長崎県地学会誌　第57号　22－27（1994）

オーストラリアのダム事情

小　川　　誠（日本基礎技術）

Situation of dams in Australia

Makoto OGAWA

1．ハインツダム Hinze Dam

（5月27日午後）

ブリスベーンで午前中を洗濯や海岸の散策それにショッピングで過ごし，ヨットハーバに臨むレストランで海鮮料理の蟹にかじりついた後，観光地のゴールドコーストに水を送っているハインツダムの見学に向かう。

ダムに着いて我々が驚いたのは，堤体の法（のり）面が急なこと，さらに表層のリップラップはロック材の大塊がダンプしたまま放置（？）されていたことだった。話には聞いていたがこれはひどい。日本のロックフィルダムの法面は緩い。また，景観を重視して表面を綺麗に整形する。しかし，ここでは，ダムは文字どおりダムなのだ。

ダム形式は中央コア型ロックフィルダム，1989年，第2段階の嵩上げが完了し，堤高63.5m，堤頂長600m，貯水量は15mばかりの嵩上げで4倍の163,500千m^3となった。また説明書に法勾配は上流面は1：1.5≒34°，下流面は1：1.4≒36°とある。外国のダムを見てうらやましいのは法勾配だ。日本は地震国，それに築堤材料も悪いので，満水時の地震を考慮し，安全率をクリアするため1：2.5≒22°程度に緩くする。堤体積が大きくなり，これに見合う材料探しに地質屋は苦労する。ここは日本の半分で済むのだが，いくら安定大陸でロック材が良質だとしても，ここの設計基準は甘いのではないかと思う。

左岸アバットメントはカットしたままの岩盤が急崖を作っている。白亜系の頁岩パッチ含有グレイワッケ砂岩は岩質堅硬，下流側に緩傾斜する。ダム基礎として言うことなし。洪水吐は正面越流式で左岸側に設置，堅硬岩盤のため接近水路及び放水路の側壁は砂岩層を1：0.3≒73°に，面はほとんど直立し，法面保護工は全くなし。貯水は満水位から3m下にある。

ダムは今後，第3段階で12.5m嵩上げし，堤高76mになる。水量も倍増するだろう。上流左岸側に見える原石山は，ダムから近く材料も堅硬などと好条件だ。ただ，右岸側の鞍部は副堤で抑えてあるが，今後はここからの漏水が心配だ。

さて，この岩盤にダムを造るのは，地質工学の進歩・発展を阻害する。ノープロブレムこそ問題だ。しかし，こんなことを言えば，手の届かぬ葡萄に悪態をつく狐のように笑われるだけ。ここにいたら地質屋は飯が食えんと言い捨て，早々に退散，バスに乗る。

15：30，高速に入る。ブリスベーンまであと68kmの標識。帰って19：00発カンタス航空254便，シドニー行きに乗る。夕食はシドニーだ。

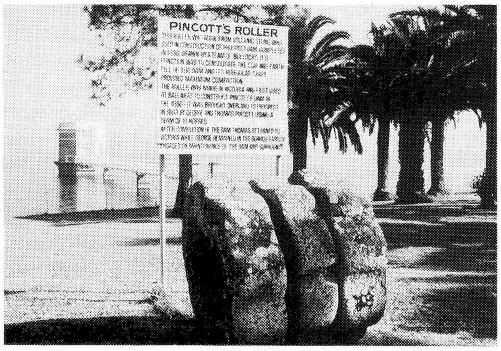
2．プロスペクトダム貯水池と水路トンネル

Prospect Reservoir and Bypass Tunnel

（5月29日午前）

午前中はプロスペクト貯水池で水路トンネルの見学をする。シドニーから西に小1時間ばかり，10：00，プロスペクト貯水池に着く。ダム形式はアースダムで堤高15m位，堤頂長が5kmもあるので向こうが見えない。法面は1：3.0≒20°程度と緩く，一面の芝生に覆われる。

