

空港舗装用グラウトの疲労耐久性に関する検討

技術本部 技術部 雨宮美子

1. はじめに

軟弱な沿岸部を埋め立てて建設された空港施設において、路盤と舗装版の隙間にグラウト材の充填が行なわれてきた。グラウト材は、これまでにさまざまな改良がおこなわれてきたが、繰返し載荷される航空機荷重と雨水や地下水の浸入による粉砕化や、その後のノロ化に伴う白濁水の噴出に加え、舗装版下の空洞化にともなう版自体の損傷が発生している。このため、空港施設の恒久的対策や一部の延命対策として、さらに粉砕化しにくい高耐久な材料の開発が求められている。

本研究では、耐久性の向上を図る目的で、従来使用されているグラウトに繊維混入量の増加やポリマーを添加することにより改良した。疲労耐久性を確認するため、ホイールトラッキング試験および定点疲労載荷試験を実施した。本稿では、これらの試験結果について報告する。

2. グラウトの物性

改良したグラウト LU-10TS は従来用いられている LU-10T より繊維添加量を 4 倍の 0.20vol.% に増加させた。また、ポリマーを 5.0mass% 添加している。試験より求めた LU-10TS の物性を表-1 に示す。

表-1 LU-10TS 強度性状

項目	材齢	単位：(N/mm ²)	試験方法
圧縮強度	2 時間	6.0	JSCE-G505
	7 日	30.0	
曲げ強度	7 日	6.0	JIS A 1106
静弾性係数	7 日	10.0	JIS A 1149

3. 疲労耐久性の確認

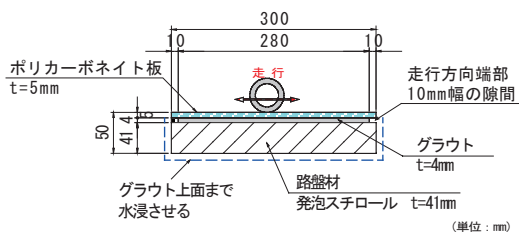
3.1 ホイールトラッキング試験

移動荷重に対する耐久性の確認を行う目的として、ホイールトラッキング (WT) 試験を実施した。

本検討では、LU-10T と LU-10TS の耐久性を比較した。

3.1.1 試験概要

WT 試験の試験概要を図-1 に示す。グラウト厚さは 4mm とした。載荷方法はトラバース載荷とし、試験体設置枠内に水を溜め、グラウト上面まで水浸状態とした。



載荷条件

- 1) 荷重を 686kN とし接地圧は 0.63MPa とした。
- 2) 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

3.1.2 試験結果

WT 試験終了後の状況を写真-1 に示す。LU-10T および LU-10TS はどちらも粉砕化していないことを確認した。LU-10T と LU-10TS のひび割れ密度を画像解析を用いて算出すると、LU-10TS のほうが 25% 程度小さくなることを確認した。

写真-2 に LU-10T と LU-10TS のひび割れ部を拡大し比較する。LU-10T の試験体ひび割れ部は角欠けが生じているが、LU-10TS の試験体ひび割れ部には角欠けは生じていない。LU-10T および LU-10TS のどちらもひび割れた部分に架橋効果が確認できるが、LU-10TS のほうがより多くの繊維の架橋効果がみられる。LU-10TS は LU-10T と比較し耐久性が向上していることが考えられる。LU-10TS に角欠けが生じていないのは、繊維添加量増加の影響と考えることができる。また、LU-10TS にはポリマーを添加していることにより、弾性係数が 2 割程度小さくなることを確認しており、低弾性材料となり、変形性能が向上し、WT 試験の載荷による損傷が少なくなったことが考えられる。

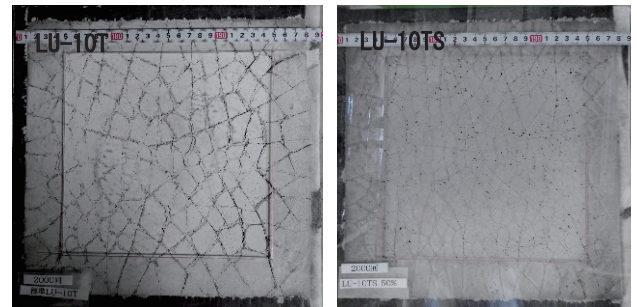


写真-1 WT 試験終了後の状況

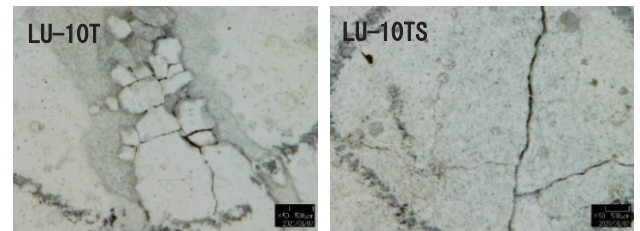


写真-2 ひび割れ部拡大

3.2 定点載荷疲労試験

LU-10TS について実荷重に対する疲労耐久性を確認することを目的に、航空機荷重 B777-300、供用年数 20 年 (載荷回数 150,000 回) を想定した場合において、定点疲労載荷試験を実施した。

3.2.1 試験概要

試験体概要図を図-2 に示す。試験体は、模擬路盤材、グラウト、PC 版で構成している。模擬路盤材として用いた硬質発泡スチロールは、EPS 工法に使用する EDO-EPS ブロック

