震化対策の強化など、今後の課題が提言された。

表-4 基調講演の概要

講演タイトル	講演者
Development and Implementation of Large-Diameter Steel Pipe for Crossing Fault / 大口径の断層用鋼管（SPF）の開発と施工について	Kun-Hsien Chou CECI Engineering Consultants, Inc
Damage to Drinking Water Supply System by the 2024 Noto Peninsula Earthquake /2024年能登半島地震による上水道被害	宮島 昌克 金沢大学
Strategies to Develop Seismic Resilient Infrastructure for Regional Water Agencies / 地方の水道局における耐震性の高いインフラ開発戦略	Heather Collins American Water Works Association

表-5 開催期間中のスケジュール

日時	スケジュール
11/19 9:00- 9:20	オープニングセレモニー
9:20-10:20	基調講演
10:20-10:30	記念撮影
10:50-12:20	セッション1
13:20-15:20	セッション2
15:40-18:00	セッション3
19:00-21:00	Conference Banquet
11/20 9:00-10:30	セッション4
11:00-12:30	セッション5
13:30-15:30	セッション6 (他講義のため不参加)
15:50-17:50	セッション7 (他講義のため途中参加)
17:50-18:10	クロージングセレモニー
19:00-21:00	Speaker's Banquet
11/21 8:00-18:00	技術視察

4.3 口頭論文発表

日本からの発表は2024年に発生した能登半島地震に関する内容が多く、発生が危惧される南海トラフ地震に対する取り組みについての発表もあった。台湾の発表内容は、台湾水道公社や台北市水道局の濁水対策・災害対策として大口径管のプロジェクトが多数、管材料の分析や水道施設の耐震化についての発表が多く見受けられた。

ワークショップは、(1)最近の地震と複合災害から得られた観察と教訓、(2)耐震設計とその実践、(3)耐震対策、準備、対応、復旧の最善策、(4)強靱な水道施設のための研究と新技術の進歩の4つのトピックに分類された。

(1) 最近の地震と複合災害から得られた観察と教訓

近年の大規模地震は、水道インフラに対し、甚大かつ多岐にわたる被害をもたらしており、その経験から多くの教訓が得られている。特に、液状化と地盤変動による被害で、2024年能登半島地震では、新潟市や内灘町において大規模な液状化が発生し、水道管路に多大な損傷を与えた。過去の新潟地震で液状化が見られた地域が再び液状化した事例も報告されており、液状化の再発性の高さが浮き彫りになっている。

液状化に対しては、GISやInSAR(合成開口レーダー干渉)解析を用いた被害分析で、地盤変動と水道管の被害率との間に相関が示され、被害予測の精度向上に寄与する可能性が指摘された。

また、複合災害の深刻化も教訓として報告された。能登半島地震では、地震後に発生した豪雨による土砂災害が応急復旧活動を一層困難にし、長期化を招く要因となった。また、二次災害や他の自然災害との複合により、インフラの脆弱性をさらに露呈した。2023年のトルコ・シリア大地震でも、広範囲にわたる地盤変動が主要な送水管や配水ネットワークに甚大な被害を与え給水停止に陥ると、社会活動全般に深刻な影響を及ぼし、火災や衛生問題といった二次災害のリスクを高めることを再認識させている。

(2) 耐震設計とその実践

地震多発国において、水道施設の耐震設計は、持続的な水供給を確保するための課題の一つである。その耐震設計の実践への反映は、構造選定から設計基準の適用・詳細化、既存施設の評価に至るまで多岐にわたる。

まず、構造の選定において、地盤変動に追従できる柔軟な管材・構造の選択が重要となる。例えば、過去の大地震の教訓から、断層横断部に埋設される大口径鋼管として、波形構造を特徴に持つ断層用鋼管(SPF)が開発され、その優れた変形追従能力が試験や数値解析で確認され、導入されている。

また、設計基準の更新と詳細化も進んでいる。台湾や日本では、動水圧荷重のより正確な計算方

法、揚圧力の考慮、応答修正係数の調整など、施設の耐震性能を向上させるための詳細な設計基準が導入されている。

既存施設の評価は、限られた予算の中で効果的な耐震化を進める上で不可欠で、貯水槽や浄水場などの既存施設に対しては、詳細な耐震評価が実施され、その結果に基づいて補強や改修、再建の優先順位付けが行われている。例えば、シアトル市では、地震レジリエンス向上のため、水道本管と引込管の交換時に、より強固なスラストブロック設計や HDPE 管の採用など、柔軟な接続方法が検討されている。

