

# 小規模ダム築堤工事に伴う遮水工法の事例紹介

中央開発(株) 正会員 黒田真一郎  
同上 正会員 水野 正之

## 1. はじめに

近年、建設立地条件や環境条件、または工期の制約から現地で発生する自然土質材料を用いた遮水工法が採用できない貯水池、調整池、農業用ため池等に対し、遮水材として不透水性土質材料の代替にジオメンブレンを用いた遮水工法が採用されつつある。土木用ジオメンブレンには、合成ゴム系、合成樹脂系、アスファルト系など種々の材質があり、製品性能も多様化しており、メーカーの開発努力により高品質になってきている。しかしながら、使用する現場特性や環境特性がその都度変化することから設計・施工への確立された手法がなく、そのため用途に合った最適なジオメンブレンの材質や寸法の選定が困難であったり、ジオメンブレンの持つ特性が発揮できないことがしばしばある。そこで、現在富山県黒部市近郊において施工が進められている総貯水容量約27万 $m^3$ の農業用ため池工事をケーススタディーに、漏水問題や不透水性土質材料の賦存量不足から貯水池内全面にジオメンブレンによる遮水工法を採用した。

本報告は、当該地において採用したジオメンブレンの特性や周辺環境条件および、建設後の池利用目的等を検討した上で選定した材質について紹介するとともに、今後の実験計画について併せて報告するものである。

## 2. 地形・地質

本ため池建設地は、図-1に示すように黒部川と布施川によって形成されたと考えられる更新世中期の扇状地堆積物から成り、台地状丘陵地を構成している。また、標高EL+250m付近に位置し、樹枝状谷により開析されている。堆積物は、基盤に風化した花崗閃緑岩礫や流紋岩礫を含む砂礫地盤が分布し、この砂礫層を覆って丘陵地の地表面部に粘性土層が広く分布している。

