

宮古島における地下ダムの技術開発

地下水開発の中で、最近話題を呼んでいるのが地下ダムの開発である。地下ダムの構想は戦前から那須野原などの開発で計画はあったものの実現に至らず、今日に至っているが、限りある水資源の高度利用のための新しい技術開発の必要性あるいは表流水が絶対的に不足する沖縄、奄美などの離島の水資源確保が重要な課題になるに至って、地下ダムに関する本格的な調査が開始されるようになった。

ここに、現在農林水産省が沖縄県宮古島で進めている地下ダム開発の概要について紹介しておく。

沖縄県や奄美群島の南西諸島は多孔質な隆起サンゴ礁石灰岩から構成されているため、降雨は直ちに地下浸透し、一部の地域を除いて河川の発達が見られない。従って、このような地域では地表水の開発が不可能であり、また地下水の開発についても塩水化の問題や浸透した地下水が速やかに海へ流出してしまうなど、従来の開発方式には限界がある。これを解決するため、沖縄の自然条件から最も有効かつ実現性の高い新しい水資源開発方式として判断したのが「地下ダム」である。すなわち、海へ無効に流出する地下水を地下に建設する止水壁でせき止め（図-1）、多孔質なサンゴ礁石灰岩の間隙中に貯留し、干ばつ時などの必要な時期にこれを取水利用できるようにしようとするものである。

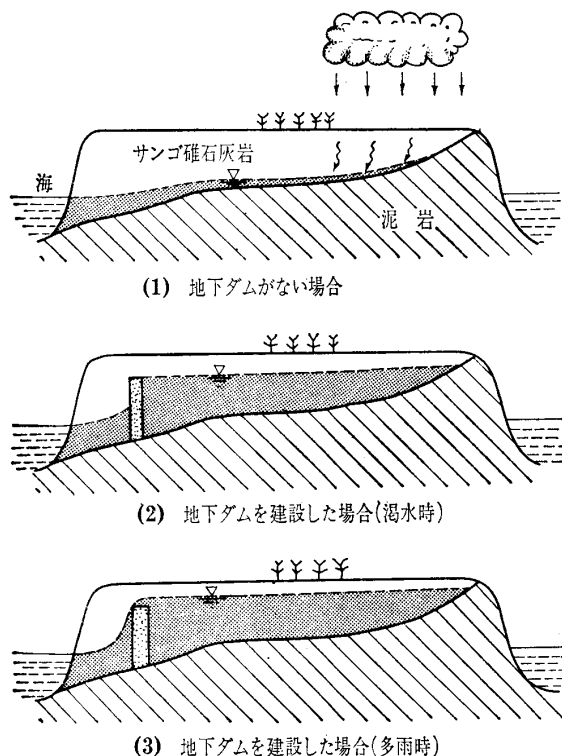


図-1 地下ダム構想概念図

調査は実験的に地下ダムを建設し、地下ダムの開発に関する調査手法、建設手法、水管理手法など総合的な技術の開発、確立を図ることを目的として昭和49年から開始した。最初の3か年は地質構造、地下水機構、止水工法試験、貯留機構の事前解析、環境等の基礎的な調査を実施し、昭和52年から、宮古島の地下ダム適地の1か所に実際に地下ダム及び取水施設を建設し、具体的な地下ダムにおける貯留機構、止水工法、取水工法、水管理手法、洪水排除手法、周辺環境変化の状況などについて明らかにしているところである。本格的な取水実験は今年の夏から実施することになっている。

完成した地下ダムの規模は表-1のとおりである。また地下ダムの平面図及び断面図は図-2、図-3のとおりである。

表-1

位置	ダム名	止水壁長	止水壁高	止水壁幅	貯留量	地下水 流域面積	天端高
宮古郡城辺町皆福地先	皆福ダム	500m	16.5m	5.0m	約 700 千 m^3	1.7 km^2	標高33m 地表下 (8m以上)

宮古島は島の基盤となる泥岩層（島尻層群）の上位にサンゴ礁石灰岩がほとんど全域にわたって存在しており、断層運動によって形成されたケスタ状の谷構造が非常によく発達し、谷構造ごとに舟状の盆状構造が形成されている。

