

# ポーラスコンクリートを用いた薄層オーバーレイに関する検討

中原 大磯<sup>1</sup>, 野田 悦郎<sup>2</sup>, 橋本 修治<sup>3</sup>, 孔 永健<sup>4</sup>, 梶尾 聡<sup>5</sup>

1正会員 日本道路株式会社 技術研究所 (〒146-0025 東京都大田区多摩川2-11-20)

2正会員 同上

3正会員 同上

4正会員 同上

5正会員 太平洋セメント株式会社 佐倉研究所 (〒146-0025 千葉県佐倉市大作2-4-2)

ポーラスコンクリート舗装はその高空隙を利用し、高排水性および低騒音性等を備えた高機能性舗装として可能性の大きな工法であるが、新設から維持の時代に入り、修繕工法への適用の検討も必要である。ポーラスコンクリート舗装を修繕工法へ適用する場合、フォーメーションなどの制約から既設コンクリート舗装あるいは既設アスファルト舗装への薄層付着型オーバーレイが最も有効な手法と考えられる。本研究では、この薄層付着型オーバーレイの鍵となるポーラスコンクリート舗装と既設舗装の付着性状について検討した。この結果、適切な既設舗装表面処理と付着材の使用で十分な付着を確保でき、それにより修繕工法として使える可能性を見出すことができた。

**Key Words** : porous concrete, rehabilitation technique, thin bonded concrete overlay, whitetopping

## 1. はじめに

排水性アスファルト舗装が積極的に採用されているようになり、低騒音舗装への期待が大きい、併せて、高い長期耐久性の確保も望まれている。一方、耐久性に優れるとされるセメントコンクリート舗装では、機能面、特に低騒音化に関する検討が遅れがちである。そこで本研究では、通常のコンクリートの耐久性を確保しつつ、15～20%と高空隙にすることで低騒音性および排水性を有するポーラスコンクリート<sup>1)</sup>に着目し、ポーラスコンクリートを機能層とする修繕工事への実用化に関して検討した。

修繕工法への適用方法としてはフォーメーションなど制約の多い今日、既設コンクリート舗装あるいはアスファルト舗装への薄層付着型オーバーレイが最も有効な手法と考えた。この場合、ポーラスコンクリート

版と既設舗装との付着性状が課題となる。本文は、これまでに実施した室内試験や試験施工等を通して、ポーラスコンクリート舗装と既設舗装との付着性状に関する検討結果等を取りまとめたものである。

## 2. 付着型ポーラスコンクリート舗装の概要

### 2-1. 想定した舗装構成

想定した付着型ポーラスコンクリート舗装の断面は、既設コンクリート舗装版を付着の対象とした場合と既設アスファルト舗装を対象とした場合 (UTW<sup>2)</sup> : Ultra-thin Whitetopping) であり、図-1,2にその適用概念を示す。ポーラスコンクリートでは15～20%の高空隙を目標とするため、そのままでは既設舗装版との付着面積が絶対的に不足するため、界面に付着材の層を設けている。