さらに、リスクベースのアプローチが耐震設計の主流となりつつある。南カリフォルニア水道企業団は、地震と気候変動の両方のリスクを考慮した CAMP 4 W フレームワークを用いて、投資の優先順位を決定している。これは、限られた資源を最大限に活用し、システム全体のレジリエンスを最適化するための戦略となっている。

(3) 耐震対策、準備、対応、復旧の最善策

地震や複合災害が発生した際の水道システムのレジリエンスを高めるためには、事前の対策と準備、迅速かつ効果的な対応、そして効率的な復旧戦略が不可欠である。

まずリダンダンシーの確保においては、水道システムの脆弱性を低減する上で極めて重要であり、供給源の多様化、管路ネットワークの二重化・柔軟化、バックアップ施設の整備により、特定箇所の損傷が広範な断水につながらないようにする設計が求められている。例えば、東京都水道局は、災害時の広域的な給水確保のため、給水区域の分割や応援給水拠点の整備を進めていた。

また、準備・計画は、災害時の混乱を最小限に抑える鍵となり、災害発生に備え、応急給水計画、資機材の備蓄、職員訓練、役割分担の明確化、危機管理マニュアルの整備が重要である。神戸市や東京都水道局の事例は、長期的な計画と継続的な改善の重要性を示し、日本水道協会は、阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、緊急時相互支援マニュアルを策定し、全国的な支援体制を構築している。

加えて、連携と相互支援は、大規模災害発生時に復旧を大幅に早めることができる。被災地への相互支援は極めて有効であり、他機関（政府、自治体、民間企業）との連携強化が効果的な災害対応に繋がる。日本水道協会の相互支援システムは、能登半島地震の経験を踏まえ、情報連携の強化や初期対応の迅速化など、さらなる強化が進められている。

(4) 強靱な水道施設のための研究と新技術の進歩

近年、水道施設の強靱化に向けて、様々な研究が進められ、革新的な新技術が導入されている。これにより、災害による被害を予測・軽減し、迅速に復旧する能力が向上している。

AI や GIS を活用した予測と分析は、水道インフラの脆弱性評価とリスク管理に大きな進歩をもたらしている。中でも、AI や量子 GIS (QGIS) を用いたパイプライン損傷予測モデルの開発により、過去の被害データと地盤情報（液状化の可能性、微地形など）を組み合わせ、高精度な損傷予測やリスク可視化が可能となった。これにより、リスクベース設計に基づいた効率的な耐震補強計画の策定が可能となっている。

また、先進的なモニタリング技術も進歩している。分散型ひずみ・温度センシング (DSTS) のような光ファイバーセンシング技術は、断層横断部パイプラインのひずみや温度変化をリアルタイムでモニタリングすることを可能とし、構造健全性評価や、地震誘発地盤変動による損傷の早期発見、能動的なリスク軽減に貢献している。

新素材・新工法の開発と検証も進んでいる。SPF や HRDIP など、地盤変動追従能力の高い管材は、実物大試験や数値シミュレーションを通じてその性能が評価されており、特に液状化や断層変位が発生しやすい地域での被害軽減に有効となる。また、耐震型伸縮継手も、管路全体の柔軟性を高める上で重要な役割を果たしている。

4.4 テクニカルツアー

(1) 石岡ダム及び921地震公園

石岡ダムは、台湾中部に位置する台中市石岡区と東勢区の境界にある、大甲溪の下流に建設された重要な多目的ダムである。この施設は1999年のマグニチュード7.3を記録した921地震により大規模な被害を受けており、ダム付近の公園では当時の被害状況が展示されている。断層変位により90°に変形した鋼管と崩壊したダムのコンクリート躯体は災害の影響を物語っている。石岡ダム周辺では震度6が観測された。この地震によりダムの亀裂や部分的な崩壊が発生し、当初に設けられた18基の放水路は地盤変位により深刻な被害を受けた。災害復旧工事では、災害を受け水利署中部地区水利部が迅速に緊急復旧作業を開始し、緊急給水計画を実施した。緊急復旧を円滑に進めるため、現場には仮設の仮締切が設置された。南部の主要トンネルの損傷部は鋼管ライニングで補強され、豊原浄水場への給水が回復した。現在、石岡ダムは毎日約82万 m³の公共用水を供給している。水源は取水施設と統合導水システムを経て豊原浄水場へと送られ、沈澱、汜過、消毒を経て清潔で安全な公共用水となり、台中市及び周辺地域の何百万人の住民の日常生活を支えている。

