

空港コンクリート舗装の裏込めグラウト材の開発

| | | |
|------|-------|-------|
| 技術本部 | 技術部 | 志道 昭郎 |
| 技術本部 | 技術部 | 加藤 卓也 |
| 東北支店 | 土木営業部 | 諸橋 克敏 |

概要: プレストレストコンクリート版を用いたエプロン舗装において、粉砕化に対する高い抵抗性を有する新しいグラウト材を開発し、その施工性および耐久性を検証した。検討対象は、従来の水中不分散型グラウトに有機繊維を混合した材料である。充填性試験および耐久性試験を行った結果、繊維長3mmのアラミド繊維を0.05vol.%混合したグラウト材は、セメントミルク単体である現行グラウト材と比較して施工性を損なうことなく、東京国際空港エプロン舗装の設計荷重条件下であっても粉砕化に対する抵抗性を十分に有していることを確認した。

Key Words: コンクリート舗装, PC版, 裏込めグラウト

1. はじめに

東京国際空港西側旅客ターミナル地区エプロンでは、供用後の不同沈下と非常に高い利用状況の予測から、施設の長期閉鎖が不要な補修が可能であるプレストレストコンクリート舗装版（以下、PC版）とリフトアップ工法の組合せが採用されている¹⁾。舗装の構造は、縦100m×横80m（一般部厚さ180mm）を1ユニットとし、ユニット間には幅2m程度の緩衝版が配置され、緩衝版とPC版端部の下面に配置したコンクリート製の枕版により、段差を防ぐ構造となっている（図-1）。しかし、一部の目地部において航空機の通過時にポンピング現象が生じ、目地部近傍には細粒化した物質が確認された。この原因としては、地盤の不同沈下の進行や目地部の劣化が生じた状況下で、航空機荷重が繰返し载荷されたことにより、裏込めグラウトが粉砕細粒化したものと考えられる。このような現象に対して、滞水中への注入に対応した水中不分散型のグラウト材（以降、現行品）の開発²⁾や、PC版および緩衝版と枕版の締結ボルトによる一体化³⁾など、材料・構造面に対策が採られてきた。しかし、空港設備運用上の制約から早期の交通解放等の想定外の荷重作用などによる同様の事例がその後も確認されており、粉砕化に対する抵抗性を向上させた裏込めグラウト材の開発が求められていた。そのため、平成21年度より2年間、独立行政法人港湾空港技術研究所、三菱マテリアル株式会社、株式会社ピーエス三菱による共同研究を実施し、新しい繊維混入型裏込めグラウト材の開発を行った。本報告は上記共同研究の成果について報告するものである。

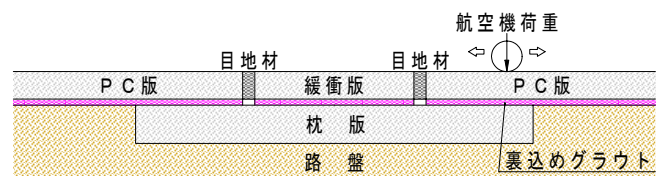


図-1 PC舗装版ユニット間の目地部構造



志道昭郎



加藤卓也



諸橋克敏

2. 研究の目的

裏込めグラウト材が粉砕化するメカニズムに関しては、既往の研究においても様々な検討がなされてきたが、想定外の作用が複合していることが考えられ不明な点が多い。メカニズムの解明には、実際の航空機荷重による移動荷重の再現が望ましいが、試験設備が大がかりなものとなることもあり、現状では定点荷重による疲労荷重試験が行われている。このため、粉砕化に対する抵抗性を直接的かつ定量的に評価することは現時点では困難な状況といえる。また、現在使用されている水中不分離型グラウト材（以下、現行品）と同等な施工性および強度特性などの性能を保持した状態で、粉砕化を完全に防止することは困難と考えられる。以上より、本研究では、以下の2点を目的として新しいグラウト材を開発することとした。

①現行品に対して施工性および強度特性が“同等である”材料

- ・JA漏斗の流下時間が現行品と比較して+1秒以内とする。
- ・2mm程度の隙間への充填を可能とする。
- ・強度特性に関する従来規定（ σ_{2h} および σ_7 ）を満足する（「4.1 品質基準」参照）