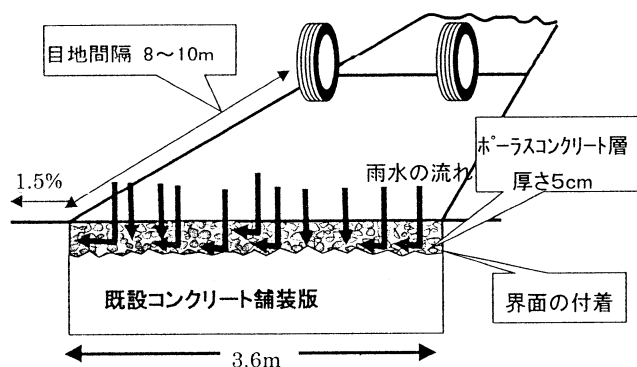


図-1 既設コンクリート舗装を対象とした付着型ポーラスコンクリートオーバーレイ

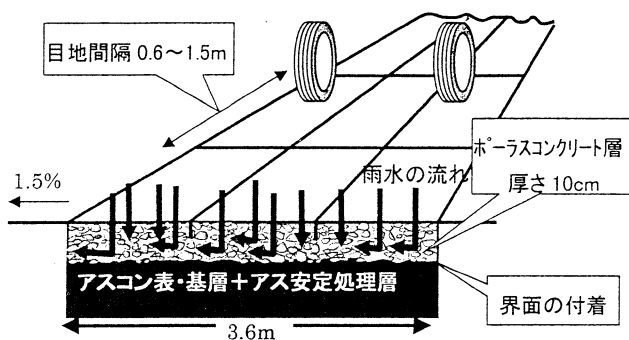


図-2 既設アスファルト舗装を対象とした付着型ポーラスコンクリートオーバーレイ

## 2-2. ポーラスコンクリートの目標性状

ポーラスコンクリートは、主に粗骨材と無機質混和材を加えたセメントモルタルから構成されている。今回、検討に用いたポーラスコンクリートの標準配合およびポーラスコンクリートの基本性状を表-1に示す。

検討中のポーラスコンクリート<sup>3)</sup>は、構造設計面での曲げ強度、弾性係数、版温度特性、材料面での飛散抵抗性などの検討結果に基づいており、飛散抵抗性に問題がない舗装用コンクリートとして必要な設計基準

表-1 ポーラスコンクリートの配合および基本性状

| W/P<br>(%)                                                                                                | m/g<br>(%) | 空隙率<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |            |           |          |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|-----------|----------|-----------|
|                                                                                                           |            |            | 水<br>W                   | セメント<br>NC | 混和材<br>RM | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G6 |
| 20                                                                                                        | 46         | 18         | 72                       | 311        | 54        | 182      | 1469      |
| ・RM：無機系特殊混和材      ・G6：6号砕石<br>・P=NC+RM      ・NC：普通ポルトランドセメント<br>・m/g：モルタルと粗骨材の容積比                         |            |            |                          |            |           |          |           |
| <基本性状試験結果><br>曲げ強度=5.1N/mm <sup>2</sup> (材令28日, 供試体空隙率=18.5%)<br>透水係数=1.20×10 <sup>-1</sup> cm/秒(定水位透水試験) |            |            |                          |            |           |          |           |

曲げ強度を確保し、透水係数0.01cm/s以上を満足することを目標としている。なお、版の全厚にポーラスコンクリートを用いた試験施工では、大型車8万台(5t換算輪数30万回)走行後の時点で、表面の骨材剥奪飛散やひびわれ、目地部の角欠けなどは認められなかった<sup>4)</sup>。

## 3. フィールド実験によるアスファルト舗装への付着検討

### 3-1. 検討概要

ポーラスコンクリートを用いたUTWを想定したフィールド実験<sup>4)</sup>を行った。フィールド実験の概要は表-2に示すように、厚さ10cm、目地間隔1mとしたポーラスコンクリート版を厚さ10cmの既設アスコン層上に、既設アスコンの処理法および付着処理材を変えたものである。

表-2 ポーラスコンクリートUTWのフィールド実験概要

|              |                 |                        |                 |           |  |
|--------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------|--|
| UTW<br>の構造   | ポーラス<br>コンクリート版 | 配合                     | 5mmtop, 全空隙率18% |           |  |
|              |                 | 厚さ                     | 10cm            |           |  |
|              | 下層アスコンの厚さ       | 10cm                   |                 |           |  |
| 界面の付<br>着処理法 | 既設アスコンの処理       | 2水準（1cm切削有り, なし）       |                 |           |  |
|              | 付着処理材<br>（5水準）  | 処理材名称                  | 塗布量（ℓ /㎡）       |           |  |
|              |                 | セメントペースト               | 1.5             |           |  |
|              |                 | 高粘度エポキシ                | 1.2             | 標準<br>使用量 |  |
|              |                 | 低粘度エポキシ                | 1.0             |           |  |
|              |                 | アスファルト乳剤               | 0.4             |           |  |
|              |                 | 処理なし                   | —               |           |  |
| 試験項目         | 載荷試験            | FWD（49KN）による版中央部のたわみ測定 |                 |           |  |
|              | 切り取りコア          | 付着強度試験（直接引張）           |                 |           |  |

