

8. まとめ

本共同研究の成果は、以下のようにまとめられる。

(1) 施工

既設コンクリート版とオーバーレイコンクリート層（新旧層）間の付着工法として、ウォータージェットを使用するシリーズAと使用しないシリーズBの両方を対象としている。

a) 室内試験による基礎的知見

i) シリーズA

- ①新旧層の付着強度は、処理を受けた既設コンクリート版の表面形状を定量化した値（平均深さならびに斜長比）と相関性のあることがわかった。
- ②付着強度を高めるためにはウォータージェット工法においてスタンドオフを小さく、ステップ間隔を小さくする必要のあること、ショットブラストを併用する必要のあることが有効とわかった。

ii) シリーズB

- ①ショットブラストのみにより既設コンクリート版の表面処理をした場合、せん断強度は確保できるものの、引張強度の点で不十分であるとわかった。
- ②ショットブラスト処理に加えて接着剤を用いると、せん断および引張強度の点で満足できる結果が得られた。

b) 現場試験施工

- ①ウォータージェット工法により処理した既設コンクリート表面のきめは、ウォータージェット工法の仕様が同一であっても、既設コンクリート版の材質により異なる。
- ②厚さ 15cm のオーバーレイを対象とした施工機械であっても厚さ 5cm ならびに 10cm に対応可能である。

c) 施工結果

i) 付着強度

- ①室内引張強度と現場引張強度の間には高い相関性がみられ、しかも前者のほうが変動は小さいことがわかった。
- ②室内引張強度が小さい場合は、新旧コンクリート層に剥離の生ずる危険性の大きいことがわかった。
- ③室内せん断強度には、付着工法による違いは明確でないことがわかった。

ii) 剥離状況

- ①ショットブラストのみによる表面処理では付着を確保することは難しいことがわかった。
- ②ウォータージェットとショットブラストを併用した場合、適切な処理方法を採用することにより、新旧層間の付着を十分確保できることがわかった。
- ③ショットブラストと接着剤を併用した場合、適切な処理方法を採用することにより、新旧層間の付着を十分確保できることがわかった。

d) 必要強度と最適な付着工法

新旧コンクリート層界面にばね要素を挿入したモデルを使用して、付着オーバーレイ舗装構造を解析した結果は次のようにまとめられる。

- ①新旧コンクリート界面に発生する応力は、目地部ならびに隅角部で最大となる傾向が認められる。
- ②深さ方向の温度勾配が増加すると、界面水平応力は減少する傾向がある。一方、界面垂直応力は、温度勾配が正負のいずれになっても増加する傾向があるが、温度勾配が正の場合のほうが大きい。
- ③オーバーレイコンクリート層の乾燥収縮ひずみが増加すると、界面水平応力は増加するものの、界面垂直応力はあまり変化しない。また、深さ方向で乾燥収縮ひずみの勾配があると、界面水平応力はほとんど変化しないが、界面垂直応力は大きく変化する傾向があり、温度勾配が正の場合には応力が増加する。
- ④新旧コンクリート層の界面で剥離が生じた原因としては、界面の垂直応力が引張強度を超過したことが原因と推測される。
- ⑤航空機脚荷重の荷重が界面応力に及ぼす影響は小さい。
- ⑥オーバーレイ厚が界面応力に及ぼす影響は、水平応力の場合は小さいものの、垂直応力はオーバーレイ厚の影響を受ける傾向が認められる。
- ⑦本研究の構造解析で用いた、新旧コンクリート層界面にばねを挿入するモデルでは、解析結果がメッシュ間隔に大きく影響を受けること、界面における曲げモーメントの伝達を考慮できないこと等から、定量的な検討は困難である。

e) 界面における必要付着強度と最適付着工法

試験舗装施工前後に実施した引張試験結果、解析結果ならびに試験舗装の剥離状況長期観測結果を総合的に検証した結果として、界面における必要付着強度と最適付着工法については以下のようにまとめられる。