②現行品に対して粉砕化に対する抵抗性を“向上させる”材料

- ・エプロン舗装における設計回数である40000回（1日3往復20年間相当）の作用に対して粉砕抵抗性を有する。

本研究における各試験のフローチャートを図-2に示す。

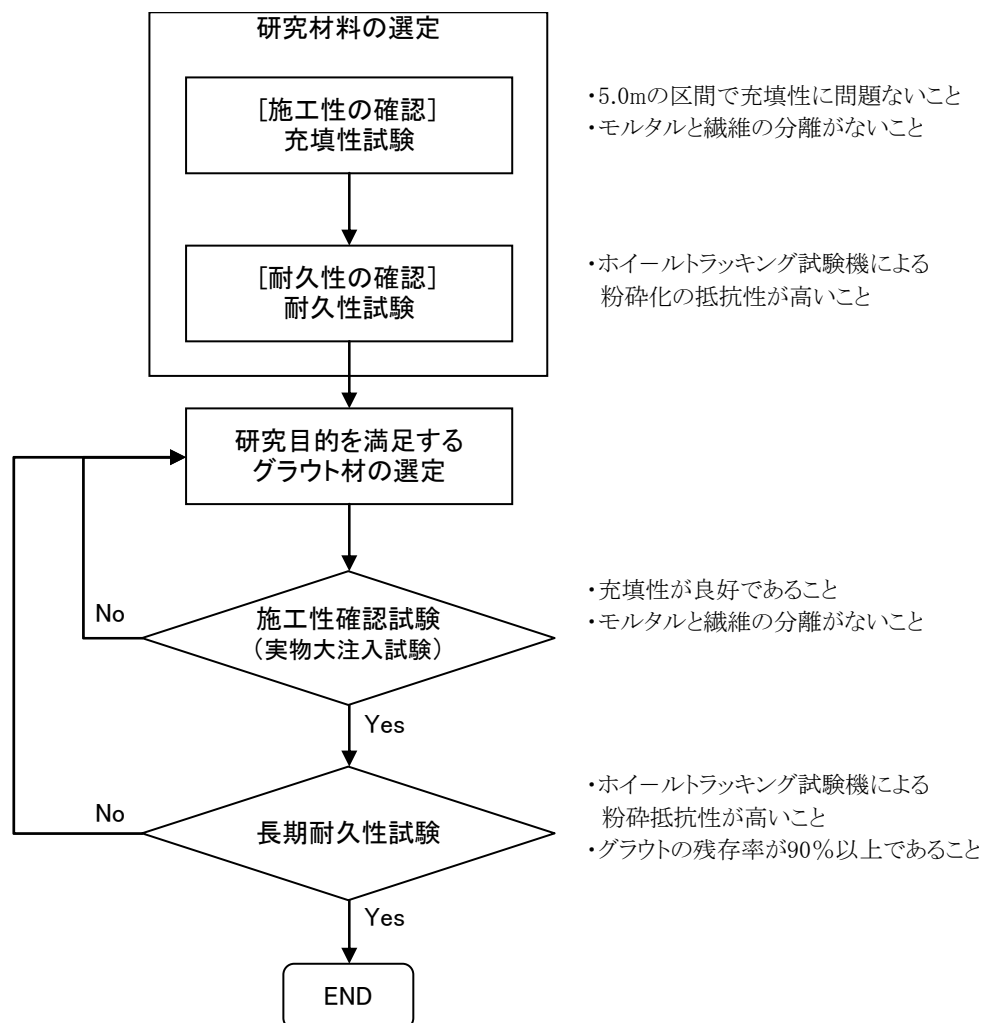


図-2 フローチャート

3. 研究材料の選定

研究目的であるグラウト材の粉砕化に対する抵抗性を向上させるため、ひび割れ抵抗性等の向上策として一般に用いられる各種繊維を混入させたグラウト材に着目した。繊維としては、アラミド繊維、ビニロン（以下、PVA）繊維、鋼繊維などが考えられたが、鋼繊維はグラウト材のような低粘性材料では均一に混ざらず沈降することが懸念されたため、アラミド繊維およびPVA 繊維に対して材料の選定試験を実施した。

3.1 充填性試験

3.2.1 試験概要

実施工に近い状態での充填性を把握するため、PC版下への充填状況を模した試験装置による充填性確認試験を実施した。写真-1 に試験装置を、図-3 に試験装置の断面を示す。

東京国際空港の調査では、粉砕化箇所のグラウト厚は最小 4mm 程度であり、施工におけるグラウト注入孔の配置間隔は 5.0m である。そのため、試験装置は、注入部の全長 5.4m、幅 0.8m とし、厚さは注入部直下で $t=4\sim5\text{mm}$ 、その先の通過部では $t=2\text{mm}$ とした。また、実施工では数回にわたりグラウトが注入され、新しいグラウトを注入する場合、下面の状況は過去に注入したグラウトが残っている状態となる。そのため、注入部下面は敷きグラウト面とした。

底枠および蓋枠の表面はベニヤ板の粗面（吸水される環境）とし、端部の $\phi 60\text{mm}$ の注入孔から、水頭差 1.0m 程度として自然流下によりグラウト材の充填を行った。

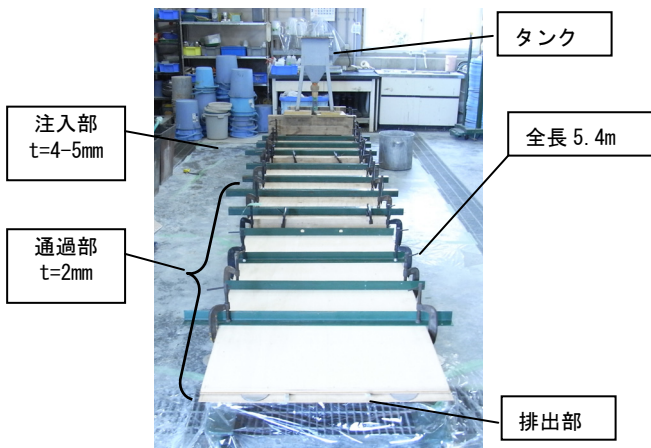


写真-1 試験装置

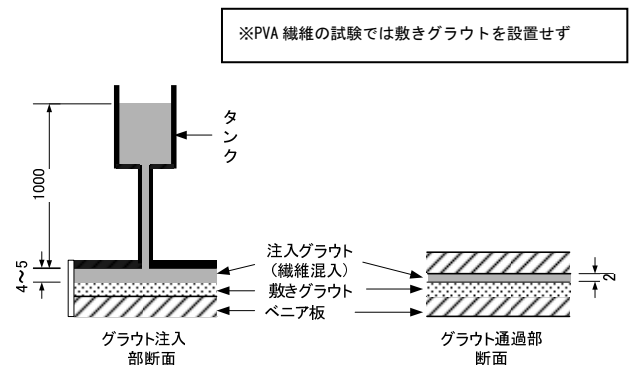


図-3 試験装置の断面

3.2.2 試験結果

確実な充填を想定すると、充填性試験では実施工の注入孔間隔である 5.0m を上回ることが望ましい。そのため、充填性試験における施工性の適合条件は、充填距離 5.0m を満足することとした。試験の結果を表-1 に示す。

表-1 試験の結果

| No. | 材料の仕様 | | | | 試験の結果 | | |
|-----|--------|------|----------|---------|----------|-----------------------------|----|
| | 母材 | 繊維種別 | 繊維長 (mm) | 混入率 (%) | 充填距離 (m) | 確認した状況 | 評価 |
| 1 | LU-3 | PVA | 6 | 0.15 | 3.0 | 注入部付近に繊維が塊となって残留 | × |
| 2 | 〃 | 〃 | 6 | 0.10 | 3.6 | 先端付近で繊維の混入を確認 | × |
| 3 | 〃 | 〃 | 6 | 0.05 | 全長 | 注入部付近および先端付近で繊維の混入を確認 | ○ |
| 4 | LU-10H | アラミド | 3 | 0.075 | 全長 | 繊維塊等は無し | ○ |
| 5 | 〃 | 〃 | 6 | 0.075 | 3.2 | 繊維が塊となって注入孔を閉塞。上面ベニヤにも繊維が付着 | × |

3.2 耐久性試験

3.2.1 試験概要

耐久性試験は、ホイールトラッキング試験機(道路舗装用の試験機：接地圧=0.63MPa, 車輪の接地寸法 50.6mm×21.4mm)を用いて行った。

試験体は一辺が 30cm の正方形とし、路盤を模擬する材料は発泡スチロール(推定バネ値 0.2N/mm²)とした。また、PC版を模擬する載荷板は、載荷時にたわみが生じること、走行時のグラウト状態が目視観察できること、載荷時にたわみが生じた後の復元性などを重要視して、変形性能や衝撃性能に優れたポリカーボネート板(以下、ポリカ板)を選定した。グラウトの周囲は拘束するものを設けず、全ての辺において粉碎化したグラウトが自由に動ける状態とし、滞水条件下で実施した。

