

ホワイトトッピングの界面応力に関する一考察

(社)セメント協会 正会員 吉本 徹
武蔵工業大学 大塚年久

1. はじめに

薄層付着型ホワイトトッピング(WT)工法は、アスファルト舗装の補修工法の一つであり、アスファルト混合物(以下、アスファルト)とコンクリートとを一体挙動させるところに特徴¹⁾がある。この2つの材料間の接着はきわめて重要であるが、どの程度の付着強度を確保する必要があるか等の課題を有する。

本研究は、WT工法における目標付着強度の設定根拠の作成を目的に、アスファルト層とコンクリート版との界面に発生する応力を2次元有限要素法により算定し、検討を行ったものである。

2. 直接引張強度試験

セメント協会・舗装技術専門委員会で開催したWT実物大試験舗装では、コア供試体による直接引張試験により付着強度を評価した²⁾。この試験舗装では、表面処理方法として、切削、切削後ウォータージェット、の2種類とし、表面処理方法の違いによる付着強度への影響を調査した。供試体の寸法は、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体で、供試体両端面と金属製ジグをエポキシ樹脂により接着し、ユニバーサルジョイントを介し、直接引張試験を実施した。主な直接引張試験結果を図-1に示す。この図を見てわかるように、ウォータージェットによる表面処理を実施した場合、施工後1年時の付着強度は、 1.74N/mm^2 、切削のみの場合は 1.17N/mm^2 であった。

2. 解析方法

界面に発生する応力の算定は、WT構成層の自重を考慮したアイソパラメトリック2次要素を有する2次元有限要素法による弾性解析³⁾により、行った。実規模大試験舗装モデルではコンクリート版とアスコン層の自由変形ひずみを入力データとした。また、直接引張試験も同様の解析を行い、界面応力分布を算定した。なお、本解析で用いた各種材料定数は、参考文献³⁾と同一とした。

実規模大試験舗装モデルは、図-2に示すように、目地で囲まれた連続なコンクリート版1枚を対象とし、y軸を対称軸とした1/2モデルとした。界面応力の算定は、界面近傍の要素から求める方法もあるが、この方法は異種材料間での場合、各材料の弾性係数の影響により着目する材料によってその値が異なることから、本研究では界面の節点力に着目し、界面応力を算定した。本モデルの場合、界面の鉛直方向の節点力は、コンクリート系の変形から決まる節点力と、アスファルト系の変形から決まる節点力の合力となり、コンクリートの自重を除けば、この2つの節点力は力の釣り合いからゼロとなる。本解析では、このコンクリートから求まる節点力を用いて、付着応力としての直応力を算定した。

コンクリートおよびアスコンの自由変形ひずみ分布は、季節間変動を考慮し、図-3に示す4つのケースと
キーワード； コンクリート舗装、ホワイトトッピング、有限要素法、直接引張試験、直応力、界面
連絡先； 〒114-0003 東京都北区豊島 4-17-33 TEL(03)3914-2695 FAX(03)3914-2690

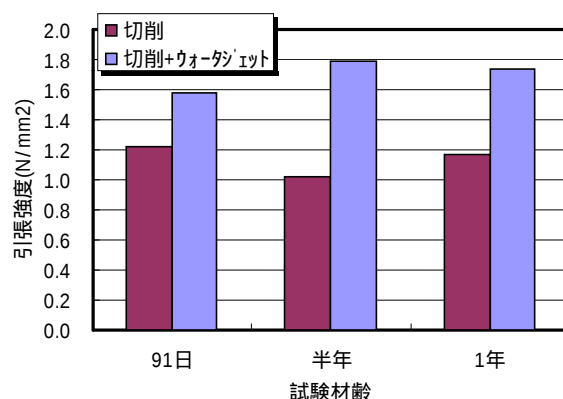


図-1 直接引張試験結果 (実物大試験舗装)

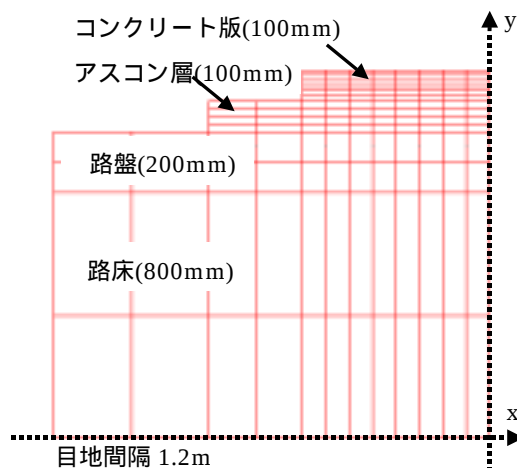


図-2 実物大試験舗装の解析モデル

した。このひずみ値は、実規模大試験舗装から得られたコンクリートの自由変形ひずみおよびアスファルトの温度実測データをもとに算出したもので、アスファルトの熱膨張係数 α_{as} は、 15×10^{-6} と仮定した。

3. 解析結果

図-4 は、コンクリートとアスファルトの2層供試体に計 19.6kN の等分布荷重を作用させた場合の断面内に生じる直応力分布を、本解析法により算出した結果である。この図を見てわかるように、解析の結果では断面内の応力分布は一様ではなく、縁効果による応力集中が認められ、供試体の縁部では断面内の平均応力に対して 1.38 倍の応力が生じることがわかった。