(2) 大安・大甲溪連絡導水管工事

台中地区の給水は、主に大安溪の鯉魚潭貯水池を水源とする鯉魚潭浄水場と、大甲溪の石岡ダムを水源とする豊原浄水場から供給されているが、水不足や気候変動への対応など課題が存在している。これらの解決するため、鯉魚潭貯水池、石岡ダム、鯉魚潭浄水場、后里第一浄水場、豊原浄水場を導水管で接続するものであり、大安溪と大甲溪の二つの水源の相互利用が可能となる。

【大安・大甲溪連絡導水管工事概要】

背景	気候変動、人口増加、産業発展による水不足
期間	2021年-2026年（6年間）
予算	152億 NT\$（約760億円）
主要工事	大甲溪送水管約12 km、鯉魚潭第2原水管約4.1 km
目的	水供給能力を25.5万 m ³ /日の増強 洪水時の濁水による供給停止回避 双方向のバックアップ 柔軟な水資源調整
特徴	地下施工で観光地への影響を最小化 シールド工法・ジャッキ工法を採用 農業用水確保のため灌漑用排水管を追加 耐震設計は SPF 耐震継手採用で最大8°角度変位対応
戦略	大甲溪の余剰流量を優先利用 濁度が高いときは鯉魚潭ダムから供給増加

① シールドトンネル立坑見学・大甲溪送水管「第二工区」

開放型シールド工法でトンネル長1,440 mの区間を掘削する現場であり、セグメントと鋼管の間には低強度の軟質材を充填するが、内径4.6 mのうち上部0.4 mは充填を行わない。シールドトンネルの耐震設計において、シールドトンネル内は断層に合わせて水道管の変形ができるように、二重管構造を採用しており、テクニカルツアーでの説明時は卵形シールドと称して説明があった。外周部のシールドセグメントである「卵殻（エッグシェル）」に相当する部分では、断層変位が発生した際にシールドセグメントが犠牲部材として働き、損傷を許容する構造となっている。セグメントと鋼管の間の「卵白（エッグホワイト）」に相当するには低強度の軟弱材料を充填し、変位が鋼管へ直接伝達されるのを防いでいる。さらに、変形を許容するのに十分なスペースを確保するため、「空気室」としてトンネル上部に空隙を残し、初期変形を受け入れるスペースを確保している。以下図-18にシールドトンネルの断面図を示す。今回は発進立坑のみの視察であった。