荷重載荷は、開始時に中央載荷 100 回を行い、その後はトラバース載荷とした(図-4)。トラバース載荷の回数は 500 回であり、これは表面に無数のひび割れが生じる回数である。その後粉碎化程度の確認のため、フローテーブルによる 15 回落下試験および 3 分間ふるい分け試験後の目視観察を行った。表-2 に試験体の仕様を、写真-2 に試験装置を示す。

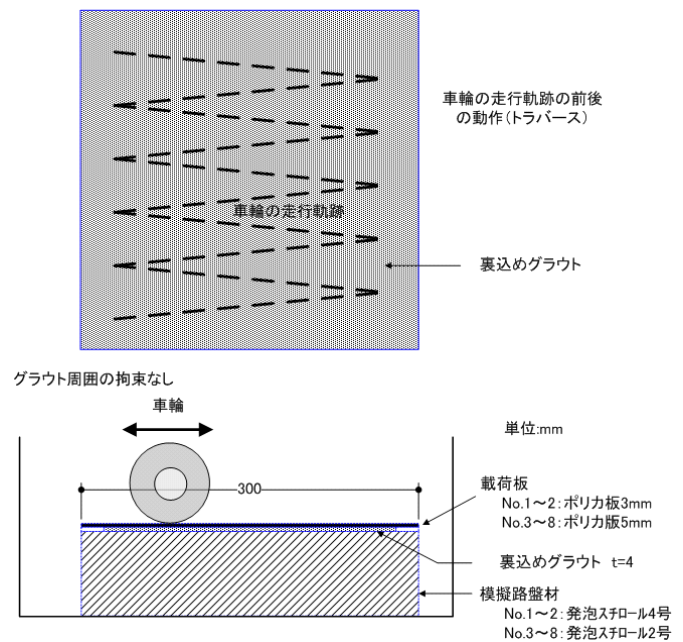
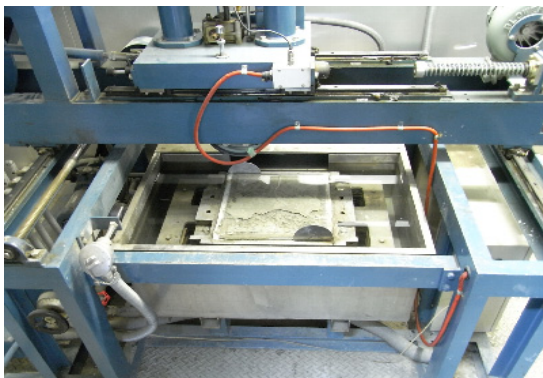


図-4 試験概要

表-2 試験体仕様

| No. | グラウトの仕様 | | | | 試験体諸元 | | | | 載荷条件 | | | | | | |
|-----|-------------|------|--------|------------|--------|------------|-----------|---------------|------|------|------|---------|------|---------|------|
| | 母材 | 繊維 | | | 試験開始材齢 | グラウト厚み(mm) | 路盤 | 載荷板(ポリカ板)(mm) | 水浸 | ① | | ② | | ③ | |
| | | 種類 | 長さ(mm) | 混入量(vol.%) | | | | | | 載荷方法 | 回数 | 載荷方法 | 回数 | 載荷方法 | 回数 |
| 1 | 現行品(LU-10H) | PVA | 6 | 0.05 | 2時間 | 4 | 発泡4号-43mm | 3 | あり | 中央載荷 | 100回 | トラバース載荷 | 300回 | トラバース載荷 | 200回 |
| 2 | 現行品(LU-10H) | アラミド | 3 | 0.05 | 2時間 | 4 | 発泡4号-43mm | 3 | あり | 中央載荷 | 100回 | トラバース載荷 | 300回 | トラバース載荷 | 200回 |



ホイールトラッキング試験機



フローテーブル



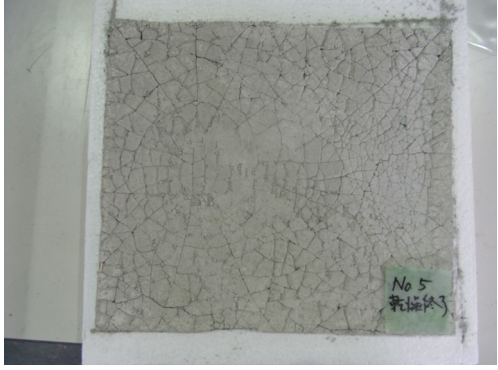
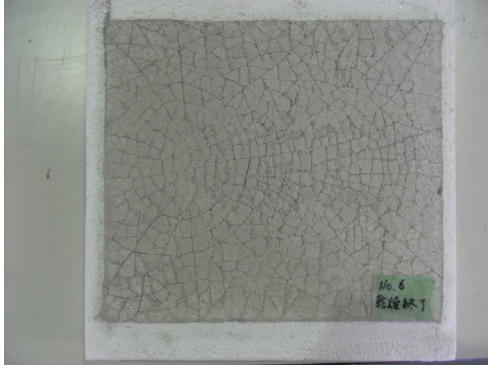
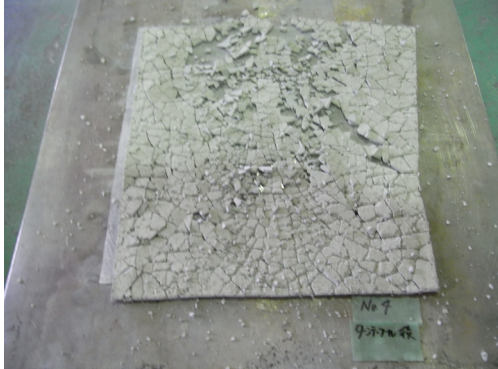
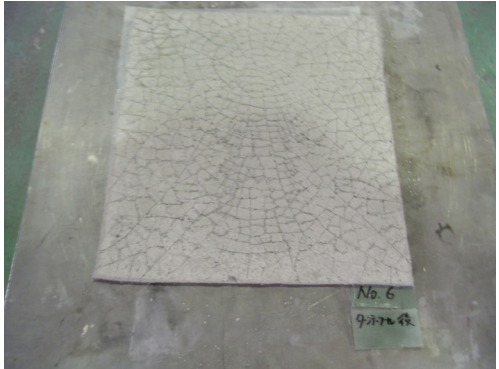
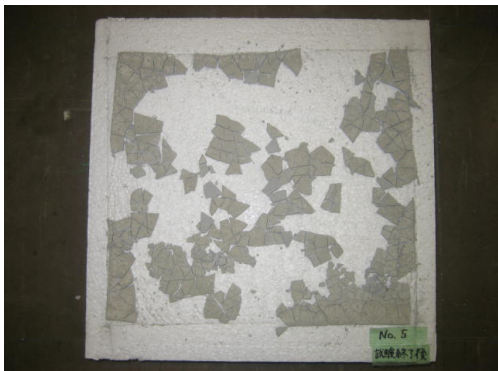

