

アスファルト表面遮水式フィルダムにおける遮水壁の力学および機能的側面から見た壁厚さ管理

電力中央研究所 岡本敏郎

1.はじめに アスファルト表面遮水型フィルダムは我が国で多く施工されてきた実績がある。アスファルト遮水壁の断面はあまり高さに依存せず、おおよそ 30cm 程度であり、経験的に多層構造を採用してきた。その代表的な断面は図 1 に示すようであり、各層の厚さは 5～8cm である。これらの層厚に関しては、これまで施工では正確な管理を実施してきておらず、むしろできなかったと言った方がよい（電力土木技術協会：最新フィルダム工学、鹿島出版会：水工アスファルト）。しかし最近では IT 施工により、かなり正確な測定が可能となっており（菅原：2001）、層厚管理について設計と施工の面から考察する。

2.遮水壁の設計 遮水壁の設計は、力学的側面と機能的側面の 2 つあると思われる。力学的側面としては、湛水時の水圧や地震時の堤体変形に伴う遮水壁の変形に対して安定である必要があり、遮水壁の剛性や厚さが大きな要因である。力学的側面からは遮水壁の厚さは湛水時と地震時によって決定されるが、通常遮水壁は 30cm 程度の厚さであり、むしろ機能的側面からこの程度の厚さが選択されたとも考えられる。すなわち、力学的側面では、30cm 程度の厚さの遮水壁でも湛水時と地震時に安定であることを確認しているのであって、結果として力学的側面から遮水壁の最適な厚さを決定しておらず、力学的側面からは 30cm 程度以下の厚さが最適になる可能性がある。

機能的側面としては、遮水壁と堤体とのなじみをよくすることや遮水壁の施工を正確に行うためのマカダム層やレベリング層の設置、漏水管理のための中間排水層の設置とそれに伴う上下遮水層の設置、および気温などに対する表面劣化防止のための表面保護層の設置がある。これにより、施工条件を勘案しそれぞれの必要厚さを検討し、それらの合計として遮水壁の厚さが決定される。こうして通常は 30cm 程度の厚さになっていると考えられる。そして、上述のように、この厚さに対して力学的検討を実施している。

3.施工管理上の優先項目 以上のことから施工上必要となるのは以下の 2 点である。

①機能的側面から各層の厚さを確保すること ②力学的側面から遮水層全厚さ（30 cm 程度）を確保すること
ここで、機能面から各層の厚さを考えると、透水性から、遮水上は数ミリで十分であるし、また中間排水層に関して排水上も数センチであればよい（異常時の排水量は多分少量であるため）。したがって、各層の厚さは機能面よりもむしろ施工上決定されていると考えられる。よって、5 cm 程度の各層の厚さは厳密には機能面ではなく、施工面から必要とされるものであることがわかる。施工面から必要とされる遮水壁の厚さに関連するものとしては、アスファルトコンクリートに含まれる骨材—もっというなら最大粒径、アスファルトフィニッシャーの施工精度、施工基盤面の平坦さの 3 つが最も影響すると考えられる。

以上から、施工管理上の優先項目とその内容はやや異なってくる。最も重要なのは②の力学的側面から設計上の全厚さを確保することであり、①の各層の厚さを確保することは機能的側面からよりも施工上からおおよそ満足すればよいことになる。しかしながら、各層の厚さを確保しないと遮水壁の全厚さを確保することができなくなるので、各層の厚さを確保するには平均的に厚さを満足していればよいことになる。