### 3-2. 検討結果

フィールド実験版から直径10cmのコアを採取し、供試体を供試体温度20℃、載荷速度500N/sで界面の直接引張試験を実施し、その結果を図-3に示す。UTWの界面強度に関して明確な基準がなく、米国の目安である直接せん断強度1.4N/mm<sup>2</sup>に相当する直接引張強度1.0N/mm<sup>2</sup>程度を目標とした<sup>5)</sup>。この結果、セメントペースト、高粘度エポキシではほぼそれに近い付着強度が得られている。

各版の中央で測定したFWD載荷点のたわみ（Do）を図-4に示す。この結果より、

- ①アスファルト乳剤および処理材なしはその他の処理のものよりたわみ量が大きく、界面の付着が小さい状態と推定された。
- ②通常のUTWでは界面付着力の確保には骨材が露出した状態となるよう切削が不可欠とされているが、ポーラスコンクリートのUTWではセメントモルタル自体が少ないことから切削の有無は界面付着力には影響しない。

ということがわかる。また、低粘度エポキシの付着強度はセメントペーストや高粘度エポキシと比較して低いにも拘わらず（図-3）、図-4のたわみでは付着状態にあると判断された。言い換えれば、49kNの荷重下では、0.5N/mm<sup>2</sup>程度の直接引張付着強度でも一体化挙動を示すと判断できる。

図-2に示した舗装構造に複合平板理論を適用し、複合版を扱えるFEMプログラムKENSLABS<sup>®</sup>による付着、非付着の解析値と実測値を図-5に示した。ここでの実測値は、図-3に示した付着が良好なセメントペーストと切り取りコア採取ができなかった（付着がきわめて小さい）付着材なしの結果を用いている。図-5によれば、付着が良好と思われるセメントペーストの実測値は、付着の解析値とほぼ整合していることがわかる。しかし、付着材なしの場合、非付着（付着強度=0）と付着の解析値の中間的な挙動を示している。これは、コア採取時に破断した付着材なしの版体も下層アスコンとの摩擦力等からある程度の付着挙動を示したもののといえる。

## 4. コンクリート舗装版への付着検討

### 4-1. 室内検討

コンクリート舗装版への付着では下地コンクリートの表面処理と付着材の選定が課題となることから、表-3に示すような室内実験を行い検証した。下地コンクリートの表面処理法（レタンス除去）としては、ショットブラストやウォータージェットあるいはその組み合わせなどが考えられるが、ここでは舗装用コンクリートを厚さ10cmで打設し、翌日表面洗い出しを行ったものの上にポーラスコンクリートを5cm打ち継いで実験に供している。

