

II-234

アスファルトの耐侵食力

建設省土木研究所 正員 藤田 光一

建設省土木研究所 正員 山本 晃一

1. 目的

高水敷の利用計画や堤防からの氾濫水による堤内地の被災状況を予測する上で、種々の地表面が持つ流水に対する強度を知ることが重要である。本研究は、代表的な地表面種であるアスファルト舗装を取り上げ、高流速侵食試験装置により、その破壊機構と耐侵食力を明らかにしたものである。

2. 実験方法

図1に示すように、上流部に高さ3.5mのゲートを持つ勾配1/30、幅1.5mのモルタル仕上げ水路を用い、ゲート下から高流速(最高約8m/s)でほぼ等流状態の水脈(水深約17cm)を発生させた。ゲートから下流5mの位置に、水路縦断方向長さ3m、幅2m、深さ0.7~0.8mの供試体ボックスを設け、ここにアスファルト舗装を設置して破壊現象を調べた。水脈の流速制御は、ゲート上流池水位を調節することにより行った。

3. アスファルト舗装破壊要因の想定

図2に示すように、厚さ5cmのアスファルトコンクリートの下に厚さ15cmの碎石を持つ構造のアスファルト舗装を実験対象とした。最初に供試体上鉛直平均流速 $V=8\text{m/s}$ を20時間通水したが何の変化も起こらなかったことから、破壊には舗装面に何らかの破壊促進要因が必要と判断した。そこで、道路の維持修繕基準¹⁾を参考に、流水による破壊促進要因として「わだち掘れ」と「ひび割れ」をとりあげ、これらがアスファルト舗装破壊に与える影響を調べた。「ひび割れ」とは開き幅5mm程度で例えば図3に示す形状を持つ。

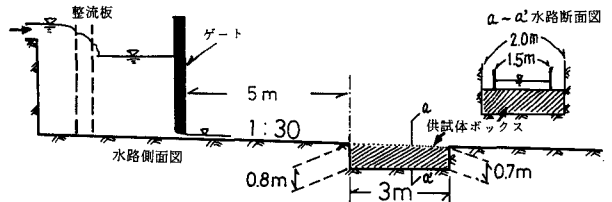


図1 高流速侵食試験装置

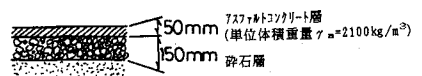
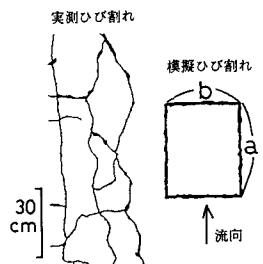


図2 実験対象アスファルト舗装構造

4. ひび割れによる破壊現象

上から見て長方形の傷(幅5mm、深さ5cm強で碎石層に達する)を人工的に造り模擬ひび割れとした(図3参照)。大きさの異なる長方形ひび割れを与え、ひび割れにより周囲のアスコン層から孤立したアスコン塊が脱落する流速を調べたところ図4に示す結果が得られた。なお参考にアスコン層の厚さ $t=3.4\text{cm}$ も対象にしている。また、各流速での脱落有無の判定は通水時間15分で行った。脱落は、孤立アスコン塊が全体的に持ち上がり一気に下流に運ばれるという形態をとった。図4から、脱落流速はひび割れ形状の大きさ(孤立アスコン塊の表面積)には依存せず、アスコン層厚さ t に依存することがわかる。図4には、脱落が生じた流速を発生させてから脱落が生じるまでの時間 T_D も合わせて示してある。これらの T_D 値から、脱落が通水直後に発生するのではなく、ある時間を要することがわかる。

図3 ひび割れ形状
実測例と模擬
ひび割れ形状

以上から、ひび割れによる破壊機構は次のように推定される。アスコン層と碎石層との間には粘着力がないことから、孤立アスコン塊に作用する揚力が自重を上回った時に脱落が発生する。アスファルト表面が平坦で流れがほぼ等流であることから平均的な揚力は0である。したがって、脱落を起こすのは圧力変動によって瞬間的に作用する揚力と考えられる。脱落が通水直後に生じず発生までの時間にバラツキがあることも、脱落を起こし得る大きな圧力変動を待つ時間を要するためと考えられる。図5は、脱落に寄与する揚力の瞬間値 L' が、 $L' = 1/2 \cdot \rho \cdot C_L \cdot A_L \cdot u_*^2 \cdots (1)$ [ρ : 水の密度、 C_L : L' に関する揚力係数、 A_L : 上から見た投影面積、 u_*