100mm厚を2枚重ねて使用し、PC 舗装版設計時に使用されているバネ定数 $0.07\text{N}/\text{mm}^2$ と同程度のバネ値とした。PC 版と模擬路盤材の隙間 10mm に LU-10TS を充填した。PC 版は寸法 $2\text{m} \times 3\text{m} \times$ 厚さ 240mm とした。荷重はタイヤ接地面積相当となる直径 450mm の鋼製板を介して行った。材齢 7 日以降は、試験体の周囲をパッキン材で囲み、そこに水を投入してグラウトを水浸状態とした。

試験ケースは PC 版とグラウトの付着の有無をパラメータとした 2 ケースとし、Case1 : 付着あり、Case2 : 付着なしとした。

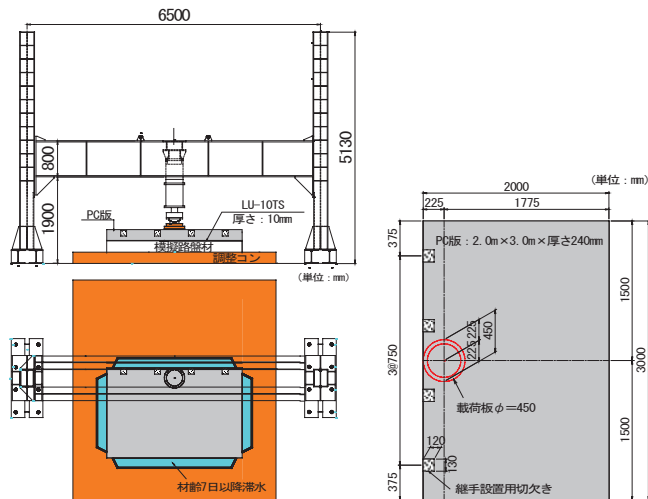


図-2 定点疲労荷重試験 試験体形状

3.2.2 荷重ステップと荷重荷重

実際の施工時の条件より、PC 版据え付け後に裏込めグラウトが行われ、PC 版同士や既設舗装との接合（荷重伝達）が行われない状態で航空機荷重が荷重されることが想定される。その場合、版端部に荷重が荷重され、PC 版の応力が最大となることが考えられる。本試験では、この状態が若材齢時に発生した場合を考慮した。

荷重荷重は、空港の PC 版舗装縁部に航空機荷重が載った際の応力を Westergaard の式を用いて算出した。また、試験体縁部に荷重を荷重した場合に発生する応力を FEM 解析により算出した。この 2 つの結果を用いて空港の PC 版縁部に発生する応力が試験体の PC 版縁部に発生するよう荷重荷重を決定し、表-2 の荷重ステップで荷重を実施することとした。

なお、荷重回数は 1 日あたり 10 便の走行とし、往復 20 回、供用 20 年間で 150,000 回の走行を想定した。

表-2 荷重ステップ

材齢	荷重回数	荷重荷重
4 時間	20 回	縁部に作用する荷重 381kN を荷重
1 日~6 日	各日 20 回	目地が接合された状態の縁部に作用する荷重 285kN を荷重
7 日~	累計 150,000 回	目地が接合された状態の縁部に作用する荷重 285kN を荷重 (水浸状態での荷重)

3.2.3 試験結果

Case1 および Case2 の試験終了後の荷重板直下のグラウトの状況を写真-3 に示す。いずれもひび割れを 1~2 本確認した。

が長さ 600~700mm で幅 0.05mm の微細なものであり、粉砕化していない。供用 20 年間の実荷重に対する耐久性を有することを確認した。

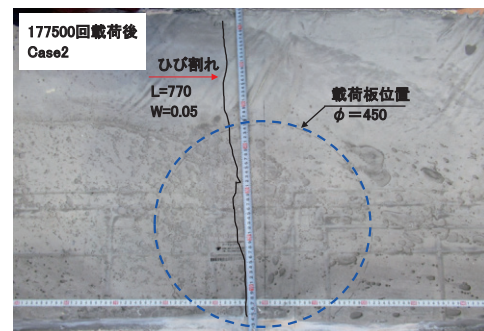
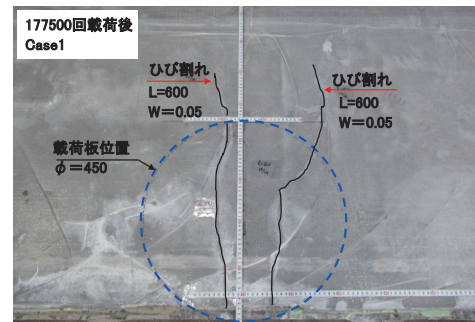


写真-3 試験終了後荷重板直下のグラウトの状況

4. まとめ

LU-10T と LU-10TS の WT 試験を実施し、ひび割れ密度を比較すると LU-10TS のほうが小さい。さらに、LU-10T に生じているひび割れは角欠けが生じているが、LU-10TS は角欠けが見られず、LU-10TS は LU-10T と比較し耐久性が向上していると考えられる。

LU-10TS の実荷重に対する耐久性を確認するため B777-300 単車輪荷重による定点疲労試験を実施した。試験ケースは PC 版とグラウトの付着がある Case1 と付着のない Case2 の 2 ケースとし、空港 PC 版舗装縁部に発生する応力相当が試験用 PC 版に発生する荷重を荷重した。供用年数は 20 年を想定した。試験の結果、どちらのケースも微細なひび割れが発生するものの、粉砕化しないことを確認した。

LU-10TS は供用 20 年間の疲労耐久性を有していることが確認できた。

Key Words: 空港舗装, グラウト, 疲労耐久性, ホイールトラッキング試験, 定点疲労荷重試験



雨宮美子