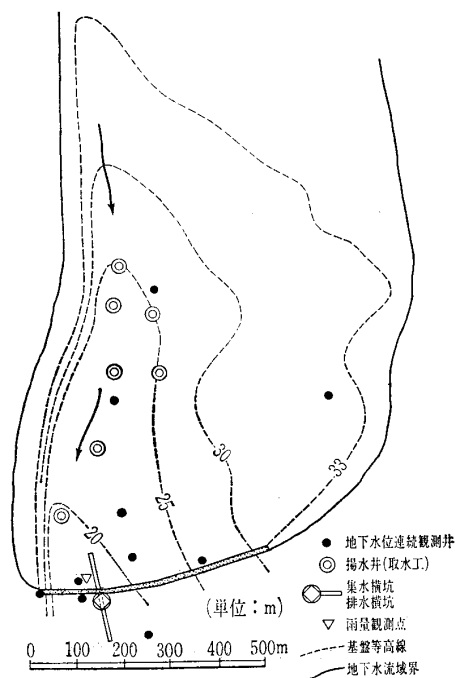


図-2 皆福ダム平面図

ニュース

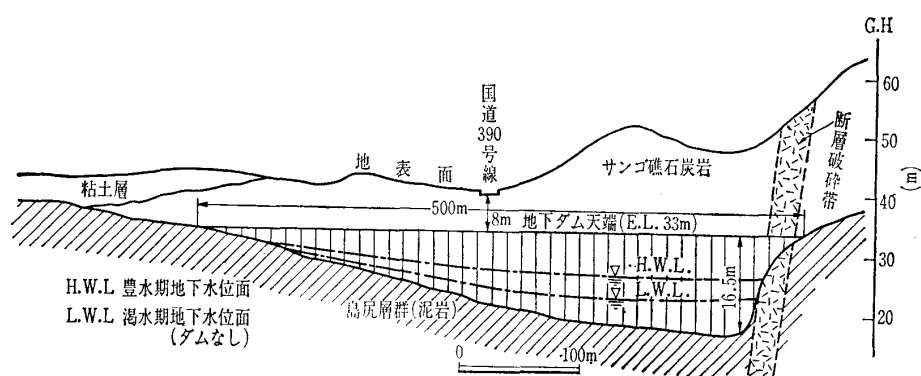


図-3 皆福ダム地質断面図

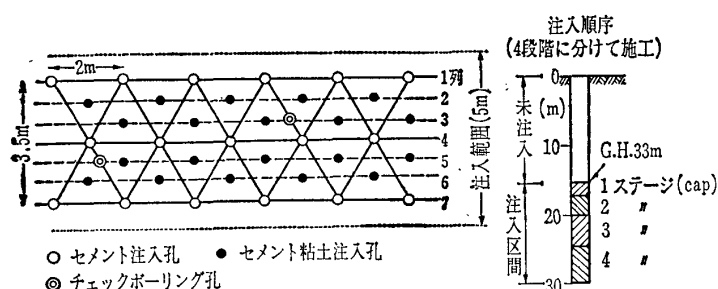


図-4 セメント注入孔配置図

このため地下水は谷構造の地下谷に沿って流動し、海岸部で湧水となって流出している。このような水理地質構造を有するため、止水壁をこの地下谷の適当な部分に設置すれば流出する地下水をせき止め、貯留することが可能となるわけである。

サンゴ礁石灰岩の性状は非常にルーズな部分、結晶質な部分、空洞が存在する部分等があつて、透水係数は $10^{-1} \sim 10 \text{ cm/s}$ と大きなひらきがあり、有効間隙率も数%から30%と場所によってかなりの差が認められる。

止水壁の施工は注入工法、地下連続壁工法、打込み工法等いくつかの方法が考えられたが、地質条件、施工の難易性、経済性などを検討した結果、比較的安価に施工できかつ石灰岩に有効である通常のグラウト工法を採用した。グラウトは数回の注入試験の結果から、孔間隙が2mで3列の千鳥配置を基本型として、その中間(各三角形の重心点)に4列の補助孔を設け、セメントミルクの注入範囲の幅(止水壁の幅)がほぼ5mになるように実施した(図-4)。この結果、止水壁施工地点でのサンゴ礁石灰岩の注入前の平均透水係数は $5 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ で、注入後のそれは $3 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ となり、ほぼ予測どおりの成果が得られた。