- ①新旧コンクリート層の付着強度としては、引張強度で

- 1.6MPaが必要である。
- ②付着強度については、比較的多くの供試体を用いて室内試験を実施し、最小強度が 1.6MPa 以上であることを確認する必要がある。
- ③本研究で対象とした以外の付着工法の場合は、新たに試験舗装を製作し、付着強度試験を行うとともに、少なくとも 1 年間の長期観測を実施した上でその適用性を判断する必要がある。
- ④シリーズ A における新旧界面処理方法は、WJ 処理後に、レーザ変位計によるプロファイルの測定 (0.5mm ピッチ, 延長 20cm) を実施し、平均深さ 6.5mm 以上、斜長比 1.2 以上を確認し、その後ショットブラスト (投射密度 100kg/m²) を施す方法を標準仕様とすることが望ましいと考えられる。
- ⑤シリーズ B における新旧界面処理方法は、ショットブラスト (投射密度 150kg/m²) にて既設コンクリート面を研掃した後に、接着剤 I (エポキシ系) を、平滑な面の場合は 1.0l/m², 切削面の場合は 1.3l/m² (既設コンクリートの粗骨材最大寸法が 40mm の場合) の量で塗布する方法を標準仕様とすることが望ましいと考えられる。ただし、今後、接着剤のさらなる耐久性の確認ならびに大規模補修への適用を視野に入れた機械散布装置の開発の検討も必要である。

なお、付録として、薄層付着オーバーレイ舗装工事特記仕様 (案) を示した。それでは、既設コンクリート舗装と新設コンクリート版の付着確保策は試験施工を原則とするが、本共同研究で有効性が確かめられた新旧コンクリート層の付着工法ではそれを省略できるとしている。

(2) 材料

- ①鋼繊維補強コンクリートを用いた場合でも、付着強度は、普通コンクリートを用いた場合と大きな違いはないことがわかった。
- ②鋼繊維補強コンクリートを用いた場合でも、乾燥収縮量は、普通コンクリートと比べて大きくなることはないことがわかった。
- ③これらを総合すると、新旧コンクリート層間の付着が十分確保できるならば、普通コンクリートを採用していいものと考えられる。

(3) 構造設計

- ①新旧コンクリート層間の付着が確保された場合は、両者が一体となった構造と考えて設計してよいものと考えられる。

- ②新旧コンクリート層間の付着が確保された場合、厚さ 5cm, 10cm とも、剥離が生ずるようなことはないことから、5cm を最小オーバーレイ厚としてもよいものと考えられる。

(参考)

薄層付着オーバーレイ舗装工事特記仕様（案）

～ 既設コンクリート舗装と新設コンクリート版の付着確保に関して ～

X. 舗装工

X.X コンクリート舗装工

X.X.X 新旧層付着工

- 1) 既設コンクリート舗装と新設コンクリート版との付着強度は、事前に試験施工を実施し、室内引張試験により、最小強度が 1.6MPa 以上であることを確認しなければならない。
- 2) 上記試験舗装は施工後少なくとも 1 年以上放置して、層間剥離等の損傷が生じないことを確認しなければならない。
- 3) 以下の二方法は、監督職員の承諾により、1)の規定を確認すれば、2)の規定によらず適用してよい。

①ウオータージェット・ショットブラスト併用工法

ウオータージェット処理後に、レーザ変位計によるプロファイルの測定（0.5mm ピッチ，延長 20cm）を実施し，平均深さ 6.5mm 以上，斜長比 1.2 以上を確認した後，投射密度 100kg/m² のショットブラストを行うことを標準とする。

②ショットブラスト・接着剤併用工法

投射密度を 150kg/m² としたショットブラストを用いて既設コンクリート面を研掃した後に，平滑な面の場合は 1.0l/m²，切削面の場合は 1.3l/m²（既設コンクリートの粗骨材最大寸法 40mm の場合）の接着剤を塗布する方法を標準とする。用いる接着剤はエポキシ系とし，以下の性能を満足するものとする。

用いる接着剤の性能（試験温度：20℃）

| 項目 | 試験方法 | 性能 |
|-------------------|--|--------------------------------|
| 圧縮強さ | JIS K 7181 | 50 MPa 以上 |
| 圧縮弾性係数 | JIS K 7181 | 1000 MPa 以上 |
| 曲げ強さ | JIS K 7171 | 35 MPa 以上 |
| 引張せん断強さ | JIS K 6850 | 10 MPa 以上 |
| コンクリート付着強さ | JIS A 6909 | 1.6 MPa 以上または母材破壊 |
| 残留引張強度 (材料耐久性) | 強度試験：室内引張試験 ----- 暴露条件：JIS K 6857 処理条件 E | 90%以上または母材破壊 (暴露後の強度／初期の強度) |