テスト版から10cmのコアを切り取り、供試体温度20℃、載荷速度500N/sで直接引張試験を実施し付着

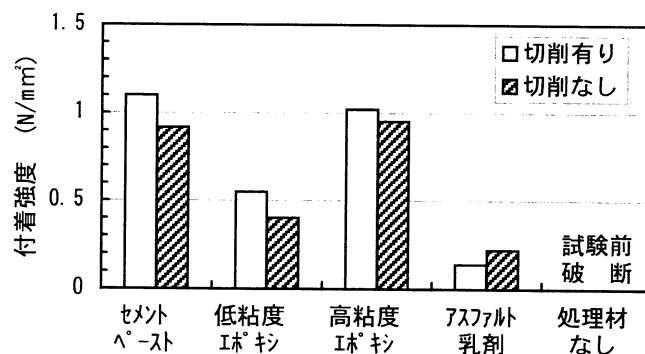


図-3 ポーラスコンクリート UTW の直接引張試験結果

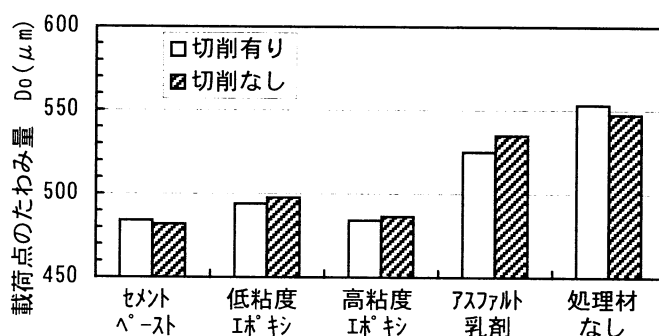


図-4 ポーラスコンクリート UTW の FWD たわみ

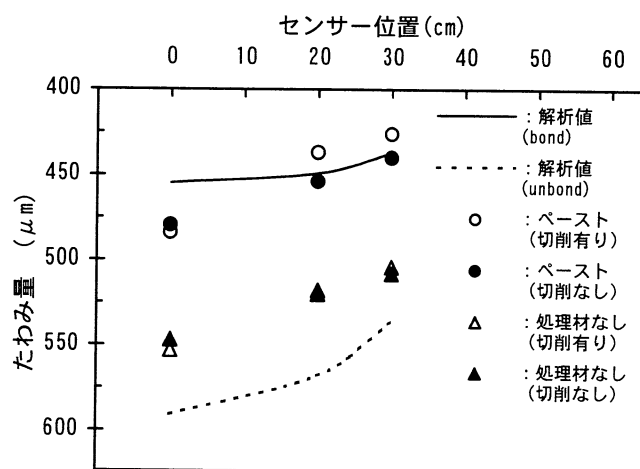


図-5 UTW の FWD たわみと解析値の比較

表-3 コンクリート舗装版への付着検討(室内)概要

| 作製供試体  | 1m×1m版<br>普通コンクリート舗装 10cm, ポーラスコンクリート 5cm |              |
|--------|-------------------------------------------|--------------|
| 付着材の種類 | ペースト                                      | 特殊セメントペースト   |
|        | モルタルA                                     | セメントペースト+砂   |
|        | モルタルB                                     | 特殊セメントペースト+砂 |
|        | エポキシ                                      | 高粘度エポキシ樹脂    |
| 確認試験   | φ10cm コアによる直接引張強度試験                       |              |

強度の確認を行った。その結果を図-6に示す。直接引張試験の結果、一般に行われているコンクリート床版の増厚工法で目標とされている付着強度 $1.0\text{N/mm}^2$ 以上をすべて満足している。特に、モルタルBを付着材に用いた場合、 $2\text{N/mm}^2$ 以上の十分な付着強度を確保していることがわかった。また、ここでは下地既設コンクリート面の表面処理を洗いだし法で行ったが、他の処理方法（例えばショットブラスト）を用いる場合にも同程度の骨材露出が要求されると思われる。

