

路面補強工法の開発 (路面適用性の検討)

ジオ・サーチ株式会社 正会員 ○大野敦弘 藤井邦男
株式会社NIPPO 正会員 井原務 渡邊真一
東京大学生産技術研究所 フェロー会員 桑野玲子

1.はじめに

国土交通省道路局によると令和3年度には全国で約1万
件の道路陥没が報告されている¹。その主要因は路面下に
発生した空洞である。筆者らは共同研究体(代表研究者：
桑野玲子)として、道路陥没対策の合理化を実現するため、
空洞調査方法の高度化、危険度評価指標の開発、空洞の補
修・予防方法の研究開発を行ってきた²。その中で、空洞
上の舗装の陥没を抑制する応急対策として、路面に補強膜
(アラミド繊維シート)を設置し舗装の補強を図る方法を
開発し、現在も社会実装に向けた取り組みを実施している。
本報告では、路面補強工法の路面適用性について報告する。

2.工法の概要

本工法は発見された空洞上部の路面に補強膜を設置し、
補強による延命化を図り、万が一、下部にある舗装が陥没
により崩落した場合であっても、自動車の通行障害や自転
車や自動二輪の転倒事故につながる恐れのある路面の段
差発生を抑制することを狙いとしている(図-1)。従来の空
洞補修で用いられる開削工法は確実な陥没対策ができる
が費用が高額、注入工法は安価であるが、周辺埋設物との
位置関係により適用範囲が限られることや埋設物破損箇
所への材料流入リスクがある。また、陥没の危険性が低い
空洞や予算制約により補修が実施されず経過観察とされ
た空洞では、未対策であるため陥没リスクが残留すること
になる。空洞を発見してから補修工事までの応急処置によ
る安全確保、経過観察の安全性を高め舗装修繕工事と併せ

ての空洞補修につなげる路面下空洞対策の一工法とする
ものである。

3.試験内容

本工法による舗装延命化や、自動車の通行障害、自転車
や自動二輪の転倒事故、歩行者のはまり込みを防止する陥
没抑制効果が試験室や実物大試験道路での試験で確認さ
れている³。路面に補強膜を設置する工法の特性上、すべ
り、剥がれ、破壊形態などの路面適用性を確認するための
試験を実施した。工法の施工手順、確認項目を以下に示す。

(1)施工手順

- ①路面を清掃し、施工範囲外をマスキングする。
- ②接着剤を塗布する。
- ③補強膜(アラミド繊維シート)を設置する。
- ④表面に接着剤を再塗布し、撒き砂(すべり対策)をする。
- ⑤養生する。(硬化剤で10～30分程度に調整可能)

(2)確認項目

すべり抵抗性、据え切り抵抗性、剥れ、段差、破壊形態

4.試験結果

(1)すべり抵抗性

表-1に都内6地点で実施した試験施工箇所でのBPN測定
結果を示す。路面補強箇所での測定値は70以上で、周辺の
既設舗装よりも高い値となっている。車道部の施工直後の
出来形基準としてBPN60以上(一部、道路管理者)や、舗装
設計施工指針(社団法人日本道路協会、平成18年2月)に記
載の目標値BPN40以上(湿潤路面で歩行者や自転車やすべ
りやすさを感じないすべり抵抗値)を上回っている。なお、
本測定は施工直後の値であるため、1年経過後に再測定を
実施し、値の変化を確認予定である。

表-1 すべり抵抗性

区道	場所	測定方向	路面補強 (シート中央)		既設舗装 (アスファルト舗装)	
			実測値 BPN	路面温度 20℃補正	実測値 BPN	路面温度 20℃補正
A区 (3地点)	平均	縦方向	74	85	53	64
		横方向	74	85	55	66
B区 (3地点)	平均	縦方向	77	89	61	73
		横方向	72	83	61	73

測定方向 縦方向：車両走行方向 横方向：車道中央から車道端方向

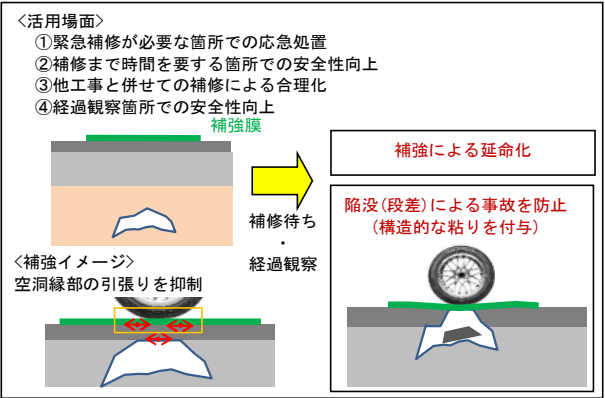


図-1 工法の概要

キーワード 空洞, 道路陥没, 予防, 路面補強, 補修

連絡先 〒144-0051 東京都大田区西蒲田 7-37-10 ジオ・サーチ株式会社 減災事業本部 TEL 03-5710-0200

(2) 据え切り抵抗性

タイヤの据え切りによる繊維シートの露出状況を確認するため、試験室において据え切り試験を実施した。大型車相当の接地圧でゴムタイヤと供試体を密着させた状態でねじりを加え、繰り返し回数と露出状況を確認した。

