

空港誘導路緩衝版の調査・解析について

ジオスター (株) 正会員 ○奥山 厚志
 成田国際空港 (株) 角田 新一郎
 エアポートメンテナンスサービス (株) 池田 正
 エアポートメンテナンスサービス (株) 平山 茂
 (株) ガイアート T・K 正会員 伊藤 彰彦

1. はじめに

成田国際空港誘導路に設置されたプレキャスト PC 緩衝版（以下、PPC 版と略す）で、同心円状、長辺方向（PC 鋼材に平行方向）のひび割れが確認されたため、版下に裏込めグラウト材を再注入する補修を行った。補修後の調査結果では、これらのひび割れの本数及び幅が経時的に増加するとともに FWD 測定結果におけるたわみ量も補修直後より大きくなっていることが確認された。PPC 版表面に発生しているひび割れの状態も長辺方向が支配的になり、補修後も PPC 版の変状が進行したことから、PPC 版の取替え工事に至った。本文では、撤去した PPC 版の裏面のひび割れ発生状況を調査し、表裏面のひび割れ発生要因について報告する。

2. PPC 版の変状

図-1 に誘導路平面図（緩衝版位置図）、図-2 に今回撤去した PPC 版（K2 の版）のひび割れ変状図を示す。PPC 版は、誘導路走行方向に対して直角方向に設置され、長さ 21m、幅（走行方向）1.9m の版である。ひび割れは主に航空機のメインギア走行位置に集中し、調査ごとに進行していた。ひび割れは PPC 版に配置されている PC 鋼材に対して平行に発生していることから PPC 版表面に引張応力を発生させる負の曲げモーメントが作用し、また同心円状のひび割れが集中している箇所は、裏込めグラウト材の劣化及び流出が原因と想定された。

3. PPC 版裏面のひび割れ

図-3 に表面、裏面のひび割れ状況を示す。PPC 版裏面のひび割れは、表面の同心円状のひび割れ箇所に集中し、ひび割れの方法は短辺方向で、その最大幅は表面の 0.2mm に対して、最大 0.5mm と大きなひび割れであった。短辺方向に発生した裏面のひび割れは、プレストレスの導入方向に対して直角方向であり、本来閉じるべきひび割れが、閉じていないことから、既にプレストレス部材として設計上の性能を満足していないと判断される。なお、エプロン側は、裏面のひび割れは殆どなく、健全な状態にあることが確認できた。