一方、実規模大試験舗装モデルでは、界面に発生する直応力分布を図-5 に示した。この図を見てわかるように、縁部に最大引張応力が発生し、コンクリートのひずみ勾配が大きい冬季に、その応力が最も大きくなることがわかる。特に 2000 年 2 月 27 日のデータでは、直応力の最大値が 2.37 N/mm^2 となっており、図-1 の直接引張試験結果よりも大きな値となった。これは、

図-4 で明らかにした縁効果を考慮しない、面内の平均応力で強度を表しているところに原因があると考えられる。そこで、縁効果の影響を考慮するために引張試験結果を 1.38 倍すると、ウォータジェットによる場合は、施工後半以降では $2.40 \sim 2.47 \text{ N/mm}^2$ 、切削のみでは最大で 1.68 N/mm^2

の付着強度となり、切削のみでは付着強度が不足する結果となった。

4. まとめ

WT の界面応力の算定に 2DFEM を適用した。界面に作用する直応力は、コンクリートとアスファルトの自由変形量により大きく異なり、ひずみ勾配による影響が大きいことがわかった。解析結果から、本研究の範囲内では、WT 工法の完全付着状態を保持するためには、直接引張試験で 1.7 N/mm^2 程度以上の付着強度が必要であることがわかった。

《参考文献》

- 1) Whitetopping –State of the Practice-, Engineering Bulletin, ACPA, pp45-
- 2) 舗装技術専門委員会報告 R-14 博搜付着型ホワイトトッピングに関する調査・研究, セメント協会, 2001.12
- 3) 吉本他, ホワイトトッピングの拘束応力解析に関する一考察, 第 57 回年次学術講演会, 第 部門, 土木学会

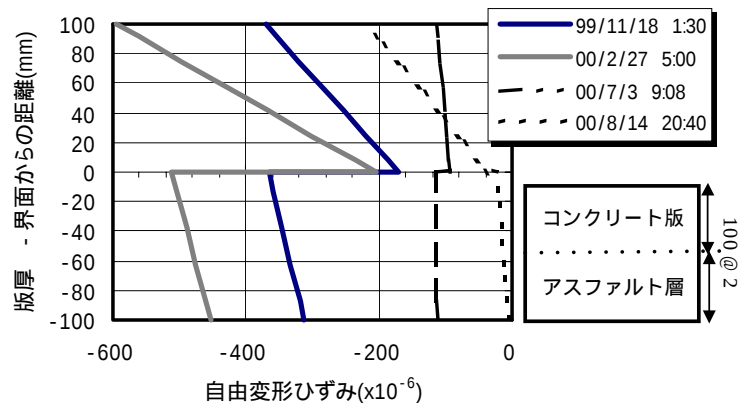


図-3 入力データ；自由変形ひずみ分布

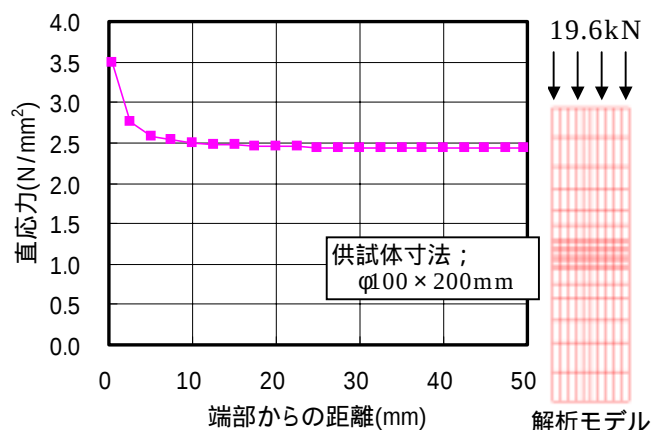


図-4 直接引張供試体の界面直応力分布

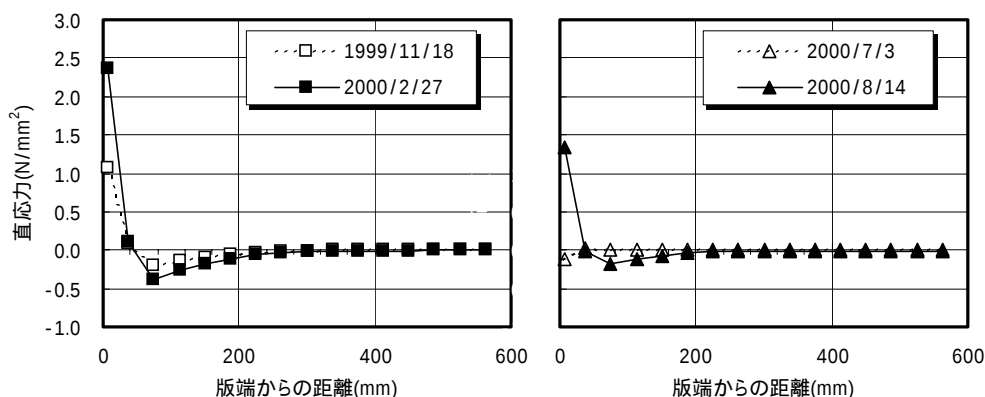


図-5 解析結果；界面付着応力(直応力)分布