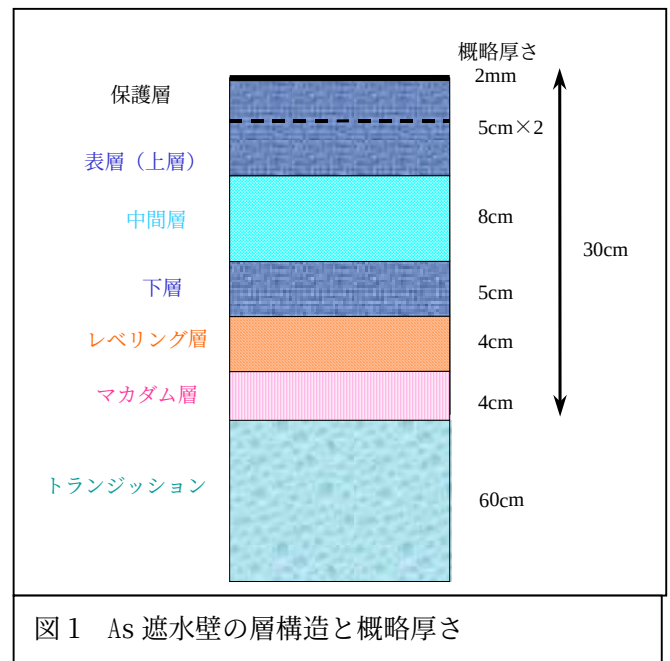


図 1 As 遮水壁の層構造と概略厚さ

4. 具体的な遮水壁の厚さ管理方法

以上の議論から次のような管理方法が考えられる。

①設計上の遮水壁の全厚さを確保する このためには全厚さの力学的意義を考慮する必要があり、アスファルトコンクリートの破壊ひずみで設計がされているので、一般的な変形よりも破壊近くの変形を議論しているのも強度を議論しているのに近い。アスファルトコンクリートは人工的に造られるので弱層が特に生じるものではなく、ジョイントも十分な強度を保つことができるとするなら、アスファルトコンクリートの平均的な強度で設計が考えられていると思われる。このため、全厚さは、最低限確保するものではなく、平均的に満足していればよいと思われる。なぜなら、ダム機能を考えるならば湛水時（もしくは満水時）に遮水機能を保持していることがもっとも限界状態と考えられるが、アスファルト表面遮水型フィルダムの現状の設計の多くは空虚時での遮水壁の安定性を評価しているので限界状態に対して安全側にある（岡本ら：2002、田代ら：1999）。また、不確定な要因は安全率などに含まれてしまっているもので、設計に用いる物性値は平均で議論している。したがって、設計厚さが30cm ならば施工として平均厚さが30cm であればよく、施工上の精度としては現状の IT 施工を考慮してその5%程度以内とすると、 $\pm 1 \sim 2$ cm が考えられる。

②各層の厚さを確保する 上記のように全厚さを確保することが最優先であるが、施工上は下層から各層仕上げていくため、それぞれの段階で管理する必要がある。ここで、管理としては、最終層で全厚さの補正をしていく場合と各層ごとに管理して全厚さも管理することが考えられる。最終層で全厚さの補正をしていく場合とは、上部遮水層が2層なら上部遮水層の2層目を施工する直前の上部遮水層の1層目、もしくは上部遮水層が1層ならその直前の中間排水層が施工終了した段階で、最終の上部遮水層の施工前までの合計厚さが判明しているもので、遮水壁の全厚さが確保できるように、最終層となる上部遮水層の施工の段階で調整するものである。この考えでは各層の厚さは施工的にある程度確保されることができるという前提に立っていなければならない。このため各層の厚さの管理がルールである。

そこで、各層ごとに管理して全厚さも管理することになる。ここで、現状の IT 施工を考慮すると、基盤層の平坦さによって影響されるようであり、アスファルトフィニッシャーを使用するという前提では各層の厚さはある程度正確に行われる。むしろ、現状の IT 施工では、基盤層にしる各層の転圧にしる、施工後の標高の精度は $\pm 1 \sim 2$ cm である。一方、これまで観てきたように、各層の厚さは機能面では十分であるので、設計厚さが平均で得られればよいと考える。そこで、各層の厚さを管理する場合には上記のような精度を適用し、各層の設計厚さ（5～10cm） $\pm 1 \sim 2$ cm となるが、施工面全てにおいてこの条件を満たすようにするのは細かすぎると思われる。そこで、施工を考慮すると、以下のようにして各層の厚さにはできるだけ制限を設けないようにしたらよいのではないかと考える。すなわち、施工後の仕上がり面において施工層までの設計厚さ合計 $\pm 1 \sim 2$ cm。このようにすると、各層の厚さが最も薄い場合 5（設計層厚）－2（下端面）－2（上端面）＝1 cm となるが、これは数値上のことであり、前述のような、アスファルトコンクリート骨材の最大粒径、アスファルトフィニッシャーの施工精度、施工基盤面の平坦さを考慮すれば、各層の設計厚さ（5～10cm） $\pm 1 \sim 2$ cm は確保されていると思われる。

5. 撒き出しや転圧時の IT 施工における精度－標高に対する精度

遮水壁の厚さにも関連するので標高に対する精度をできるだけ上げておきたいが、アスファルトフィニッシャーの施工方法ではある程度施工基盤が平坦であれば各層の厚さは確保できそうである。このときの施工基盤の平坦さをどの程度にするかということが必要であるが、逆に各層の厚さは確保するための施工基盤の平坦さはアスファルトフィニッシャーの撒き出し部が車輪の動きに左右されない程度ということになると思われる。このため局所的な凹凸を避け平坦であるとわかる程度なのであろう。この場合直接基礎の被害が生じるかどうかといわれる $1/100 \sim 1/500$ 程度ということしか指標がない。この上に舗設される遮水壁が施工基盤の凹凸によって初期ひずみを発生するわけでもなく、機能上厚さを確保すればよいからである。

参考文献：岡本敏郎・栃木均・西内達雄（2002）大型繰返し三軸試験による新鮮な安山岩質ロック材料の動的変形・減衰特性-初期せん断応力の影響および応力誘導異方性を考慮した評価、電力中央研究所研究報告平成 13 年 12 月、田代幸英・大内周・森二郎（1999）：アスファルト表面遮水型調整池の耐震性評価、電力土木、No.283, pp.40-44 菅原照雄（2001）：水工アスファルトに関する最近の技術、電力土木、No.296, pp.3-10