工事見学場所①・
シールド工法 立坑

工事見学場所②
・調整井
・推進管路
・分水井

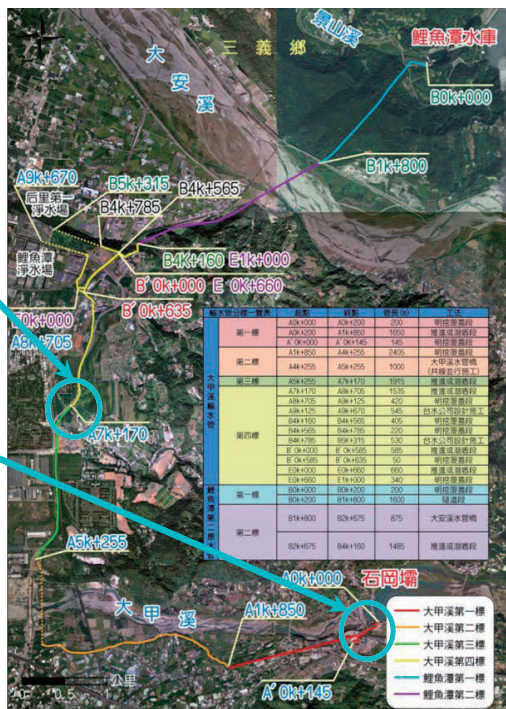


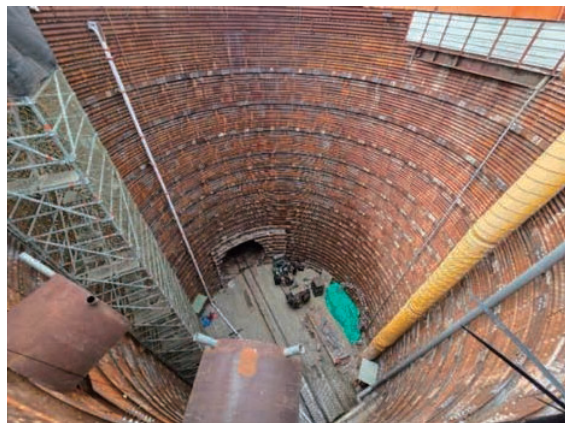
図-17 当初計画図⁵⁾



テクニカルツアーの様子



石岡ダム921地震公園での全体集合写真



シールドトンネル現場見学

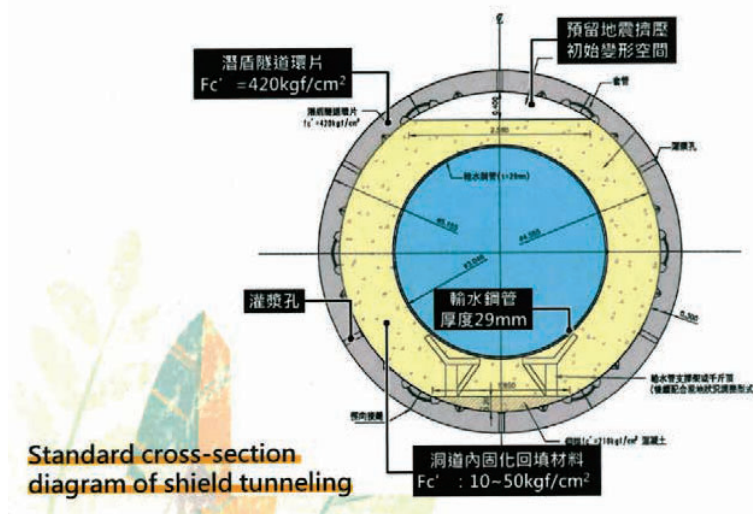


図-18 シールドトンネルの断面図⁶⁾



展示センター見学の様子



イメージキャラクター

② 大安大甲溪連結パイプライン展示センター見学

展示センター内には、工事の全体像のミニチュア模型やイメージキャラクターを展示し、プロジェクト外の関係者にもわかりやすく説明できるようになっている。また、周辺に生息する動物等の情報も掲示し事業が地域の生態系に与える影響と、それに対する環境配慮の取り組みを視覚的に訴求していた。

③ 大甲溪送水管「第一工区」⁷⁾

既存の導水管と新設導水管の融通を図るために設置された分水井を見学した。現在使用中である導水管と新設導水管はそれぞれ別の浄水場へ送水するため、分水井を設置し、水門により送水を管理するものとなっている。大甲溪送水管の第二工区とは別の区間で、特にジャッキング工法が用いられている。通水前の推進管路（延長約200 m、口径3,500 mm）の管内部を歩き、見学した。管内は口径3,000 mm を超える送水管の中は工事に関する写真が掲示されていた。施工にあたっては SPF 耐震鋼管継手が利用されている。SPF 耐震鋼管継手は、単一の波形継手で最大 8° の角変位を吸収できる構造となっており、断層の影響を受ける区間に設置される。地震による地層変位の力によって管が壊滅的な被害を受けないように国立地震研究センターにて、鋼管の曲げ、圧縮、引張、静水圧試験を実施した結果、耐震管の変形抵抗が検証されている。断層の上盤側と下盤側に SPF 耐震鋼管継手を配置し、縦方向の変形と角度変位を吸収することで、水道管の安全性を確保する設計である。