左岸側の広場に長さと径が1m位の安山岩のローラーが置いてある。看板に「ピンコットの



プロスペクト貯水池のダム上に
置かれたピンコットのローラー

ローラー，ビクトリア製。1868年，ピンコットダムの建設で10頭の馬が引き，盛土の転圧及びダムの整形に使用。1883年，陸路をプロスペクトへ来た」とある。

なお，ガイドからローラーはメルボルンから1,000kmの道を牛に引かれて来た。また，盛土を固めるのに羊を歩かせたなどと聞く。この時始めて「シープスフートローラー」のルーツに出会ったことに気付く。そうだ，これは羊がいないとできない仕事なのだ。

ちなみに，“Sheep's foot roller”とは，長さと径が1.5mの鋼製のドラムの回りに長さ20cmの棒状の突起物が等間隔で取り付けてある。つまり，これが羊の足だ。これ牽引し，撒き厚20cmの盛土の上を何回も往復する。ローラーの足は始め土中にめり込むが，10回も往復すると土が締固められてめり込まず，ついにローラーが地面から浮き上がる。これで転圧は完了だ。こうして1層ずつ土を撒いては転圧し，天端まで積み上げる。発想の原点は羊飼いの経験だが，日本人は誰も知らない。でも，たった今俺がルーツを見つけた。ローラー記念日としよう。

次は掘削中の水路トンネルに入る。これまでワラガンバダムから開水路で導水していたが，水質改善のため延長7kmの水路トンネルに変える。その掘削もあと800mを残すのみ。トンネルボーリングマシン（ＴＢＭ）の掘削は170m／WK（10時間勤務，2交代，休み週1日）で，全体掘削は41週，9か月を要する。すなわち，あと4週間で終わる。

2班に分かれ，ヘルメットにゴム長を着用し，13m×11mの楕円形の立坑をエレベーターで地下60mまで下がる。中は閑散としてずりトロの掃除をしているだけ。聞けば土曜日だからと言う。

ここで稼働中のＴＢＭはアメリカ，ロビンス社製，本体は長さ10m，重量86ｔ，全長132m。カッターの切削能力800馬力。ここに来る前はアメリカ，カナダ国境のセント・ローレンス川のトンネルを掘っていた。これで径4mの孔を掘り，トンネル勾配は2.5%，精度は2cm以内と言う。また，掘削中の湧水は最大800ℓ／minもあったそうだが，今はインバートに10cmばかり溜まっているだけだ。

トンネルの切端でＴＢＭのカッターが掘ったズリは，ベルトコンベヤで大きなずりトロに入り，ディーゼルカーに引かれて6km余りをここまで引き返す，チップラでベルトコンベヤ上に落とされ，次いでバケットコンベヤで立坑から地上に運ばれる。現場入口の高いズリの山がそうだ。

トンネル掘削後の工程は，機械は分解され，立坑から地上へ上げられる。その後に内径3m，外径3.2m，長さ9mの鋼製パイプ（10cm厚のモルタルライニング，重量24ｔ）を挿入し，溶接する。最後に坑壁との間をコンクリートで裏込めするがこれが一番厄介だ。全体の完成は1995年9月，以後，シドニー300万市民の水は95%がこのパイプラインを通る。

現在，トンネルの掘削面はモルタルを吹付け，更に天盤をロックボルト（ℓ＝1.8m）で抑えてある。トンネルの奥で働くＴＢＭを探して暗闇に目を凝らす。しかし，相手は6kmも先。坑内の写真を撮って引き揚げる。エレベータで地上に上がり，ずりの山からサンプルを取り作業所を出る。

坑内見学後，事務所の控室で水道局の地質屋のチーフであるMr.パトリック・マクレガーから地質の説明を聞く。黒板に描いてくれた層序表では，掘っているのは上部三畳系ウイアンアナッタ層群のアシュフィールド頁岩である。坑内で探したＴＢＭの写真が壁に張ってある。全