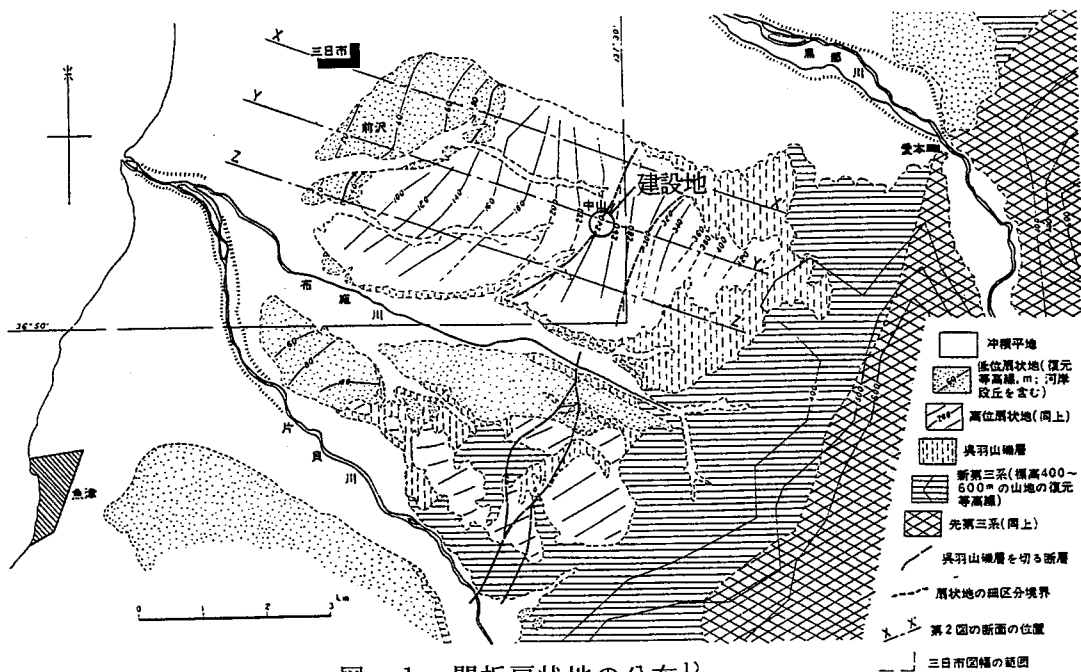


図-1 開析扇状地の分布<sup>1)</sup>

### 3. 遮水工の設計

#### 3. 1 設計概要

本ため池は、老朽ため池整備事業の一貫として建設地周辺に点在する既存13カ所のため池を、貯水量の確保、堤体の安定性、維持管理、水管理などからこれら池を統合することを目的に、図-2に示す既存の2つのため池地を掘り込み拡張することで計画されたものである。ため池の諸元は表-1のとおりであり、堤体は掘削により発生する土質材料を利用し、傾斜遮水ゾーン型としている。このうち現地発生土が砂礫主体であるため、本堤遮水ゾーン（コア）は砂礫層と上部粘性土層との混合材として盛り立てる計画である。また、本ため池については、漏水に関する調査検討の結果、地下水水位が河床面より低いこと、比較的透水性の高い砂礫地盤であることから周辺地山への浸透水量を抑止するため、貯水池内全面に表面遮水工を設けることとした。表面遮水工の材料としては、不透水性土質材料の賦存量不足のためジオメンブレンを採用した。ジオメンブレンの敷設面積は表-1に示すとおり、貯水池内全表面積の約80%を占める。

表-1 ため池諸元

貯水池	流域面積	A=0.41km <sup>2</sup>	堤体	形式	傾斜遮水ゾーン型アースダム	
	総貯水量	V=268,000m <sup>3</sup>		堤高	H=14.2m	
	遮水工	斜面部		ジオメンブレン 12,100m <sup>2</sup>	堤長	L=335.5m
		水平部		ジオメンブレン 22,800m <sup>2</sup>	堤体積	V=121,700m <sup>3</sup>
	保護工	斜面部		布製型枠	法勾配	上流 1:2.1(リフトラップ保護)
		水平部		コンクリート床版	下流 1:1.8(リフトラップ保護)	