ふるい分け試験機

写真-2 試験装置

3.2.2 試験結果

表-3 に PVA 繊維とアラミド繊維の試験結果の比較を示す。繊維の混入量が同量 (0.05vol.%) であれば、PVA 繊維よりもアラミド繊維の方が粉砕化に対する抵抗性が高いことが確認された。

表-3 PVA 繊維とアラミド繊維の比較試験結果

| 試験体 | 現行品+PVA6mm-0.05vol.% (No.1) | 現行品+アラミド 3mm-0.05vol.% (No.2) |
|-----------------------|---|--|
| ホイールトラッキング試験後の状況 |  |  |
| フローテーブルによる 15 回落下後の状況 |  |  |
| 3 分間ふるい後の状況 |  |  |

3.3 研究材料の選定

充填性試験ならびに耐久性試験の結果から、繊維混入仕様として以下を選定した。

アラミド繊維 繊維長 3mm 混入量 0.05vol.%

4. 特記仕様書への適合性確認

4.1 品質基準

以下に、特記仕様書「平成20年度 東京国際空港西旅客ターミナル地区エプロン改良工事（平成20年6月、国土交通省 関東地方整備局）」に規定されるグラウト材の品質基準を示す。なお、赤枠の疲労耐久性については、本研究ではホイールトラッキング試験により評価するため実施しないものとした。

グラウト材の品質基準

| 測定項目 | | 試験方法 | 試験頻度 ※注1 | 判定基準 |
|-----------|-------------|--|-------------------------|--|
| 力学試験 | 圧縮強度 | 水中環境下の充てんによるグラウト材の圧縮強度確認試験(付録-1) | 1)製造会社による基準試験 | 注入位置から4mの位置において、材齢7日強度が1.96N/mm ² 以上とし、水中で分離しないこと |
| | | 「土の一軸圧縮試験方法」JIS A 1216 または「円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法」JSCE-F505 | 1)工事ごとの基準試験 2)日常管理試験 | 材齢2時間で図-1以上の値 材齢7日で1.96N/mm ² 以上 |
| | 変形係数 | 「土の一軸圧縮試験方法」JIS A 1216 | 1)工事ごとの基準試験 2)日常管理試験 | 材齢2時間では規定しない 材齢7日で294N/mm ² 以上 |
| | 引張強度 | 「コンクリートの曲げ強度試験方法」JIS A 1106 | 1)工事ごとの基準試験 2)日常管理試験 | 材齢2時間では規定しない 材齢7日で図-2以上の値 |
| | 疲労耐久性 | 疲労載荷試験によるグラウト材の耐久性確認試験(付録-2) | 1)製造会社による基準試験 | 40000回の繰り返し載荷試験において、グラウト材の粉砕化が生じない。 |
| | 可使用時間 | - | | 40分以上 |
| レオロジー試験 | JA漏斗による流下時間 | 「PCグラウトの流動性試験方法」JSCE-F531 | 1)工事ごとの基準試験 2)日常管理試験 | 練り混ぜ直後で20秒±5秒 40分(可使用時間)後で26秒以下 |
| 材料分離抵抗性試験 | ブリーディング | 「コンクリートのブリーディング試験」JIS A 1123 | 1)工事ごとの基準試験 | 1.0%以下 |
| | | 「PCグラウトのブリーディング率及び膨張率の試験方法」JSCE-F532 | 1)工事ごとの基準試験 2)日常管理試験 | |
| | 水・結合材比 | - | | 60%以下 |

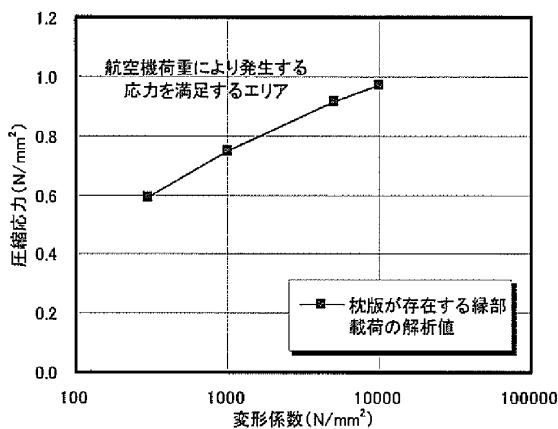


図-1 グラウト層圧縮応力度エリア

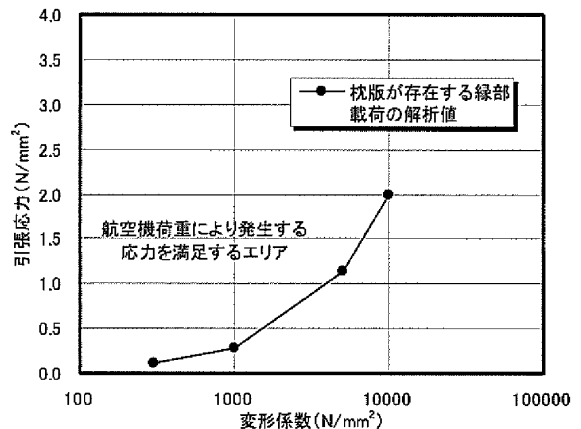


図-2 グラウト層引張応力度エリア

4.2 品質確認

現行品（水中不分離型のグラウト材）にアラミド繊維（繊維長 3mm, 0.05vol.%）をプレミックスした材料を用いて品質の確認を行った。なお、グラウト材の混練はハンドミキサ（回転数 8000rpm）を用い、水粉体比 50%として 2 分間混練した。