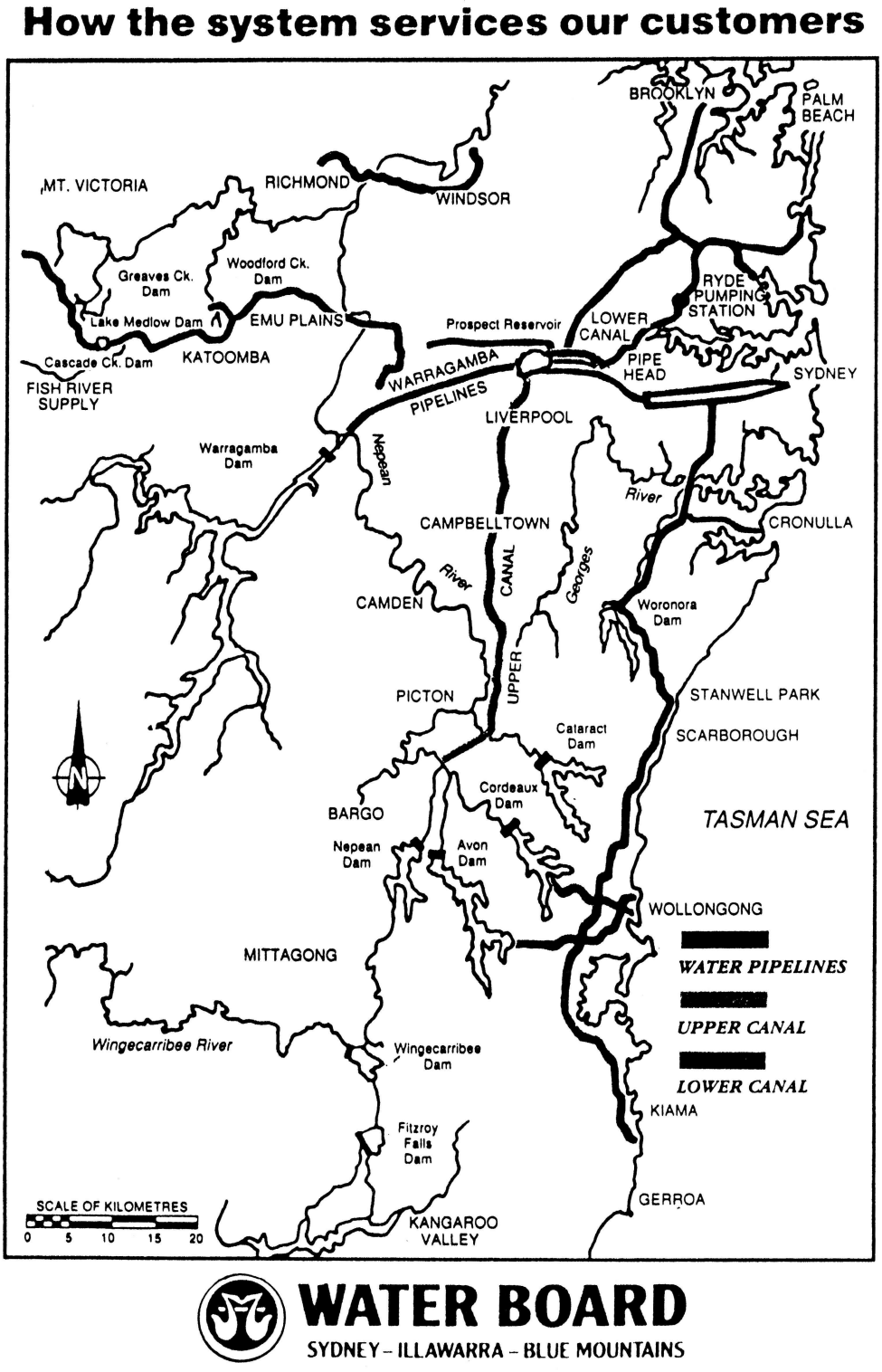


図1　ニューサウスウェールズ州水道局配水系統

員が揃った所で会議室に入り説明を受ける。

バイパストンネル・プロジェクトの目的は，水質改善である。スクリーン，水槽，浄化槽が完成し，これを通して塩素滅菌を行う。プロスペクト貯水池の水は予備で今は使用していない。貯水量は聞くが担当者は誰も知らない。おまけに日本人は数字好きだとほざく。笑い話だ。オーストラリアはこれで良いのか？。ようやく100メガリットル（１億㎥）と聞き出す。