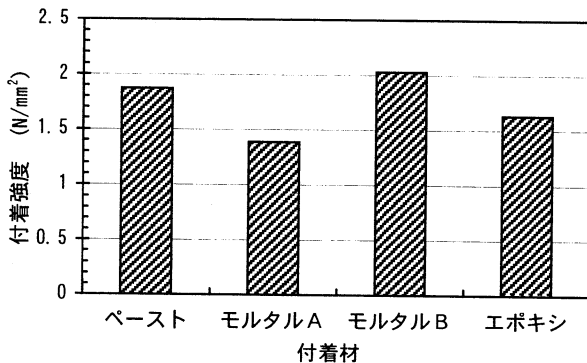


図-6 コンクリート舗装版との付着強度(直接引張)試験結果

#### 4-2. 実施工を想定した試験施工

室内検討の結果をふまえ、コンクリート舗装上でのポーラスコンクリートオーバーレイ試験施工を実施した。試験施工概要を表-4に示す。

ここでは、下層となる転圧コンクリート舗装(RCCP)を先行打設し、翌日ポーラスコンクリートを打ち継いでいる。ポーラスコンクリートの舗設状況を写真-1に示す。

試験施工では、人力の場合でもアスファルトフィニッシャーを用いた機械施工の場合でも付着材塗布工程が

表-4 ポーラスコンクリートオーバーレイ試験施工概要

|      |                                       |                   |
|------|---------------------------------------|-------------------|
| 実験規模 | 面積：150 m <sup>2</sup> 、幅員 5 m、延長 30 m |                   |
| 舗装構成 | 転圧コンクリート舗装+ポーラスコンクリート舗装(5 cm)         |                   |
| 付着処理 | ショットブラストによる下地処理 付着材：モルタルB             |                   |
| 施工体系 | 人力施工                                  | 簡易コンクリートフィニッシャー使用 |
|      | 機械化施工                                 | アスファルトフィニッシャー使用   |
|      | コンクリートの運搬                             | アジテータトラック         |

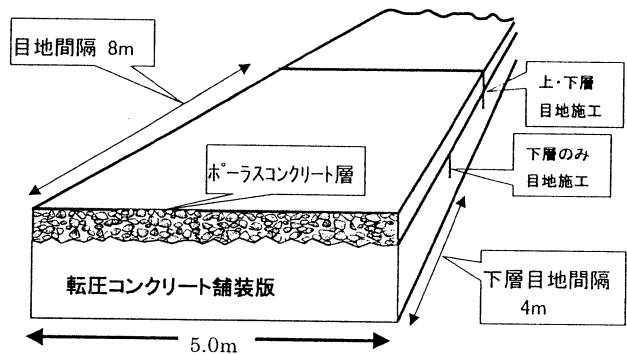


図-7 試験施工での舗装構造

加わるものの、付着モルタルがポーラスコンクリート表面に上昇するようなこともなく、通常のポーラスコンクリート舗装の施工体系で施工できることが確認できた。

また、ここでは図-7に示すように下層RCCPにスキュー目地(幅3mm、深さ3cm、間隔4m)を設け、上層のポーラスコンクリートには目地を設けた区間と設けない区間を配置し、下層の目地の影響や目地部など端部からのはがれなどを観察した。なお、ポーラスコンクリート版の目地は、RCCPの目地直上に設置している。

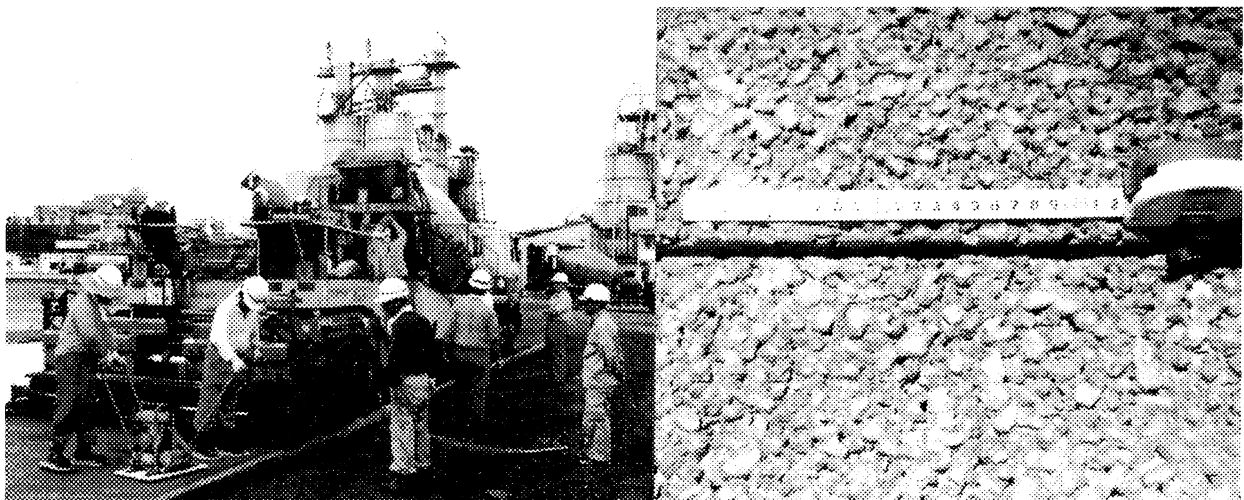


写真-1 試験施工状況とポーラスコンクリート舗装表面

施工後1ヶ月が経過した時点では、界面のはがれは目視観察でも、打撃音調査でも確認されず、現時点では適切な付着工法であると判断しているが、さらに長期にわたり観測していく予定である。