図-2に示すように、据え切り回数 6000 回で繊維シートの露出は見られなかった(タイヤが削れるため、試験終了)。

(3) 剥れ

補強膜の剥れ状況を短時間で確認するために、図-3に示す交通負荷の大きい合材工場構内道路の曲がり角にて試験施工を実施した。1年経過後の状況を図-4に示す。補強膜の剥れは生じなかった。一部で擦り切れ、撒き砂の損耗がみられたため、その後の開発では樹脂の種類、量を改善した。

(4) 段差

補強膜設置後の道路の安全性や快適性の観点から段差(厚み)の確認を実施した。厚みは約2~3mmで舗装維持修繕要綱に記載の橋梁や管渠箇所での段差の対策要否判定の閾値(20mm~40mm)を下回る。また、歩行者系道路におけるブロック系舗装の路面段差の目標値3mm(ブロック系舗装入門、社団法人土木学会、令和5年1月)も下回る。このことから、路面補強を歩道に施工した場合であっても車輦や歩行者への影響は少ない。

(5) 破壊形態

交通荷重により補強膜下部の舗装が破壊された状況を確認するため、実物大試験道路で押し抜きせん断試験を実



図-2 据え切り試験結果



図-3 試験施工(合材工場構内道路)



図-4 繊維シート剥がれ状況(1年経過後)

施した。図-5に載荷状況と路面の破壊状況を示す。使用した繊維シートは2方向タイプであったため、伸びが発生しづらい繊維方向の端部で、路面にクラックが生じた。図-6に補強膜下部の破壊状況を示す。位置②(繊維方向)のアスコン層に水平クラックを確認した。このことから、補強膜はアスコン層と十分に付着し、アスコン層の水平方向のせん断抵抗で荷重を支えていることを確認した。なお、破壊後、補強膜下のアスコン層が崩落し、中空状態となったため、歩行者が上部を通過した状況を再現した。約0.981kNの荷重であったが、歩行に支障のあるたわみが発生しなかった。このため路面補強により、膜下の舗装が破壊した後も、段差にはまらない構造になることを確認した。(段差ではなくクラックとして陥没が露見)

4. まとめ

各種試験により路面補強工法の路面適用性が確認できた。現在の課題は実道での長期的な経年劣化の把握と交通条件等の適用範囲の整理となる。これらを確認するため、令和4年7月から実道でのモニタリングを開始し、現在良好な結果が得られている。なお、本研究は国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「道路構造及び空洞特性に適応した陥没危険度評価と合理的路面下空洞対策についての研究開発」で行われた。

(参考文献)

- 1)国土交通省道路局「路面陥没発生状況」<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/ijikanri/pdf/r1-r3kanbotu.pdf>
- 2)桑野ら(2021)道路構造及び空洞特性に適応した陥没危険度評価と合理的路面下空洞対策についての研究開発 道路政策の質の向上に資する技術開発成果報告レポート No. 30-5
- 3)井原ら(2021)路面下空洞上の舗装の陥没抑制となる路面補強工法の検討 第34回日本道路会議

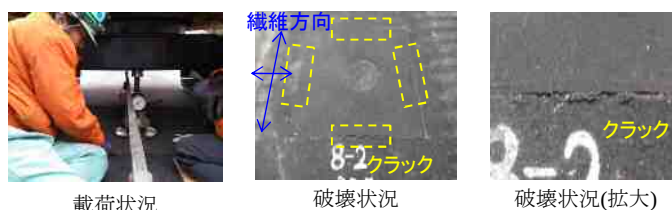


図-5 破壊状況(路面)

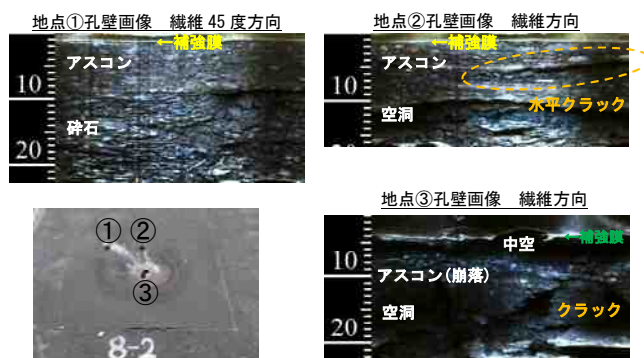


図-6 破壊状況(膜下・孔壁画像)