(1) JA 漏斗流下時間

図-5 に、JA 漏斗の流下時間およびその経時変化を示す。練り混ぜ直後（ 20 ± 5 秒）ならびに 40 分後（26 秒以下）ともに品質基準を満足した。

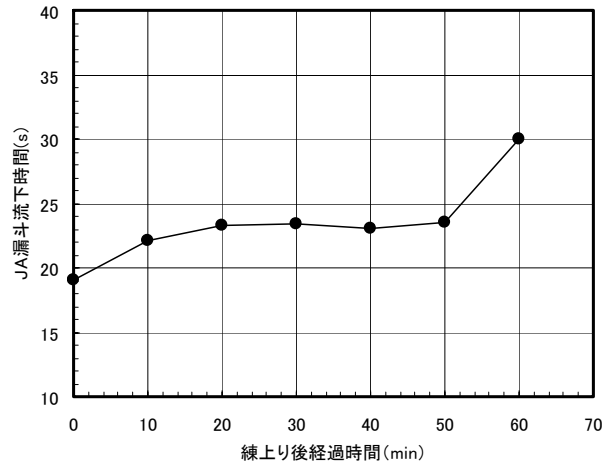


図-5 グラウトの JA 漏斗流下時間の経時変化

(2) ブリーディング率

2 時間後におけるブリーディング率は 0.0% で、品質基準（1.0%以下）を満足した。

(3) 強度および変形係数

圧縮強度と変形係数の関係を図-6 に、引張強度と変形係数の関係を図-7 に示す。圧縮強度ならびに変形係数（材齢 2 時間でグラフに示す範囲、材齢 7 日で 1.96N/mm²以上）、引張強度ならびに変形係数（材齢 7 日でグラフに示す範囲）ともに品質基準を満足した。

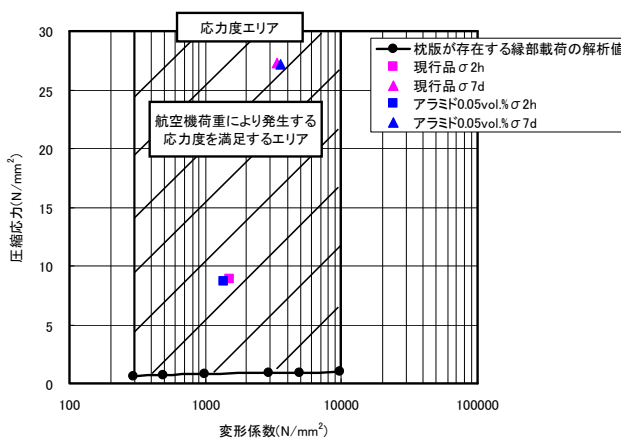


図-6 圧縮強度と変形係数の関係
(圧縮応力度エリア上の位置)

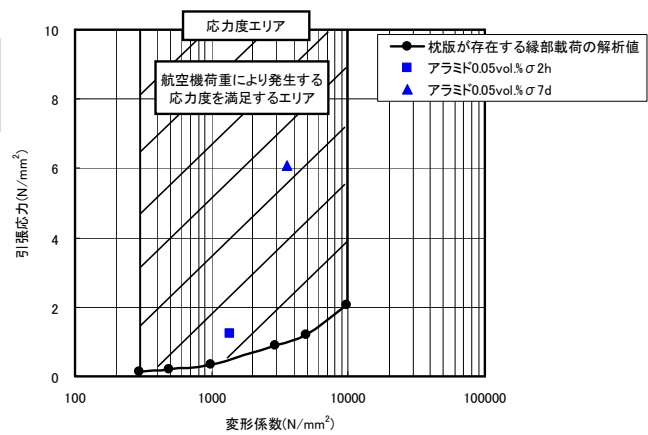


図-7 引張強度と変形係数の関係
(引張応力度エリア上の位置)

5. 施工性確認試験（実物大注入試験）

5.1 試験概要

選定した繊維混入仕様のグラウト材に対して、実施工での注入状況を再現し、施工性および充填状況の確認を目的に実物大の注入試験を実施した。写真-3 に試験装置概要を、図-8 に試験装置の断面図を示す。実施工における注入孔間隔が5.0m程度であることを考慮し、試験は4.6m×6.0mのPC版（注入孔～排出孔間4.7m）下へのグラウト充填とした。グラウトの注入厚さは、注入部で約10mm、先端部で約3mmとなるようベースグラウトを予め打設し、その上にPC版を設置した。また、部分的にベースグラウトを粉砕化させ、粗面状態を再現した（写真-4）。グラウト注入は、実施工に合わせ連続練りミキサーを用いて混練（写真-5）し、注入ロートを用いた自然流下により行った。グラウト試料は注入前および注入終了時に長さ40mのホースの先端で採取し所定の品質試験を行った。また、注入試験体の排出部から流れ出たグラウトについて繊維の混入状況の確認および圧縮強度試験を行った（表-4）。

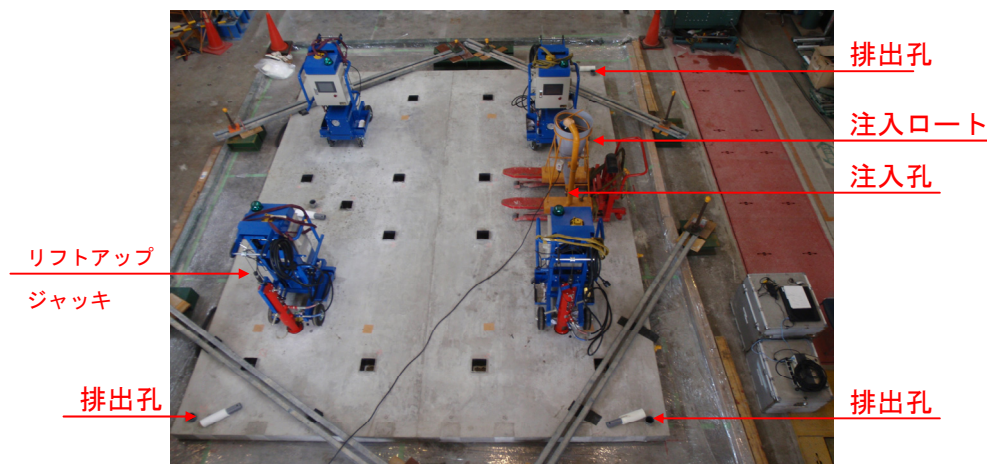


写真-3 試験装置概要

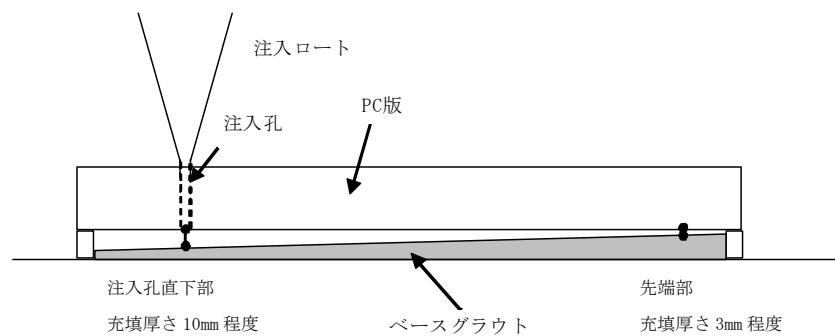


図-8 試験装置の断面図



写真-4 ベースグラウト粉砕箇所



写真-5 連続練りミキサー

5.2 試験結果

PC版下へのグラウトの充填性は良好で、3分程度でPC版下全面にグラウトを注入することができた。また、排出部グラウトにおける繊維の混入状況からも材料分離は認められなかった。注入後2時間でPC版を10cm程度リフトアップしてグラウトの状態を観察した。その後PC版を撤去し、全体の充填状況を確認した結果、充填性は良好であることを確認した(写真-6)。図-9に事前に計測したPC版下の空隙量を示す。注入部で10mm程度、排出部で3mm程度の空隙であれば問題なく充填が可能であると思われる。なお、PC版の製作精度ならびに設置精度の関係上、一部空隙が0mmの箇所が存在したが、この付近の充填状況も概ね良好な結果であった。また、予めベースグラウトを粉砕化した箇所についても良好な充填性を確認した(写真-7)。