ここでシドニーの水の歴史を紹介しよう。始めは川から直接取っていた。1888年，シドニー南方にプロスペクトダムを含む６か所のダムを作った。その後，シドニー市の発展と大干ばつのため1940年に旧ワラガンバダムを非常用ダムとして作った。しかし，1941年の大干ばつの被害が最大であったため，現在の地に新しくワラガンバダムが計画され，1960年に完成した。ダムは砂岩地域にあり，砂岩を浸透した水は水質も良好だ。山から27㎞をパイプラインで導水する。ゴミを沈澱させ，塩素を入れるだけで良い。化学的なトリートメントは必要ないと言う。

すなわち，プロスペクト貯水池はワラガンバダムができて無用となった。今後は水質の良いワラカンバダムの水を新設した浄水場を通し，外界からの汚染防止のためにパイプラインでシドニーに送り，水質改善を図るというのである。

バスに乗り，完成したばかりのロータリードラムスクリーンを見に行く。ワラガンバダムの水はバイパスを通し，自然流下でシドニーに送水している。浄水場では900㎥／min，14,400㎥／day の水を浄化する。ここのドラムスクリーンは幅３m，直径８m程度。ステンレスが新品でピカピカだ。スクリーンの中には魚を逃がすために魚道が設けてある。

またバスに乗って移動する。水路は幅15m，三面張りコンクリートの水路を流れる水は，普通の水としか見えない。水路の両岸の法勾配が緩いのは人命救助のためだと言う。最終スクリーンから先は水路トンネルとなり地下へ潜る。水道料金は土地価格の何％とかで，400～500Ａ＄／ｙだそうだ。

なお，オーストラリアは地震国ではないが，1989年のニューカッスル地震では死者１名が出た。このダムは1888年の築造なので，当時は家もなかったが，今は多くの家がある。洪水があれば被害も出るので，早速地震時の安定についてチェックした。結局，堤体の弱い所を見つけ，礫質土で補強したそうだ。

昼食はダムを見下ろす丘の上で日本のように醤油の小袋が付いた幕の内弁当を食べる。

３．ワラガンバダム Warragamba Dum

（５月29日午後）

午後はシドニーの水資源開発のために造られたワラガンバダムを見学する。ダムはプロスペクトダムの西，シドニーから約60㎞のブルーマウンテン国立公園内にあり，山地は砂岩と石灰岩からなる。ユーカリの葉に溜まった水滴が水蒸気となり，霧が懸かって紫色に映える。故にブルーマウンテン。1,000m以上の山が連なる。いよいよ山に入る。紅葉が美しくすでに秋の気配。九州は青葉というのに。そうだ，ここは日本の裏側だった。

ワラガンバダムは重力式コンクリートダムで，設計基準の改定に伴う洪水容量確保のため，1988年に第１段階として５mの嵩上げを行い，堤高142m，堤頂長351m。貯水量は2,057,000千㎥となった。堤高及び貯水量はオーストラリア最大である。

15：30までの時間待ちに右岸から左岸まで歩く。貯水は湖畔の満水位の標識に近い。ここの年降水量800㎜程度で良く溜まったと思う。勿論，流域が大きいからだろう。

アバットメントの岩盤は斜層理の発達した淘汰の良い白色砂岩で，いわゆるシュガーサンドストン。水平層をなし，ハンマーで叩くと風化して軟らかい。直立する急崖はロックボルトで抑えてある。添乗員の濱さんが飛んで来て，一般の見学者に目立たないように割って下さいねと。地質屋はハンマーを持つとすぐ石を叩く。観光地でも地質屋が（？）と思う傷跡があり，肩身が狭い。ましてやここは外国だ。侵略者と言われないよう気を付けよう。