断層用鋼管①



断層用鋼管②

5. 総括

5.1 研修の成果と目的達成度

本研修は、国際的視野の育成、英語能力の向上、専門性の向上を目的として実施された。台湾の先進的な水道技術、災害対策、経営戦略、そして文化に触れることで、参加者全員がそれぞれの業務と関連付けながら多角的な学びを得ることができた。特に、日米台水道地震対策ワークショップへの参加は、強靱な水道施設のための研究と新技術等に関する最新の知見を得るだけでなく、国際的な技術交流の重要性を肌で感じる貴重な機会となった。

5.2 各参加者の視点からの学びと今後の展望

本研修で得られた知見は、参加者それぞれの専門分野や所属事業体の特性と結びつき、今後の業務推進における具体的な示唆となった。各参加者の主な学びと展望は以下の通りである。

1. 花岡 奈七（奈良市企業局 経営部経営企画課）

学び：国内に留まらず、広い視点から上下水道事業を考えるきっかけとなった。特に技術面において双方が積極的に情報交換をすることで、災害対策等での連携が取れ、更なる業界の発展へと繋がるということがわかった。

展望：台湾の事例を参考に、より具体的かつ持続可能な目標設定と、各部門連携による課題解決の推進に貢献していきたい。

2. 渡邊 正直（甲府市上下水道局 業務部経営企画課）

学び：政治的要因により台湾水道公社で料金改定が困難である現状を目の当たりにし、料金設定の難しさと、経営の健全性維持における市民理解の重要性を改めて認識でき、今後の改定を考える上で貴重な知見となった。

展望：学んだ知見を活かし、持続可能な水道事業運営のため、適正な料金水準の維持に向けた戦略策定に貢献していきたい。また日本の水道事業の発展にも寄与していきたい。

3. 齋藤 聖也（札幌市水道局 給水部施設管理課）

学び：台湾における耐震工事を実地で見学することや、ワークショップにて各国の研究及び技術開発について拝聴することは、地震対策の知見を広げる良い機会となった。特に断層への対策は、実際の被災後の対応を学ぶ良い実例であった。

展望：将来の管路・施設の耐震化検討にあたり、手法を広く比較した上での方針の策定に向けて、本研修で学んだ知識を活用していきたい。

4. 千葉 裕人（岩手中部水道企業団 管路課）

学び：最新の耐震技術やDXといった知見に加え、日台の歴史的な絆を学んだ。また、先人の功績を尊びインフラを大切に守るという「飲水思源」の精神に触れたことは、技術者としての原点を再確認する大きな刺激となった。

展望：常に「飲水思源」の精神を忘れず、日々の業務に取り組んでいきたい。また、全国の仲間との繋がりを糧に研鑽を重ね、広い視野を持って地域のライフラインを支える技術者としての責務を果たしていきたい。

5. 田中 準也（愛知県企業庁 水道部水道事業課）

学び：浄水場や大規模な研修施設の見学を通して、水処理技術や技術継承についての知見を広げることができ、また台湾の水道事業者の取り組みは、同じような課題を抱える水道事業者として参考になった。

展望：今回得られた知見をもとに、施設の老朽化・耐震化対策や、効率的な維持管理、技術継承などの課題や今後新たに発生する課題についても、より広い視野をもって解決策を見出せるよう参考としていきたい。

6. 香西 徹哉（徳島市上下水道局 浄水課）

学び：台湾では、台風や地震など自然災害が多発する地域のため、水道施設の耐震化や冗長化、バックアップ管の整備、他都市との水の相互融通など、中長期的なビジョンに基づいた戦略的な災害対策が積極的に進められており、災害に強い水道づくりとして大いに参考となった。

展望：平常時から災害発生を想定した浄水処理・水質管理体制を整備し、原水水質の特性や変動を把握するとともに、水質検査結果を運転管理に反映・活用することで、安定給水の確保と災害対応力の向上に貢献していきたい。

7. 西原 昌弘（下関市上下水道局 水道施設課）

学び：研修を通じて自らの知識不足を理解するとともに、台湾の水道事業における災害対策や人材育成の取り組みの一端に触れ、関連する技術や制度について新たな知見を得ることができた。

展望：今回の研修で得た経験や交流を活かし、継続的な情報収集と専門性の向上に努め、日々の業務改善に取り組みたい。また、関係部門との連携を一層強化し、安全で安定した水道水の供給に貢献していく。