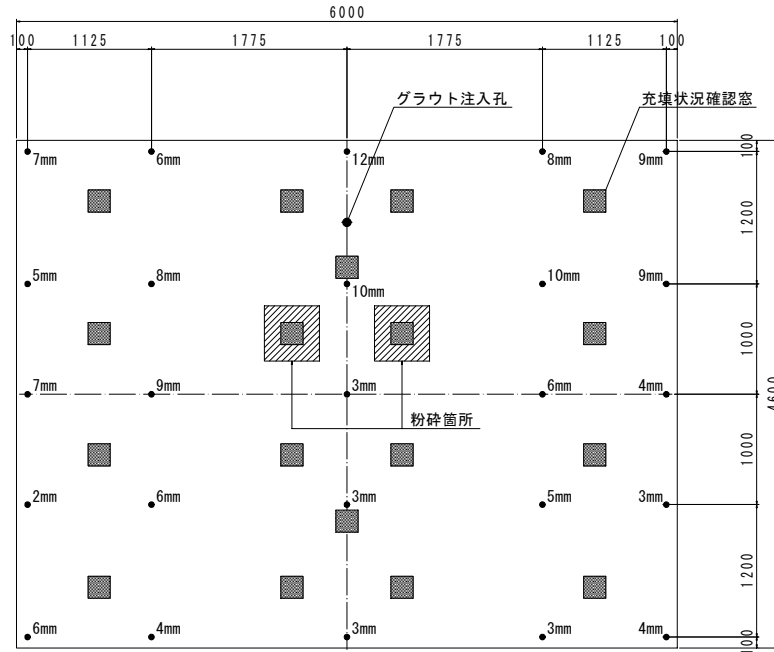


図-9 PC版下の空隙量

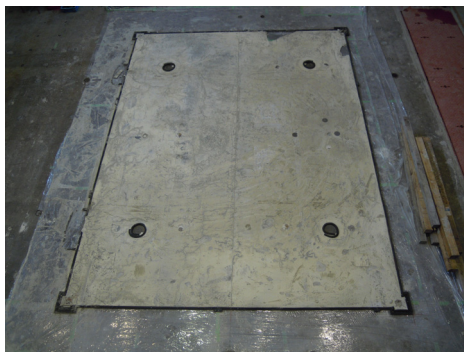


写真-6 PC版下撤去後の全景



写真-7 グラウト粉砕化箇所の状況

表-4 品質試験結果

| | | 注入直前 | 注入終了時 | 排出 | 許容値 |
|---------------------------|-------|------|-------|------|--|
| 流動性試験 (JA漏斗流下時間；秒) | 直後 | 19.1 | 16.1 | — | 20±5秒 |
| | 40分後 | 25.7 | — | — | 26秒以内 |
| 圧縮強度 (N/mm ²) | 材齢2時間 | 6.4 | 5.4 | 6.2 | 2.0N/mm ² 以上目標 |
| | 材齢7日 | 32.3 | 24.7 | 26.4 | 1.96 N/mm ² 以上 [※] |
| ブリーディング率 (%) | 2時間 | 0.0 | 0.0 | — | 1.0%以下 [※] |
| グラウト中の繊維量 (g/L) | | 0.71 | 0.73 | 0.91 | 設計値0.70g/L |

※平成20年度工事「東京国際空港西旅客ターミナル地区エプロン改良工事」における判定基準

6. 長期耐久性試験

6.1 試験概要

空港舗装設計要領及び設計例（(財)港湾空港建設技術センターH22.4）では、一般にコンクリート舗装の走行安全性能に対する設計供用期間は20年とされ、設計反復作用回数はエプロンでは最大でも40000回を用いれば十分とされている。そこで、これら実際の供用期間における航空機荷重の繰り返し载荷に対する長期耐久性能の確認として、裏込めグラウトに発生するひずみに着目したホイールトラッキング試験機による繰り返し走行試験を行った。

試験体は、「3.2 耐久性試験」と同様に一辺が30cmの正方形とし、路盤を模擬する材料は発泡スチロール、PC版を模擬する載荷板はポリカ板（3mm, 5mm, 8mm）とした。また、実構造の挙動を想定して、試験体の車両進行方向の片面の拘束を無くし、粉碎したグラウトが移動可能な状態とした。図-10に試験装置の概要を示す。载荷は、試験体の中央部位置に往復20000回の荷重を走行させ（トラバース無し）、実構造の状況を考慮して滞水環境下で载荷した。载荷時の材齢は1日とした。

载荷荷重の設定においては、実構造で裏込めグラウトに発生するひずみ量に着目した。「平成2年度 東京国際空港エプロン舗装設計報告書」に記載される航空機荷重により発生する応力度から換算した発生ひずみ量は 195μ である。事前に行った静的载荷による試験によると、グラウトにはポリカ板厚の変更により表-5に示すひずみが発生する。この結果、ホイールトラッキング試験荷重0.63kNの载荷により、最も厚い8mmの載荷板を用いた場合でも、実構造において発生するひずみ量の2倍程度に相当する载荷状態となる。

また、一般にPC舗装版の改良工事が冬季に行われ、グラウト注入後2時間程度で航空機荷重が载荷される過酷な条件下では、グラウト材の初期強度の増加がより耐久性の向上に寄与すると想定できる。そのため、本試験では、現行品グラウト材に対して初期強度を増加させたグラウト材（材齢2時間で20%程度、材齢1日で40%程度の強度増）も対象とした以下の材料についても試験を実施した。