：摩擦速度] により決るとして計算した脱落発生 u_* を t との関係で表わし実験値と比較したものである。この図より、 $C_L=15$ とおくと実験値を良く説明できることがわかる。

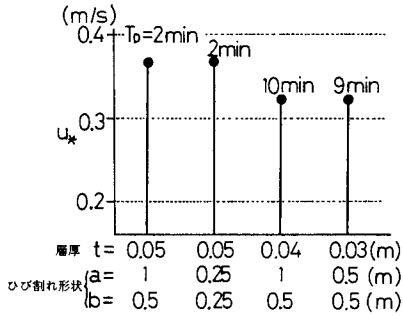


図4 種類別のアスツ層脱落時摩擦速度 u_*

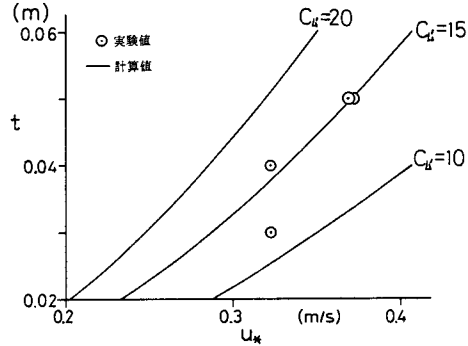


図5 アスツ層脱落時 u_* とアスツ層厚 t との関係

5. わだち掘れによる破壊現象

図6に示す凸形状を模擬わだち掘れとした。その破壊過程を図7に示す。 $V=5\text{m/s}$ までは変化が起きず、 $V=6\text{m/s}$ にした直後から凸部に水路横断方向のひび割れが発生し凸部が隆起しはじめ（図6参照）、 $V=7\text{m/s}$ で実験を継続するとひび割れと隆起が発達しつつに凸部を中心にはぎ取られるように破壊した。以上から、わだち掘れによる破壊は、凸形状により生ずる定常的な揚力によってアスツ層を鉛直上方に引張る力が作用し、アスツ層が引張り破壊を起こすことによると考えられる。図8は、予め実験で求めた凸部に関する揚力係数 $C_L=66$ （ C_L 定義式において流速の代りに u_* を用いている）から凸部に働く揚力 L （単位幅当たり）を求め u_* との関係を示したものである。図には、凸部頂上を線状に引張る試験により求めた 大変形が起きない最大の引張り力 P （単位幅当たり）が合わせて記されている。この図から、 L が P を上回る u_* 値と変状が始まった u_* がほぼ対応しており、上記の破壊機構を裏付けている。

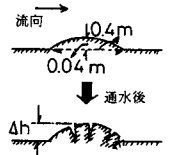


図6 模擬わだち掘れ形状
(側面図)

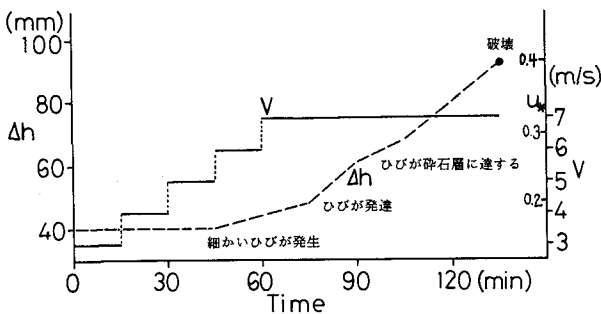


図7 凸形状わだち掘れの破壊過程

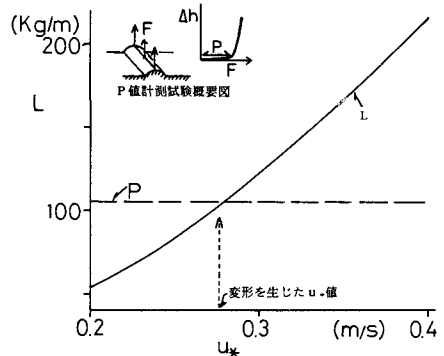


図8 凸形状わだち掘れ部に作用する
揚力 L と u_* との関係

6. まとめ

アスファルト舗装の破壊には複数の要因とそれに応じた機構がある。アスファルト舗装の耐侵食力は、その構造、想定すべき破壊促進要因の起こり得る組み合わせの中で最も低い耐侵食力をもとに判断しなければならない。今回の検討はアスファルト舗装面だけを対象にしている。総合的な強度判定は、アスファルト舗装と他の構造物や地表面種が組合わされた状況を想定してなされなければならない。

<参考文献>1) 社団法人日本道路協会：道路維持修繕要綱