止水壁の高さは豪雨時の地下水位の急激な上昇による貯留域内の地表湛水を避け、余剰水を自然状態で排除(堤体越流方式)できる

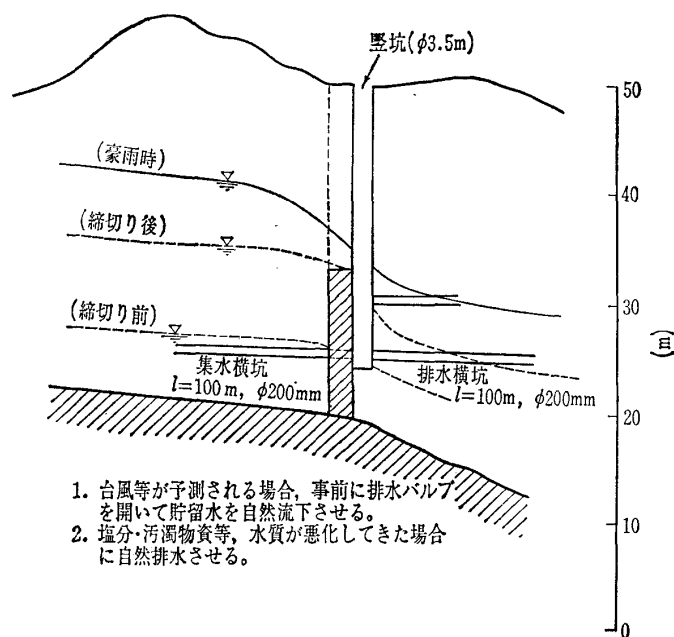


図-5 集水横坑及び排水横坑

ように止水壁の下流側に直径 3.5m の竖坑を掘削し、上流側には集水用横坑(取水施設としても利用)、下流側には排水用横坑として、口径 200mm、長さ 100m の水平ボー