ここの職員，Ms. メガン・ミドレイに続い

て堤体内をエレベーターで下りる。観光用の監査廊下（下からの高さ60m）を通って堤体中段の広場に出る。監査廊の上流側の壁から8.5mの向こうには物凄い水圧を持った水がある。ここには，監査廊が17本もあり，最長は275m。温度は年中常温の12～14℃。側壁はショッキングピンクのタイル張り，天井はモルタル化粧吹きで照明も明るい。市街地の地下道を歩くよう。かつて，美智子皇后がプリンセス時代に見学された利根川上流の矢木沢ダムに入ったことがある。その時はコンクリートの急な階段を削って直しただけと聞いた。日本では最高の見学者のための模様替えでもこの程度だ。なお，小学生が見学に来てピンクのタイルは貴女が選んだのかと聞かれ，私ならもっと良い色を選ぶと答えたと言う。同感！。確かに日本人好みの色ではない。オーストラリア人の色かと思ったが，彼女の好みでもないようだ。はてさて，どなたのお好みか。

ここで監査廊設置の目的は，①ダム建設や補修の際のグラウチング作業用，②堤体や基礎からの漏水の排水用，③安全管理のため漏水量，変位量，揚圧力等の測定などである。

ダムサイトの地質は，上部は中部三畳系のホウクスバリ砂岩，下部は下部三畳系のナラビーン砂岩からなる。上位の砂岩は軟岩，下位は硬岩である。下流側の広場にナラビーン砂岩の高さと径が１mの円柱とコンクリートの１m真四角のブロックが置いてある。円柱は地質調査のボーリングコア，コンクリートはダムコンクリートのサンプルだ。なお，コンクリートの硬化熱を下げるため砕氷で骨材のプレクーリングをしたと説明がある。

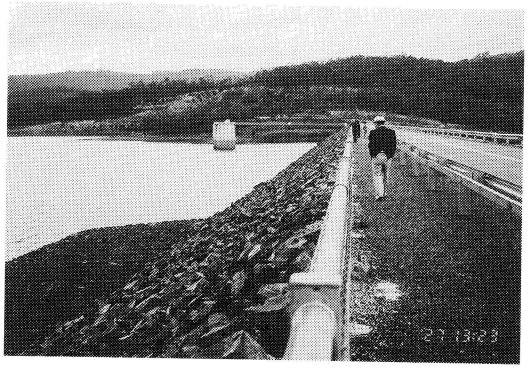
次は小ホールに入り，ワラガンバダムの説明を聞く。1934年～1942年に干ばつが続き非常用のダムが必要となった。1940年にここから１㎞離れた所に井堰を造って緊急事態を凌いだ。すなわち，旧ワラガンバダムのことだ。なお，ブロスペクトダムは1888年に造られ，周辺に５つのダムがあったが，８年間続いた干ばつで空になった。このことから，1946年にこのダムの調査を開始し，1948年着工，1960年完成した。7,900万Ａ＄かかＫった。余剰水で５万KWの発電をするなど説明がある。工事中のビデオに地質調査の大きなボーリングコアが見えた。あれがここに展示してあったのだ。また，何度も洪水に遭ったことを知った。

再びエレベーターでダム天端に出る。右岸側には２m真四角のコンクリートに，ワラガンバダムと書いた真鍮の銘板の入った記念碑がある。コンクリートは川砂利の円礫（大礫は正に人頭大）が入っている。小野田セメント㈱オーストラリア主席駐在員の早川さんに，立派なコンクリートですねと聞いて確かめる。

