

空港舗装における舗装版下空洞部に用いるエポキシグラウトの開発

技術本部 技術部 雨宮美子
技術本部 技術部 上城良文

1. はじめに

供用後 10 年程度経過したプレキャスト舗装版（以下 PCa 舗装版）を用いた PC 舗装について、路盤の状況や目地部からの水の浸入等の影響により、舗装版の損傷および粉砕化したグラウトや白濁水の吹上等が確認されることがある。その多くは版端部であり、構造の特徴から補修が困難となっている。このため、リフトアップによるグラウト再注入や、PCa 舗装版の取替えなどの大掛かりな工事とならない工法が管理者等から求められている。本研究では、裏込めグラウトの損傷が推定される PCa 舗装版に所定の間隔でφ25 程度の削孔を行い、流動性の優れたエポキシ樹脂を圧入することで、粉砕化したグラウト片のボンドや PCa 舗装版と路盤の隙間の充填が可能となるエポキシグラウトの検討を行った。

本記事では、エポキシグラウトの水中環境下での疲労耐久性の確認、PCa 版下への充填性の確認および充填厚と硬化時間の確認した結果について報告する。



写真-1 PCa 舗装版の損傷と裏込めグラウトの粉状化

2. エポキシグラウトについて

本検討で採用したエポキシグラウトの種類と物性を表-1 に示す。いずれも、主剤、硬化剤、8号珪砂を混合する。材料の選定に当たっては、①2mm 程度の隙間に確実に充填可能なこと、②滞水環境下においても使用可能なこと、③材齢 2 時間程度で 2N/mm² 以上の圧縮強度を有することを満足することとした。

表-1 エポキシグラウト種類と物性

	エポキシグラウト		
	1	2	3
エポキシ樹脂タイプ	低粘性タイプ	高粘性タイプ	高粘性タイプ
配合（主剤：硬化剤：8号珪砂）	1:0.3:0.4	1:0.3:1	1:0.4:0.8
粘度（20℃）（MPa・s）	3900	30000	19000
圧縮強度*1（N/mm ² ）	113.6	114.2	112.1
引張強度*1（N/mm ² ）	32.2	38.1	44.7

※1) 物性は養生 20℃材齢 7日強度とする。

3. 水中環境下での疲労耐久性の確認

(1) 試験概要

移動荷重に対する耐久性の確認を行う目的に、ホイールトラッキング（WT）試験装置（道路用）を用いて水中環境下における疲労耐久性試験を実施した。荷重方法はトラバース荷重とし、試験体表面まで水浸状態とした。

試験ケースを表-2 に示す。過去に空港舗装の裏込めグラウトとして使用されていた繊維補強なしセメント系グラウトとエポキシグラウトの 2 ケースについて試験を実施した。繊維補強なしセメント系グラウトは一層打ちで 4mm、エポキシグラウトについては、下層に粉砕化したセメント系グラウト 2mm にエポキシグラウト 2mm 打ち重ね試験体を製作した。WT 試験の試験体形状および試験条件を図-1 に示す。表-1 のエポキシグラウト・1 を使用した。

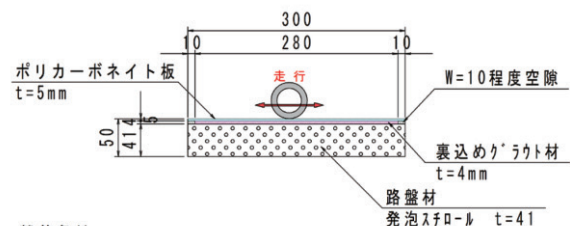
(2) 試験結果

WT 試験後のひび割れ状況を写真-2 に示す。繊維補強なしグラウトは、100 回荷重した時点で多くの貫通ひび割れが発生し粉砕化したが、エポキシグラウトの試験体は 2500 回荷重しても、エポキシグラウト部分に粉砕化やひび割れは見られなかった。

エポキシグラウトは繊維を混入していないセメント系裏込めグラウトと比較し、疲労耐久性が高いことを確認した。

表-2 試験ケース

試験体概要	
繊維補強なしセメント系グラウト	1層打ち グラウト厚さ 4mm
エポキシグラウト	2層打ち（粉砕化したグラウト（下層）2mm+ エポキシグラウト（上層）2mm）



荷重条件

- 荷重を686kNとし接地圧は0.63MPaとする。
- 走行試験は、移動距離230mmの範囲としトラバース幅25cmとした。

図-1 WT 試験の試験体形状および試験条件

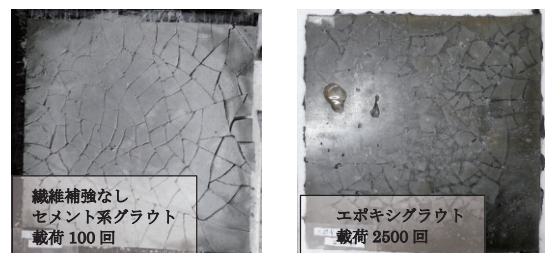


写真-2 WT 試験後のひび割れ状況

4. PCa 舗装版下への充填性の確認

(1) 試験概要

PCa 舗装版下の空洞は一様でなく、厚さ 2mm 程度の薄いところから厚さ 20mm 程度の厚いところまでエポキシグラウトが先流れせず、確実に充填できることが求められる。

実施工を想定し、充填確認試験を実施した。予察試験により、表-1のエポキシグラウト 1 は充填厚が薄い場合は問題なく充填できたが、充填厚が厚い場合、先流れすることを確認した。このため、本検討ではエポキシグラウト・1 より粘性を高めたエポキシグラウト・2 を使用した。