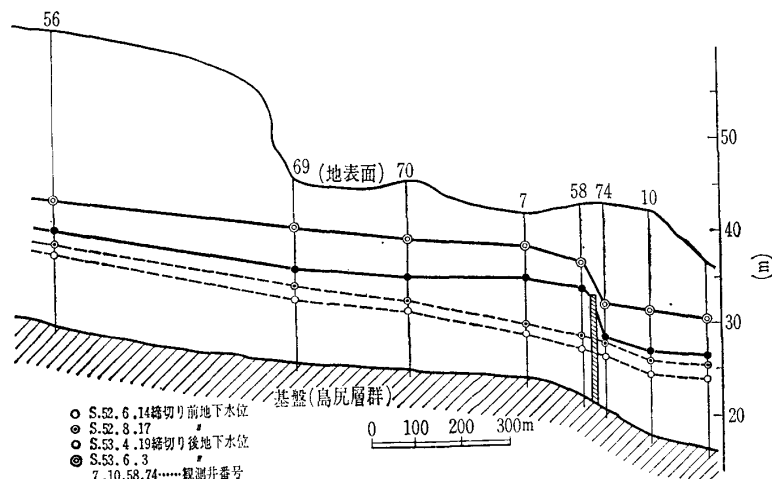


図-6 貯留域の地下水位変化

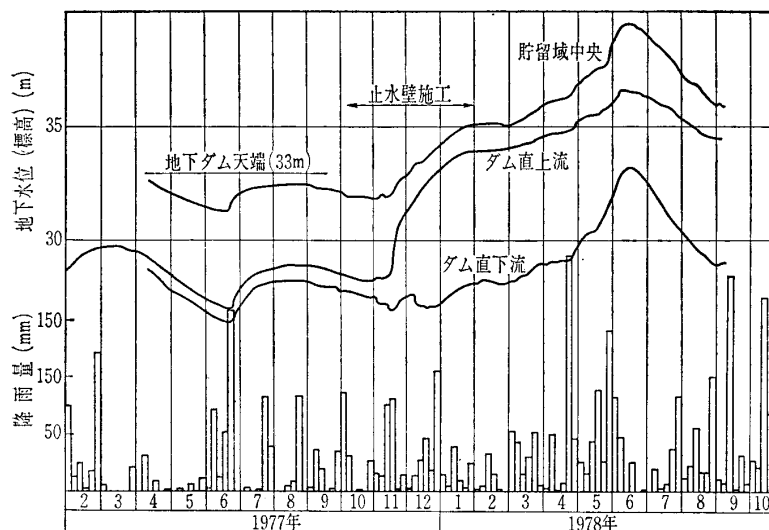


図-7 皆福ダム地下水位変化図（止水壁施工前後）

リングをそれぞれ施工し、自然越流方式と併せて排水の状況を確認することになっている。

注入後の地下水位の変化は52年9月、工事を開始して、前列の第1列の締切りが終了した11月中旬の降雨後から、徐々に上昇しだし、地下谷の主要部分の締切りが完了した53年1月下旬の時点では、前年同期の地下水位と比較して、止水壁直上流で、約10m、650m上流の貯留域のほぼ中央部で約3m上昇し、止水の効果が明りょうに確認された。地下ダムの上下流の施工前後の地下水位の変化は図-6、図-7のとおりである。

宮古島で進めている地下ダムの開発調査はサンゴ礁石灰岩を対象として実施しており、ここで確立された手法はサンゴ礁石灰岩が分布する沖縄及び奄美群島地域に適用することが可能であり、これらの地域には40か所近い地下ダム候補地点があり、具体的な水資源の開発に役立つものと考えている。

（文責 相場瑞夫 農林水産省構造改善局資源課）

（原稿受理 1979. 6. 15）

技術手帳

酸性土とアルカリ性土

き 喜 田 だい 大 ぜう 三*

土中水及び土粒子表面の水素イオン濃度 (H^+ , mol/l) の指数 $pH (= \log \frac{1}{[H^+]})$ によって、表-1に示すように、土はごく強酸性からごく強アルカリ性の各段階に分類される。最初に、これらの土の成因を酸性土とアルカリ性土について概説する。

酸性土は、1) 多雨地帯における塩類溶脱、2) 硫化物の酸化、3) 有機物の分解、4) 酸性の廃液汚染・廃棄物埋立てなどによって生成する。

日本のような多雨地帯では、アルカリ性を呈する塩類が溶脱されて酸性土が生成し、特にその表土の大部分は pH 4~5 のごく強酸性を示す。又、水底土は硫化物（主として硫化鉄）を含んでおり、浚渫などによって空気にふれると、硫化物が硫酸に変化し、ごく強酸性を示す。土丹などの硫化鉄を含む陸上土でも、空気にふれると同様に酸性になる。更に、泥炭土を含めた有機質土は有機酸、炭酸の生成によって、一般に酸性を示す。また、硫酸などを含む温泉水・地下水及び工場からの酸性廃液で汚染された土では、

強酸性を示す。有機系の工場廃棄物やごみの埋立て地においても酸性を呈することがある。

次に、アルカリ性土は、1) 乾燥地帯における塩類の集積、2) 塩基に富む母材の風化、3) アルカリ性の廃棄物埋立て・廃液汚染、4) 石灰・セメントによる土質安定などによって生成する。

大陸の温帯・亜熱帯の乾燥地帯では、土中の塩化ナトリウム、硫酸ナトリウムなどの塩類が表層に多量集積して、その pH は8前後であり、大部分は砂漠である。この土は一般に多量のナトリウムを含んでいるので、水が供給され過剰塩が除去されると、強アルカリ性の炭酸ナトリウムや炭酸水素ナトリウムを生じ、その pH は10にも達する。一方、乾燥地帯ではもちろん、湿潤地帯でも石灰岩や蛇紋岩などの塩基に富む母材から生成した土はアルカリ性を呈することがある。また鉱さい・水さい・コンクリート廃材などのアルカリ性廃棄物の埋立て地は、一般に pH 約10までのアルカリ性土である。アルカリ性廃液による汚染地盤では強アルカリ性を呈することもある。更に、石灰・セメン

*工博、農博（株）大林組 技術研究所 次長