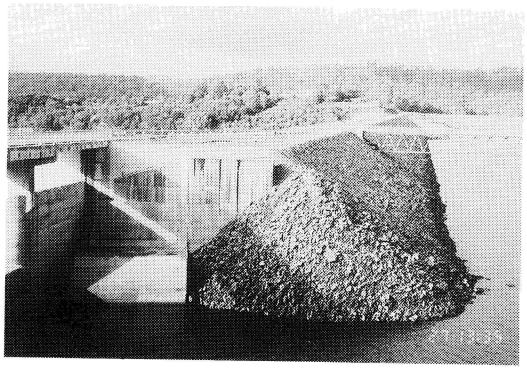
あれは昭和29年の夏，四国地建の永瀬ダムでのことだ。物部川からドラグラインで掬い上げられた川砂利が，ケーブルで山を越え，ダムのバッチャープラントに運ばれるのを見ていた。あんな優雅なダム造りはもうできない。今，日本のコンクリート骨材は，ダム近くの原石山を爆破し，クラッシャで破砕した砕石を使っている。運搬は大容量，高速化のために道路を作り，重ダンプトラックがピストン輸送をする。コンクリート骨材は流動性の点で川砂利の円礫が最高だか，列島改造に狂奔した挙げ句，河川は荒廃してしまい，川から砂利が取れないようになったのだ。オーストラリアのダムの上で，ふと，古き良き時代の日本を思う。

ダム見学を終え，バスはシドニーに戻る。今夜でオーストラリアともお別れだ。

追記。プロスペクト貯水池の説明会及びワラガンバダムの説明会の資料は，九州大学の宮地六美先生にノートを拝借した。ここに記して厚く感謝の意を表する。

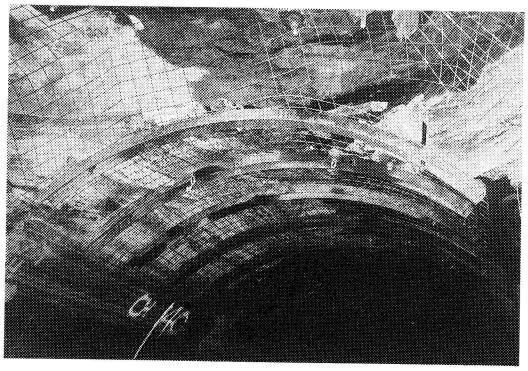


1．ハインツダム（右岸から望む）

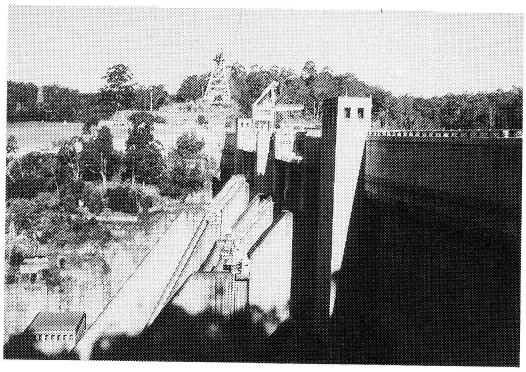


2．ハイツンダム（左岸から望む）

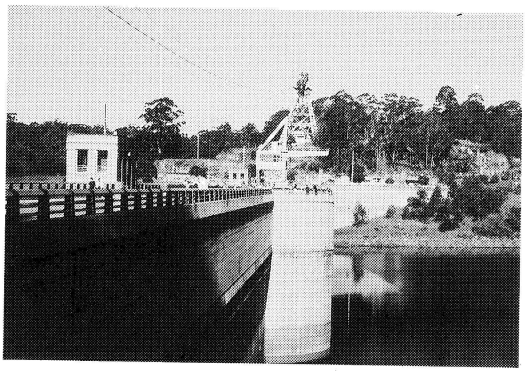
3．プロスペクトダム（左岸から望む）



4．工事中の水路トンネル発進口



5．ワラガンバダム（左岸下流側を望む）



6．ワラガンバダム（左岸上流側を望む）