

鹿島建設技術研究所 正員 重松和男
 鹿島建設技術研究所 正員 橋原 健

1. はじめに

フィルダムの表面遮水壁としてのアスファルトフェーシングの破壊は、外力(波圧、静水圧、水位の変動によるくり返し荷重……疲労、背圧、温度応力、斜面での自重による剪断力、地震等)、堤体の不同沈下、アスファルトの老化等の種々の要因が考えられるが、材料面からはアスファルト合材の破壊強度および破断歪が重要な要因となる。この報文はアスファルトコンクリートの曲げ破断現象に関する粘弾性挙動を実験的に検討し、この破断現象の考え方をアスファルトフェーシングの破壊への一つのアプローチとして考察した。

2. アスファルトコンクリートの曲げ破断に関する実験条件

供試体 ; $3 \times 3 \times 40$ cm のビーム
 合材の種類 ; 水理構造物用密粒度アスファルトコンクリート
 アスファルト ; Pen.=64, K&B=49, P.I.=-1.0
 アスファルト量 ; 7.5, 8.5, 9.5 %
 試験温度 ; 20, 10, 0, -10, -20°C
 载荷速度 ; 0.015, 0.15, 1.5 cm/sec
 载荷方法 ; 二点载荷による歪制御方式(動的载荷装置のランプ) 入力による

3. 実験結果および考察

曲げ強度-温度の関係および破断歪-温度の関係の一例として、アスファルト量 8.5 % の場合について示すと図-1~2のとおりである。他の場合も同様な傾向を示すようである。菅原氏はアスファルト合材の破断を延性領域、脆性領域およびその転移領域における破断に分けて論じているが、この考え方は水理構造物用アスファルトコンクリートにも適用し得ることを確認した。

実験の結果、破断強度は延性領域では小さく、脆化点付近で最大となりその値は $100 \sim 130 \%$ であり、脆性領域で若干低下しているようである。破断歪は延性領域では大であり、脆性領域では小さくなり、転移領域ではそれらの中間であり、破断歪のオーダーは上限で 10^2 、下限で 10^3 (1000×10^3) 前後であった。

既往の研究によれば (Van der Poel, Erickson, Heukelom & Klomp, Monismith らの研究) 一般にアスファルト合材の引張強度は $40 \sim 100 \%$ 、破断歪の最小値は $1000 \sim 1200 \times 10^3$ である。破断歪の下限値は筆者の実験結果と Heukelom & Klomp, Monismith らの実験結果とみなり一致しているようである。

4. 破断に対する考え方のフェーシング破壊へのアプローチについて

フェーシングの破壊については種々の要因が考えられるが、主に破断歪との関連について述べる。

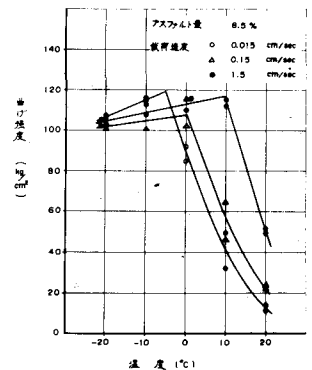


図-1 曲げ強度と温度の関係

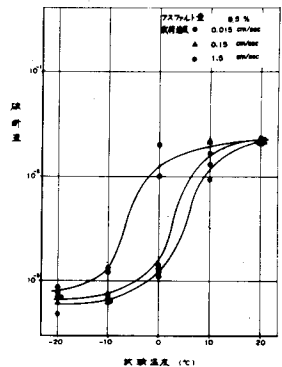


図-2 破断歪と温度の関係

フェーシングの破壊現象をレオロジー過程として考える場合、応力-歪-温度-歪速度(載荷速度)の四つの因子について考慮する必要があると思われる。

- a. 応力は、フェーシングの自重あるいはトランジション、フィル本体の沈下によって生ずる応力、水圧、波圧および水位の変動によるくり返し荷重および温度応力を考える。
- b. 歪はフィル本体の沈下またはa.に述べた荷重によって生ずる歪を考える。
- c. 温度はフェーシングの温度で、最高温度は最高気温+20~30℃、最低温度は外気温を考える。
- d. 歪速度はある歪を生ずるに要する時間として考えることができ、波圧による場合はごく短い時間大きな歪速度となり、自然沈下にもとづく変形や湛水後通常の場合は非常に長い時間小さい歪速度(クリープ)となる。

フェーシングへの適用に際しては、歪速度との関係からどの破壊領域における破断歪が必要かを明らかにする必要がある。現実には冬期間において大きな変形が生ずる場合が危険であり、破壊領域がその変形速度、温度において合材の脆化点以上であれば、延性領域にあるので、破断歪は大きくなる一方、クリープを生じ易くなるので追従性が期待できるが、脆化点以下では脆性領域にあるので、大きな変形に対する追従性はあまり期待できなく(1000×10⁶前後)、破断強度との関係で破断に導かれる可能性がある。フィルダムの場合は、その堤体の沈下速度が非常に遅いと考ええると、載荷速度の小さい方に相当するので脆化点は当然低温側に移行する。筆者の実験結果では0.015%/secの載荷速度において脆化点は-10℃付近であるが、最も沈下速度の遅い場合には0℃以下でも10²のオーダーの破断歪を期待できると考えられる。

応力のうち、水圧による圧縮破壊は通常の場合は問題にする必要はなく、波圧による場合は、貯水面積の大きなハイダム以外は破壊の主要因にはならないが、天端付近のフェーシングでは波浪のくり返し荷重による疲労の問題を考慮する必要がある。温度応力については、筆者の研究によれば-20℃程度の低温で1/4~1/2%程度になり、レーン中央部では一応温度応力のみではひびわれは生じないが、ジョイント(施工ジョイント、構造物との取合部)や断面の変化している場所等は応力集中の原因になるので、材料の選定および施工に十分注意する必要がある。

応力緩和の有無も重要な問題である。アスファルト合材は一般に温度が高ければ容易に応力が緩和するが温度が低くなるとあまり期待できなくなる。クリープ特性も同様である。したがってクリープや応力緩和に大きな期待をかけ破断歪の増大を期待するのは低温領域では限界があると思われる。

フェーシングの断面が多層構造の場合は各層の剪断力の伝達が問題になる。多層構造の場合の例として上下の不透水層の間に排水層を設ける場合が多いが、この空隙率の大きい排水層の強度は極めて弱く、力学的には上下層は相互に完全分離の状態になるので局部変位によって発生する縁応力も小さくなり、それによって発生する歪も小さくなるものと思われる。

5. お 結 べ

これらの考え方の設計へのアプローチとして、第一にフィル本体の沈下をアスファルト合材の破断歪以下にするようにフィル本体に設計上の配慮をし、施工に万全を期し、一方では感温性の低い(P.I.の大きい)アスファルトを使用し合材の延性破壊領域を拡大し、低温領域においても破断歪の上限を期待する。また不同沈下の恐れのある所には補強層を設けるか伸び能力の良い材料の使用が望ましい。