No.1：現行品グラウト材

No.2：現行品グラウト材+アラミド繊維（3mm, 0.05vol.%）

No.3：初期強度増グラウト材

No.4：初期強度増グラウト材+アラミド繊維（3mm, 0.05vol.%）

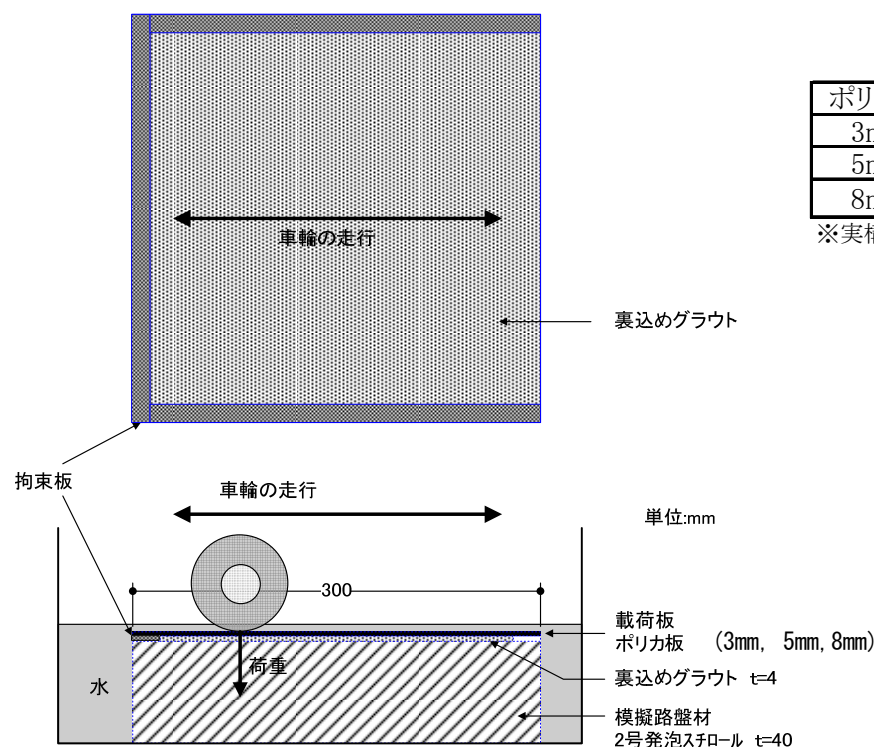


表-5 発生ひずみ量

| ポリカ板 | 発生ひずみ量 |
|------|-------------|
| 3mm | 2100 μ |
| 5mm | 600 μ |
| 8mm | 400 μ ※ |

※実構造に対して2倍のひずみ量

図-10 試験装置概要

6.2 試験結果

グラウト材の基礎物性を表-6に、走行回数と残存率の関係を図-11から図-13に示す。実構造の2倍相当のひずみが発生する載荷板8mmによる試験では、現行品が往復5000回で半分以上のグラウト材が粉砕化、流出したのに対して、繊維混入したグラウト材は往復20000回でも、まったく粉砕化、流出していない。この結果から、繊維混入したグラウトは東京国際空港エプロン舗装の設計荷重条件に対して十分な耐久性を有していると考えられる。次頁表-7に載荷板8mmにおける各載荷回数時の状況を示す。疲労耐久性の向上には繊維を混入することが有効であり、さらに初期強度を増加する方法は疲労耐久性を向上させる有効な手段となることが確認できた。

表-6 グラウト材の基礎物性

| No. | 名称 | 繊維混入量 (vol.%) | JA漏斗流下時間 (sec) | 圧縮強度(N/mm ²) | |
|-----|-----------------|---------------|----------------|--------------------------|------------|
| | | | | σ_{2h} | σ_1 |
| 1 | LU-10H | — | 18.1 | 8.9 | 15.7 |
| 2 | LU-10H(A0.05) | 0.05 | 18.5 | 8.7 | 15.5 |
| 3 | LU-10H(改) | — | 17.7 | 10.3 | 20.0 |
| 4 | LU-10H(改-A0.05) | 0.05 | 17.9 | 10.6 | 20.9 |

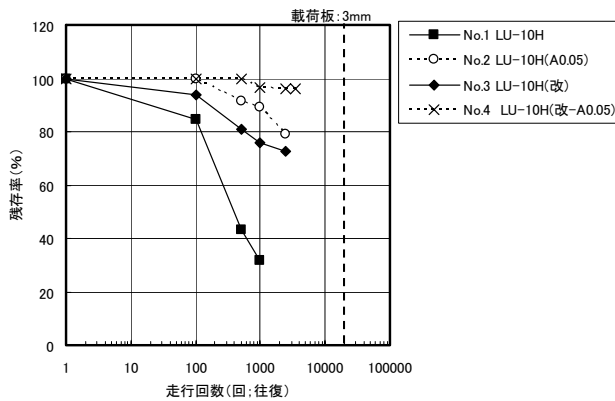


図-11 走行回数とグラウトの残存率
(載荷板：3mm)

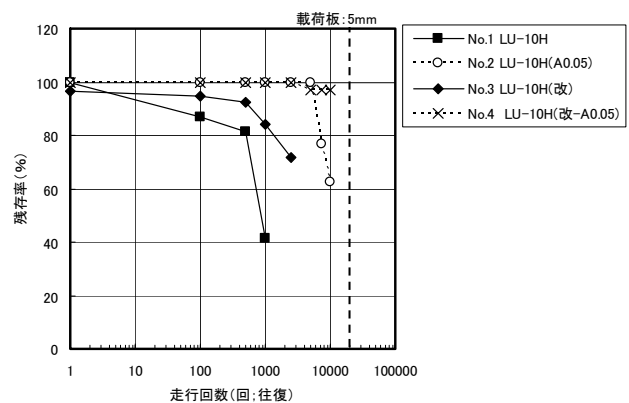


図-12 走行回数とグラウトの残存率
(載荷板：5mm)

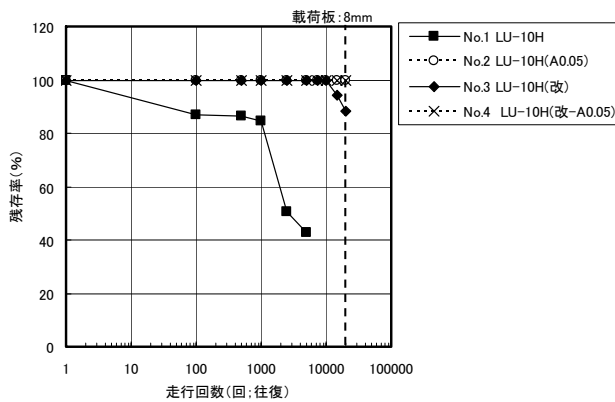


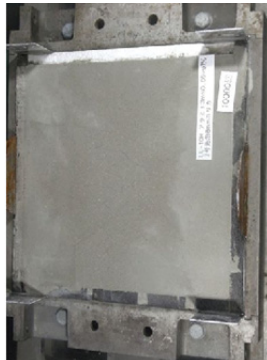
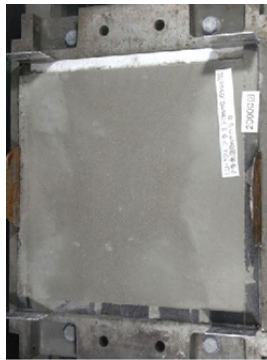