## 5. まとめ

以上の検討結果をまとめると次のようなことがいえる。

- ①ポーラスコンクリートを用いた薄層オーバーレイは、UTWの場合において既設アスコンの表面切削の有無に拘わらず、セメントペーストまたは高粘度エポキシを付着材として用いることにより十分な付着が確保できることがわかった。また、コンクリート舗装へのオーバーレイに関しては、既設コンクリート表面の骨材を露出させ、セメント系付着材またエポキシ樹脂を付着材として用いることにより十分な付着を確保できることがわかった。
- ②低騒音特性や高透水性能を有したポーラスコンクリートによる付着オーバーレイ工法は、低騒音舗装あるいは排水性舗装として高機能化を図る修繕工法になり得る可能性が見いだせた。
- ③施工方法については、付着材塗布工程は加わるもののポーラスコンクリート舗装の通常施工体系で問題のないことが確認された。

## 6. おわりに

本文ではポーラスコンクリートを用いたオーバーレイ工法について付着性状から検討してきた。この工法の用途としては、通常の排水性舗装の耐久性が問題と

される重交通路や交差点、高速道路等の料金所広場あるいはパーキングエリアなどが想定される。

ポーラスコンクリート舗装は吹米でも試験施工段階にあるが、耐久性・機能性の点で可能性の大きな舗装であるといえる。今後実路での検証を含め工法確立へ向け検討を重ねていきたいと考えている。

## 参考文献

- 1) 笠原好則・野田悦郎・富田六郎：車道用ポーラスコンクリート舗装試験舗装の路面性状と音響特性、第22回日本道路会議論文集、平成9年
- 2) W.Cole,J..Mack,R.G.Packard：Whitetopping and Ultrathinwhitetopping – The U.S experience Proc. of 8<sup>th</sup> International symposium on Concrete Roads in Lisbon,1998
- 3) 田中敏嗣・富田六郎・橋本修治・野田悦郎：「車道用透水性舗装コンクリートの開発、舗装、Vol.32-11、1997年
- 4) 野田悦郎・中原大磯・遠藤桂・孔永健：高耐久性低騒音舗装を目指したポーラスコンクリート舗装の実用化に関する研究、道路建設、No.619、1999年8月
- 5) Wu,C.L., S. M.Tarr ,A.Ardani & M.J.Sheehan: Instrumentation and Field Testing of Ultrathin Whitetopping Paavement, Annual Transportation Research Board Meeting,1998.1
- 6) Yang H.Huang：Pavement Analysis and Design,1993.
- 7) 野田悦郎・孔永健・笠原好則：付着型薄層ホイットトッピング工法に関する基礎的研究、第2回舗装工学講演会講演論文集、1997年12月。

## A FUNDAMENTAL STUDY OF THIN BONDED OVERLAY ON EXISTING PAVEMENT USING POROUS CONCRETE

Daiki NAKAHARA , Etsuro NODA , Shuji HASHIMOTO , Yong-Jian KONG , Satoshi KAJIO

Pavement using porous concrete is expected to be a promising technique with high drainage capability and low-tire/road noise property, because of its high porosity. In case porous concrete is applied to a rehabilitation technique of an existing pavement, thin bonded overlay on both ordinary jointed concrete pavements and asphalt pavements is thought to be a practical method, because most of the rehabilitation job does not allow the high raise of formation. In this technique, the bonding is the important key to success; therefore fundamental experiments and the following fields test regarding bonding were executed. In conclusions, bonding can be got through a suitable selection of bonding material and an adoption of appropriate surface treatments on the existing layer. In addition, full-depth porous concrete construction method is applicable to the thin bonded rehabilitation only with applying the bonding material in advance.