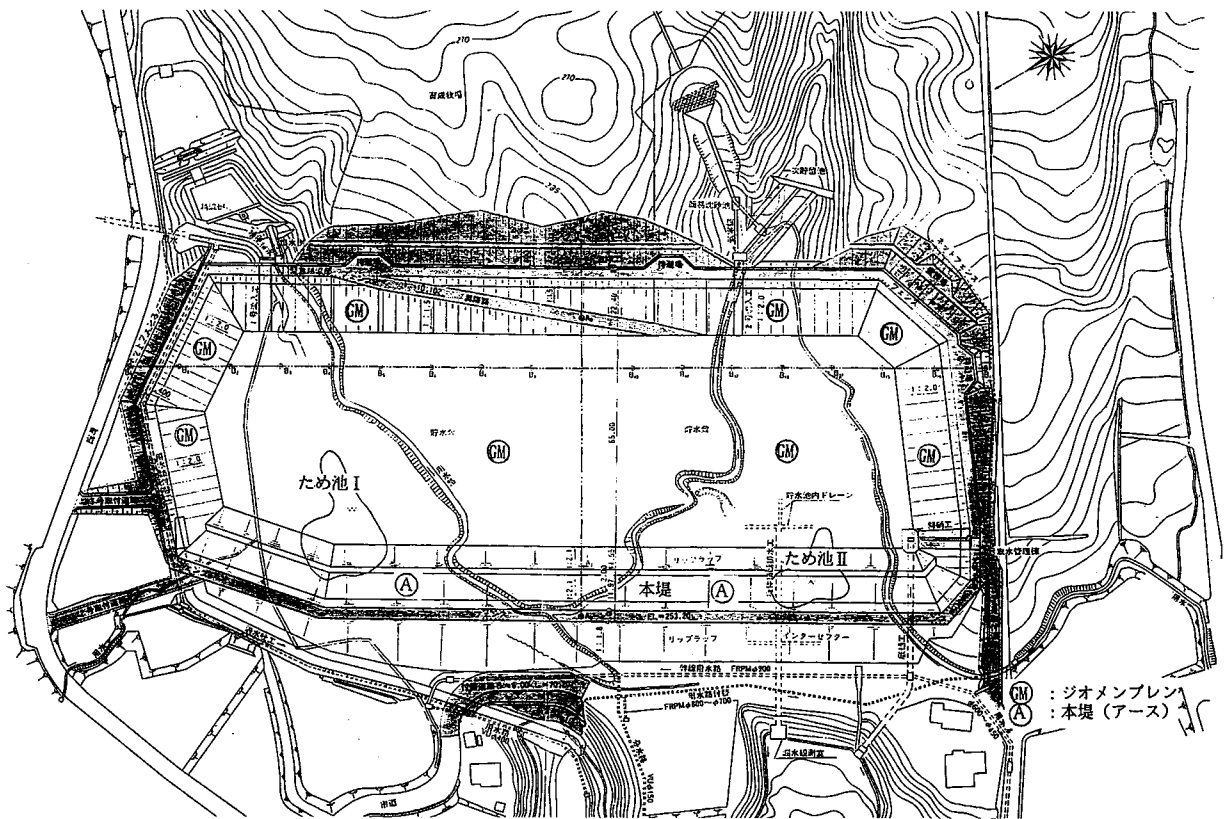


図-2 計画平面図(S=1:3,000)

#### 3. 2 ジオメンブレンの材質選定

##### (1) 基本方針

ジオメンブレンの材質の選定に当たっては、実際にジオメンブレンを敷設している調整池やため池の現地調査をしたり、各ジオメンブレンの設計資料や文献などを収集整理することで、安全性、経済性および建設後の池利用目的を検討しながら実施した。図-3に、現在国内の土木工事として用いられているジオメンブレンの材質を示す。以上のジオメンブレンと呼ばれている材料については、材質そのものの違いはあるが、ため池の遮水機能という観点からは大きな差異はない。したがって、①許容漏水量（ため池規模による）、②維持・管理、③池利用、④材料特性（耐候性、ジョイント特性）、⑤施工性・経済性の5項目を重視してジオメンブレンの材質選定を行った。

## (2) 材質選定

上記項目のうち、①については、本池が農業用ため池ということもあり、許容漏水量が有効貯水量の0.05%以内を原則としている。この場合、本ため池の貯水池内遮水工の必要透水係数は $10^{-9}$  cm/sec程度となり、各ジオメンブレンの遮水性能からは一応満足する。

②については、現地調査の結果、ジオメンブレンを敷設した調整池やため池のほとんどが保護層を設けない構造となっている。これは、維持・管理が容易に行えるという点では良いが、逆に化学的（酸化、オゾン・紫外線劣化）、かつ物理的な破損要因により耐用年数の縮小につながると考えられる。写真-1に現地調査を行ったN池の状況を示す。N池は施工後約20年近く経過しているため、樹木の成長によりジオメンブレンを突き破る破損や、紫外線によると思われる劣化および補修箇所が数カ所確認されている。これは、基盤処理の問題や保護層が無かったことによるものと考えられる。特に、高分子系のジオメンブレンは材料としての寿命があり、実績から耐用年数は10~25年ともいわれている<sup>3)</sup>。このように基盤処理の問題は別として、高分子系のジオメンブレンは化学的な耐用性として保護層を施さない場合、補修頻度が多くなるものと推定される。

③については、農業用水ということだけでなく水を溜めるということだけではなく、建設後は貯水池周辺整備事業として他の池利用目的が計画されている。したがって、多目的な池利用を考えた場合、不確定な要因による破損（例えば、投石など）や他の破損要因を防ぐためにも、ジオメンブレンの保護が必要となってくる。ただし、保護層を施した場合、ジオメンブレンの破損の発見や補修を困難にする。

以上の観点から④、⑤について総合的に検討した結果、次のとおりとなった。すなわち、材料については、天然でしかも化学的活性を持つ無機系粘土で、基本的には材料劣化を起こさず、小さな穴やクラックは自己閉塞するといった特性を発揮できるベントナイト系ジオメンブレン（以下、GCLと称す）が妥当と考えられた。また、施工性についても、GCLはシート相互間の接合方法が重ね合わせるだけで施工ができるという特徴も有する。ここで、GCLは透水係数（ $10^{-9}$ ~ $10^{-10}$  cm/sec）を有し、シート単体としての遮水機能は許容漏水量を満足する難透水性を示す。ただし、他のジオメンブレンでも同様であるが、実施工ではシー