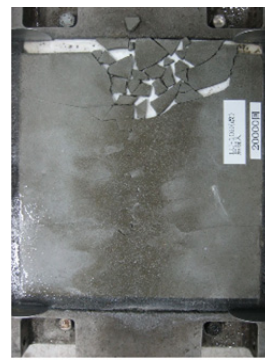
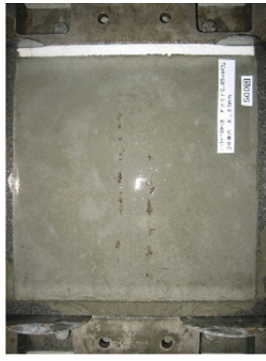
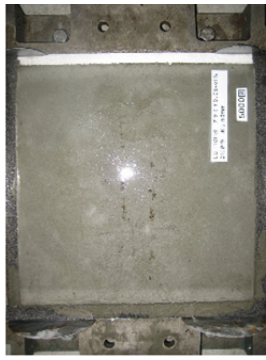
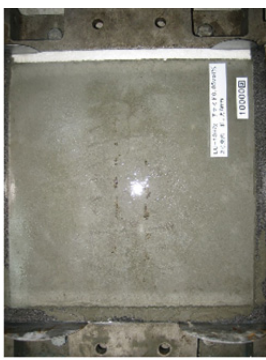
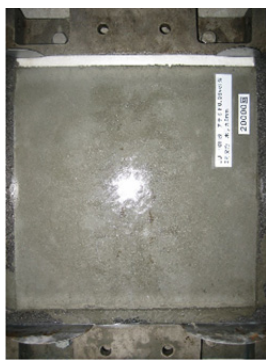
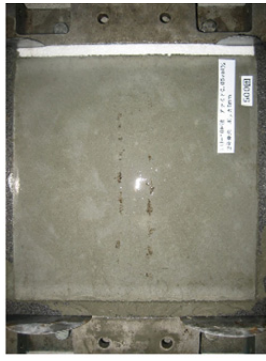
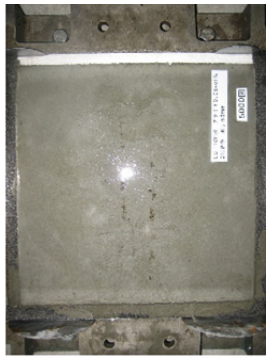




図-13 走行回数とグラウトの残存率
(載荷板：8mm)

表-7 ホイールトラッキング試験結果 (载荷板 8mm)

| プラット | 繊維混入 | 往復500回 | 往復5000回 | 往復10000回 | 往復20000回 |
|--|------|--|--|---|--|
| No.1 LU-10H | - |  残存率86.4% |  残存率42.69% |  残存率100% |  残存率100% |
| No.2 アラミド 3mm LU-10H (A0.05) 0.05vol.% | - |  残存率100% |  残存率100% |  残存率100% |  残存率100% |
| No.3 LU-10H (改) | - |  残存率100% |  残存率100% |  残存率100% |  残存率100% |
| No.3 アラミド 3mm LU-10H (改) (A0.05) 0.05vol.% | - |  残存率100% |  残存率100% |  残存率100% |  残存率100% |

7. まとめ

水中不分離性を付与した PC 版の裏込めグラウト材（現行品）にアラミド繊維を混入したグラウト材に対して各種試験を実施した。以下に得られた結果ならびに知見を示す。

1) 施工性について

注入長 5.4m, 注入厚 2mm の試験装置を用いた注入試験を実施した結果, 以下の材料で良好な結果を得た。

| | | |
|--------|---------|----------------|
| PVA 繊維 | 繊維長 6mm | 混入率 0.05vol.% |
| アラミド繊維 | 繊維長 3mm | 混入率 0.075vol.% |

2) 耐久性について

ホイールトラッキング試験機により粉砕化に対する抵抗性試験を実施した結果, 繊維混入量を同量 (0.05vol.%) とした場合, アラミド繊維の方が PVA 繊維より粉砕化抵抗性に優れる。

3) 実物大注入試験

アラミド繊維を混入したグラウト材（繊維長 3mm, 混入量 0.05vol.%) は, 実施工の条件を反映した実物大供試体を用いた注入試験において, モルタルと繊維の分離もなく良好な施工性および充填性を確認した。

4) 長期耐久性試験

ホイールトラッキング試験機を用いた往復 20000 回の繰返し載荷試験を実施した結果, 以下の知見が得られた。

- ・アラミド繊維を混入したグラウト材（繊維長 3mm, 混入量 0.05vol.%) は, 繊維を混入しないグラウト材（現行品）に対して長期耐久性が向上する。
- ・グラウト材の初期強度を増加（材齢 2 時間で 20%程度, 材齢 1 日で 40%程度の強度増）することにより長期耐久性が向上する。
- ・アラミド繊維を混入したグラウト材（繊維長 3mm, 混入量 0.05vol.%) は, 「平成 2 年度 東京国際空港エプロン舗装設計報告書」に記載される航空機荷重により発生する応力度から換算したひずみ量の 2 倍に相当する発生ひずみ量の載荷条件下において, 往復 20000 回走行させても粉砕化および流出は発生しなかった。なお, 現行品は往復 5000 回で約半分のグラウトが粉砕化および流失した。

以上より, アラミド繊維を混入したグラウト材（繊維長 3mm, 混入量 0.05vol.%) は, 現行品と遜色ない施工性を有し, エプロン舗装の設計供用期間に対して十分な耐久性を有している材料と判断する。

参考文献

- 1) 八谷好高, 佐藤勝久, 犬飼晴雄: 沈下したプレストレストコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発, 土木学会論文集, 第 421 号, VI-13, pp145-154, 1990
- 2) (独)港湾空港技術研究所・(株)ピーエス三菱・三菱マテリアル(株)・住友大阪セメント(株): 空港 PC 舗装版下に使用する改良品グラウト材の耐荷性・充填性に関する検討—試験報告書—, 2007.5
- 3) 国土技術政策総合研究所, (株)ピーエス三菱: 港エプロン PC 舗装版の補強構造に関する研究—共同研究報告書—, 2008.3