試験体概要を図-2 に示す。充填時の隙間が 2mm~20mm 程度となるように PCa 版を設置した。充填の目標半径は 700mm とし、充填順序は注入孔②→注入孔④→注入孔①→注入孔③ とし、一つおきに充填した。

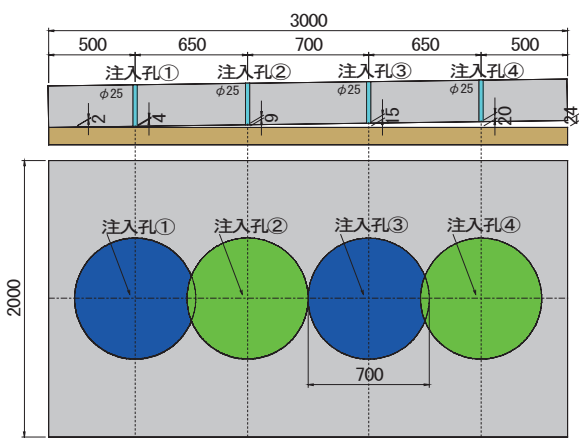


図-2 試験体概要図

(2) 試験結果

各注入孔から充填完了後の状況を写真-3 に示す。充填厚が約 2mm の隙間の狭い箇所から 20mm 以上の厚い箇所まで先流れせず、問題なく充填できていることを確認した。

また、目標の充填半径 700mm を各注入孔から連続して充填できることも確認できた。

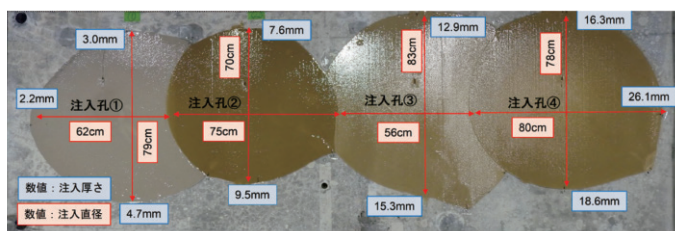


写真-3 充填完了状況

5. エポキシグラウトの充填厚さと硬化時間の検討

(1) 試験概要

空港の補修工事は夜間作業となり、冬季には PCa 版下の温度が低温となることが予想された。また、予察試験によりエポキシグラウトの充填厚さが薄いほど硬化に時間がかかることがわかった。そこで、現地での限られた作業時間内に確実に硬化するようエポキシグラウト・2 より硬化剤を増量し、さらに 8 号珪砂の混入量を減じた配合となるエポキシグラウト・3 を用いて、充填厚さと硬化時間の検討を実施した。

試験ケースを表-3 に示す。エポキシグラウトの厚さは 2mm ~16mm まで変化させた。

供試体概要を図-3 に示す。供試体寸法は 500×500mm とし、上面・下面ともコンクリート平板を設置した。

硬化の確認は 15 分おきに指触の他、ゴムプラスチック硬度計 (A タイプ) を使用した。これまでに実施した硬化確認試験の実績より、硬度 50 以上となった時を硬化と判断した。エポキシグラウト材料の温度は予め保温し 20℃一定とし、想定した外気温は 15℃とした。

表-3 試験ケース

充填厚さ	外気温
2mm	15℃
4mm	○
8mm	○
16mm	○

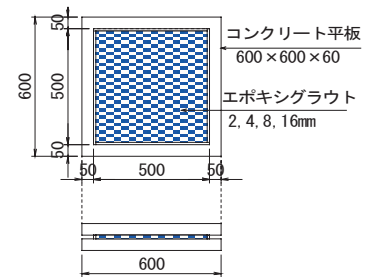


図-3 試験体概要

(2) 試験結果

硬化時間と充填厚さの関係を図-4 に示す。充填厚が薄いほど硬化が遅くなり、一番時間がかかった厚さ 2mm で 165 分となった。低温環境下、充填厚さが薄い場合においても 3 時間程度で硬化することを確認した。

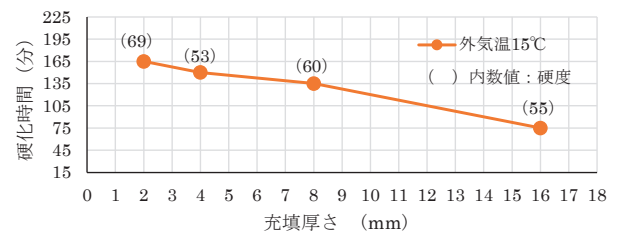


図-4 硬化時間と充填厚さの関係

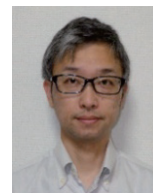
6. まとめ

エポキシグラウトは、水中環境下において、繊維補強なしセメント系グラウトと比較し高い疲労耐久性を有することが確認できた。また、PCa 版下の 2mm から 20mm 程度の空洞を模擬した試験体の充填性確認試験では、確実に充填できることを確認した。さらに、エポキシグラウトの硬化時間は、充填厚さにより変化し、本検討で一番硬化に時間の有したケース (外気温 15℃厚さ 2mm) でも 3 時間程度で硬化することを確認した。本工法は今後、東京国際空港エプロン補修工事において試験施工を経て、本施工に採用される予定である (2020 年 6 月末現在)。

Key Words: 空港舗装, 空洞部, グラウトの粉砕化, エポキシグラウト



雨宮美子



上城良文