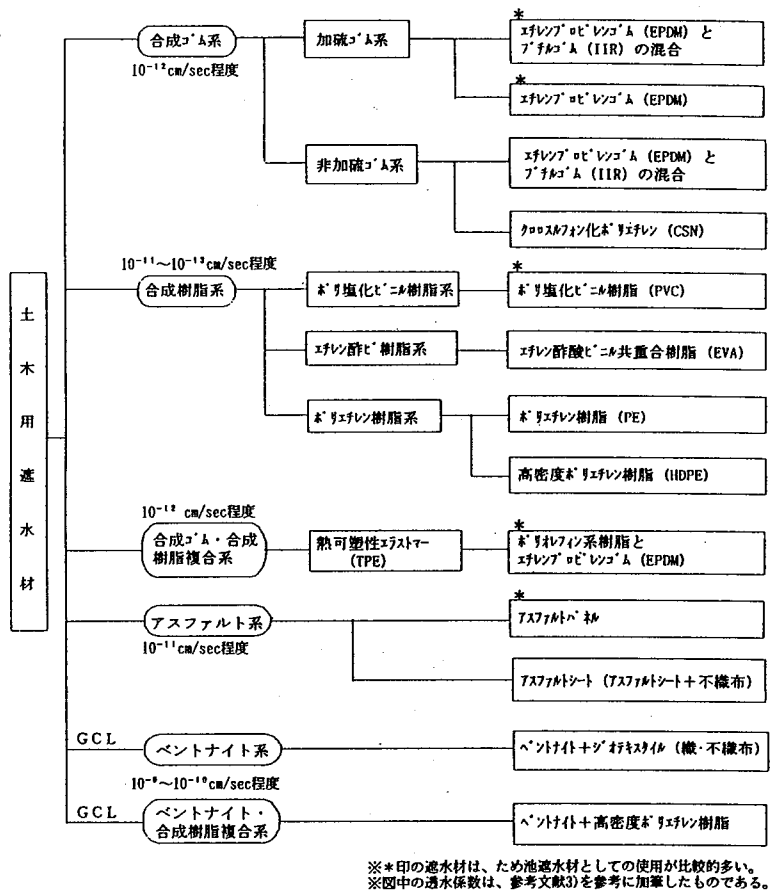


図-3 土木用遮水材の分類例<sup>2)</sup>

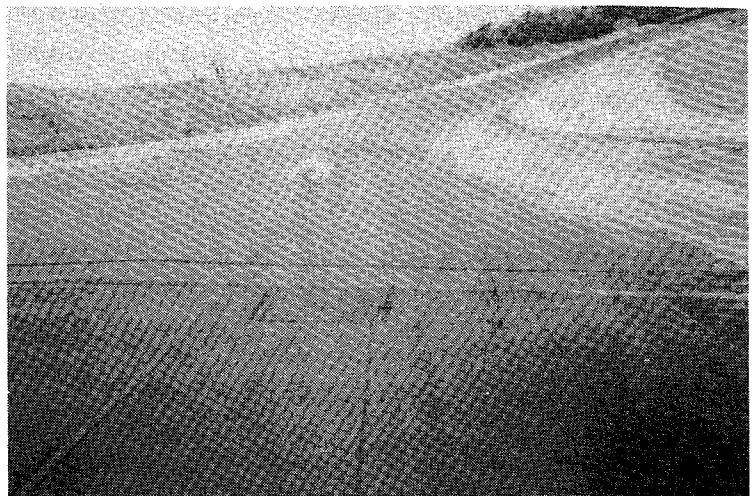


写真-1 N池のジオメンブレン敷設状況

ト相互の接合やコンクリート構造物との接合は避けられない。このため、現設計では図-4に示すとおり安全性と経済性からポリ塩化ビニル（PVC）シートをGCLの上面に敷設する二重構造としている。

なお、保護層として、斜面部には施工性と景観性を考慮して布製型枠を、水平部には貯水池内の維持・管理を目的として管理車両（T-12程度）が通行できるようにコンクリート床版を打設する設計としている。