8. 松永 元秀（長崎市上下水道局 事業部水道建設課）

学び：台湾の水道事業では、災害時に活用する情報共有システムや移動式浄水器等の先進的なシステムや機器を積極的に採用しており、迅速な復旧対応ができる体制を確保する重要性を学んだ。また、地域を超えた連携や施設の整備によって、強靱な水道システムの構築に取り組んでおり、広域化が推進されている日本においても重要な考え方だと感じた。

展望：先進的なシステムや取り組みについて情報収集を行い、導入に向けた検討を積極的に行っていきたい。また、地域を超えて連携が可能なものについては、近隣の自治体と情報共有を行い、連携を深めて、効率的かつ持続可能な水道事業の運営に貢献していきたい。

6. 謝辞

本研修では、各ブロックから水道事業において異なる分野から中堅職員が選出され、互いの得意分野で情報交換するなど終始一貫して協力できた。また英語や中国語を不安に思う職員は多かったが、国際研修を良い機会ととらえ通訳の支援のもと積極的に自分から話すよう努めた。その結果、有益な知見を得ることができ、自治体の状況や技術を他国へ伝えることの重要性を、身に染みて感じる事ができた。

今後の水道事業の課題意識や技術発展に対し短期間ながら自分たちの知識を見直し、新たな視点を
得る貴重な機会となった。また、全国から集まった水道技術者の方々と意見交換を行う中で、各事業体
が抱える課題や取り組みを知ることができ、そこで生まれた繋がりは今後の業務において大きな財産
になると感じている。研修の実施にあたり、多方面からご尽力いただいた日台両国の水道協会関係者の皆様、
専門的な講義を提供して下さった台湾水道公社、及び台北市水道局の職員の皆様、事務局として研
修を支えて下さった日本水道協会の皆様に深く感謝申し上げます。また、滞在中のサポートを惜しま
ず提供して下さった関係者の皆様にも心より御礼申し上げたい。

今回の研修を通じて得られた知識・経験・繋がりは、今後の水道業務で活かされるものであり、同
時に自らの業務姿勢を見つめ直す契機にもなった。本研修が今後も継続し、次代を担う職員が新た
な視点を
得る場として成長していくことを願うとともに、私たち自身も学びを日々の実務に反映し、水道
事業の発展に貢献していきたい。

【参考文献】

- 1) 国土地理院ウェブサイト <https://maps.gsi.go.jp/#7/23.003908/120.509033/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>
※図-1は地理院地図（国土地理院）を加工して作成
- 2) 台湾水道公社説明資料「STATE OF THE WATER SUPPLY IN TAIWAN」（提供資料）
- 3) Taiwan Water Corporation 2025 Sustainability Report（提供資料）
- 4) 台北市水道局 HP <https://www.water.gov.taipei/cp.aspx?n=234EB9D26D29887A>
- 5) 台湾水道公社 HP（大安・大甲溪連絡導水管工事 報告書より）https://web.wra.gov.tw/dajia-river/News_Content.aspx?n=7767&s=46509
- 6) 大安大甲溪聯通管工程計畫 HP
<https://web.wra.gov.tw/dajia-river/cp.aspx?n=7764>
- 7) 經濟部水利署中区水資源分署説明資料
「Da'an-Dajia River Interconnection Pipeline Project」

【用語説明】

用語	説明
CAMP4W（Climate Adaptation Master Plan for Water）フレームワーク	南カリフォルニア水道企業団（MWD）が主導する、気候変動に対応した水供給計画のための意思決定フレームワーク。
MOU 締結	契約、条約、協定などが正式に締結される前段階の合意文書
温室ガス温室効果ガスインベントリ	一定期間内に特定の物質がどの排出源・吸収源からどの程度排出・吸収されたかを示す一覧表をいい、「温室効果ガスインベントリ」は一般的に1年間に排出・吸収する温室効果ガスの量を取りまとめたデータのこと。
カーボンフットプリント（CFP：Carbon Footprint of Product）	製品・サービスの原材料調達から廃棄、リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通した温室効果ガス排出量を、CO ₂ 排出量として換算した値のこと。
外部検証証明書	一般的には企業や組織が環境報告書（サステナビリティレポート）やGHG（温室効果ガス）排出量データ等について、第三者機関から妥当性や適正性の確認を受けたことを証明する文書を指す。