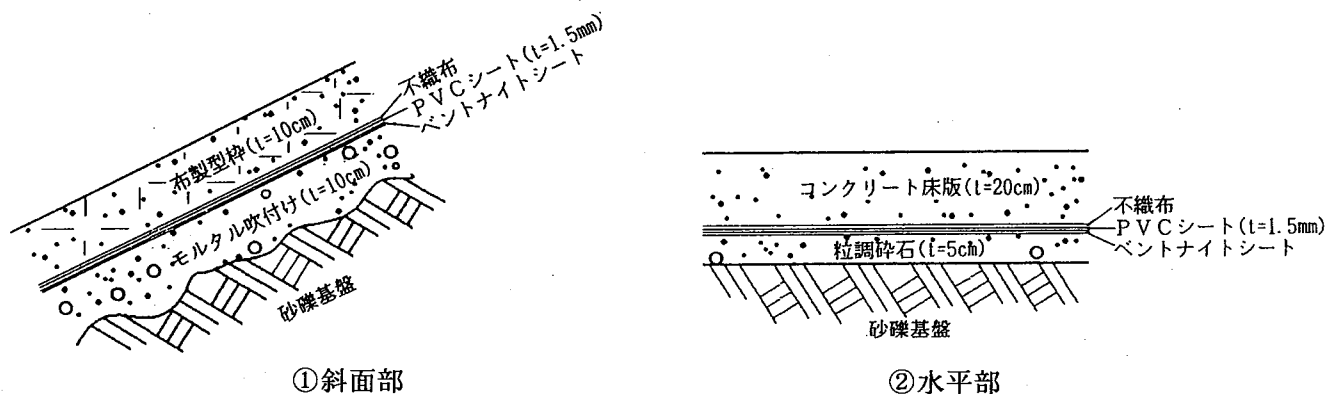


図-4 施工断面

#### 4. 今後の試験計画

今回使用するGCLは、粒状ベントナイトをジオテキスタイルで挟むものとは異なり、既に一次膨潤・圧密された高密度なベントナイトをジオテキスタイルで挟んだシートである。このシートは、粒状GCLに比べ1.5倍程の重量があるが、シート単体の透水係数は $10^{-12}$ cm/sec以下となる試験結果が得られている。また、既に粘土層を構築しているため、シートの接合時には上下面のジオテキスタイルを剥がし、直接ベントナイトの面で接合ができる。しかし、シート相互の接合やコンクリート構造物との接合により、どの程度遮水機能が低下するかについては確認がされておらず、これら疑問点を解決するため、大型圧力容器による透水試験装置<sup>4)</sup>を用いた試験を計画している。この試験は、実際のシート敷設状態を再現できる構造となっていることから、かなり実施工の状態に近い遮水性能の定量的な評価が可能と考えられる。

#### 5. おわりに

ジオメンブレンによる完全遮水は非常に困難であり、材質の選定に当たってはジオメンブレンの特性や現場の特性を十分理解した上で検討する必要がある。今回、農業用ため池を例として今後の池利用やジオメンブレンの耐久性、および施工性を考慮することで材質の選定を行った。なお、実際の現場敷設状況をできるだけ再現した試験検討を加えることで、より定量的な判断が行えるものと考えられる。

土木用遮水材の機能を全て満足した設計は非常に難しく、設計者の立場から考えれば、早急に設計・施工方法および試験方法の確立が望まれるところである。

最後に本論をまとめるに当たり、富山県関係各位、農林水産省農業工学研究所土木材料研究室室長、各メーカー方々より貴重な助言および資料の提供を賜った。ここに記して、謝意を表します。

#### 参考文献

- 1)角 靖夫：三日市地域の地質，地域地質研究報告，昭和42年，P1～3
- 2)長東，浅野：農業用貯水池における土木用遮水材による表面遮水工法，防水ジャーナル，1995年12月号
- 3)福岡 正巳：ジオメンブレン技術概説 -設計と施工-，国際ジオシンセティックス学会日本支部，ジオメンブレン技術委員会
- 4)長東，毛利，浅野，大和，三浦，福元：大型圧力容器によるベントナイト系遮水マットの遮水性能に関する基礎的実験 -ベントナイト系遮水マットの貯水池への適用に関する研究（I）-，農業土木学会論文集，第167号，平成5年10月，P73～80