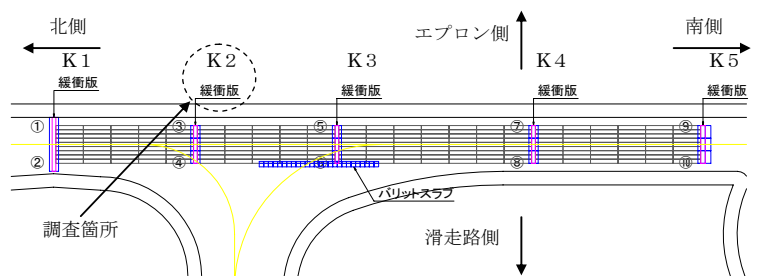


図-1 誘導路平面図（緩衝版位置図）

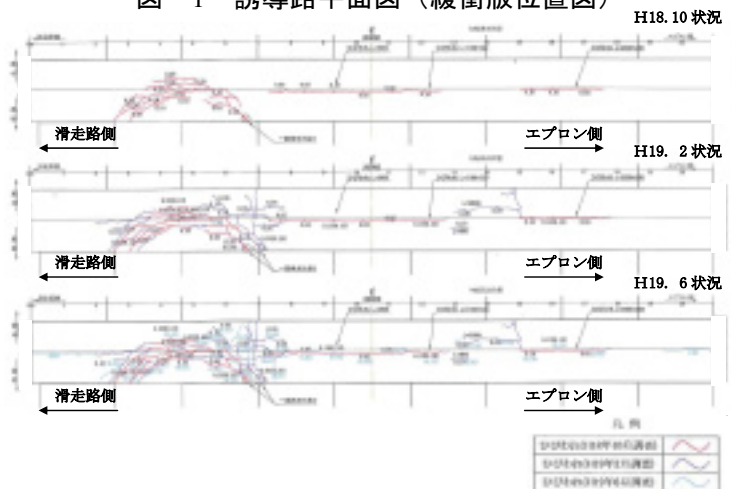


図-2 K2 表面ひび割れ変状図

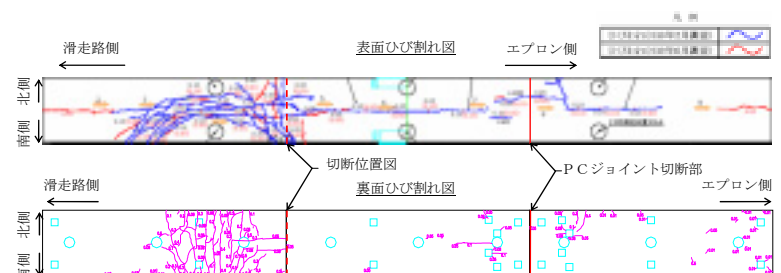


図-3 K2 表面、裏面ひび割れ図

キーワード 空港舗装, 緩衝版, PPC 版, 裏込めグラウト材, FEM 解析

連絡先: ジオスター (株) 技術研究所 埼玉県東松山市岡字膳棚 1871 TEL 0493-36-1133

4. FEM 解析

4. 1 解析モデル、裏込めグラウト材の入力条件

同心円状に発生したひび割れは、その発生状況から裏込めグラウト材の劣化及び流出が原因と想定されたことから、裏込めグラウト材の条件を変化させた FEM 解析によるひび割れ発生位置及びその方向について検証を行った。メインギアの走行位置に脚荷重を作用させた FEM 解析モデル図を図-4 に示す。変化させた項目は、①劣化を想定した裏込めグラウト材のヤング係数、②裏込めグラウト材の流出範囲である。裏込めグラウト材のヤング係数は 6 段階 (35000 N/mm^2 (PPC 版と同等) 3500 N/mm^2 (PPC 版の $1/10$)、 1000 N/mm^2 、 500 N/mm^2 、 100 N/mm^2 、 40 N/mm^2) に変化させ、その範囲については、図-5 に示すように PPC 版部分のみとした。裏込めグラウト材の部分流出については、図-6 に示すように損傷が激しかった部分の裏込めグラウト材が流出したと仮定し、短辺方向の端部から流出幅を変化させて解析を行った。

4. 2 解析結果

図-7 に、裏込めグラウト材のヤング係数と最大主応力の関係を示す。ヤング係数を $35000 \sim 500 \text{ N/mm}^2$ まで変化させた場合は、表面及び裏面ともに発生応力に大きな変化が見られず、 $500 \text{ N/mm}^2 \sim 100 \text{ N/mm}^2$ に変化させた場合に表面及び裏面ともに発生応力が大きく変化した。このことから、必要ヤング係数は 500 N/mm^2 程度と推定できる。

また、図-8 に FEM 解析結果（グラウト材の流出幅を端部より 950 mm とした場合）と実際のひび割れ状況を示す。FEM 解析により、PPC 版で生じたひび割れ方向と算出した主応力によるひび割れ方向が一致し、ひび割れの発生位置についてもほぼ一致することが確認できた。緩衝版の設計には、FEM 解析により裏込めグラウト材の強度を考慮した設計が有効だと考えられる。

5. まとめ

FEM 解析により、同心円状のひび割れ発生原因は、裏込めグラウト材の劣化や流出による変状であることが明らかになった。今後の課題としては、FEM 解析による裏込めグラウト材のヤング係数の感度分析の結果から最適なグラウト材の仕様に関する実験的検証を行うこと、裏込めグラウト材の流出防止に関する施工方法について検討することである。

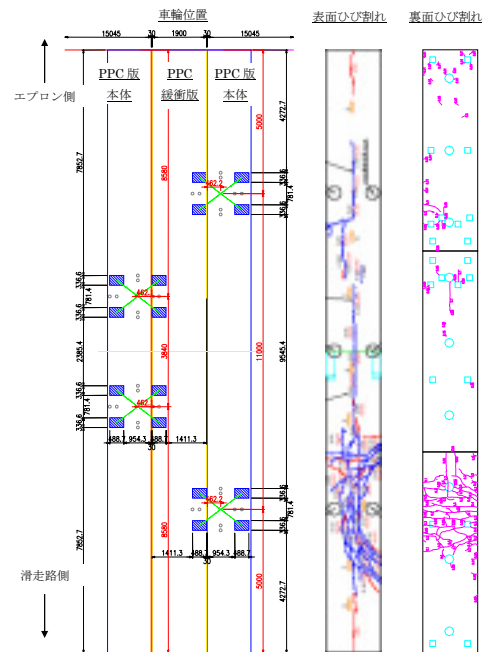


図-4 FEM 解析モデル図

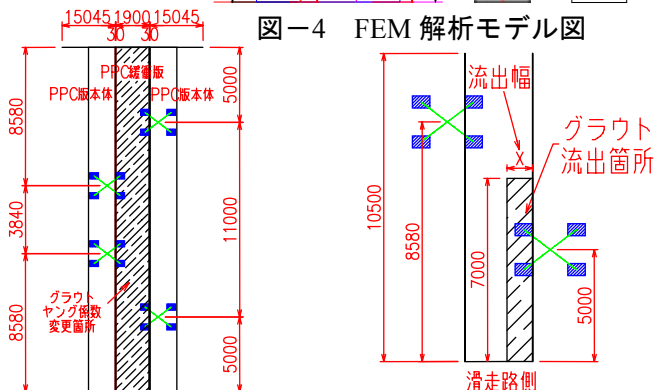


図-5 ヤング係数変更箇所

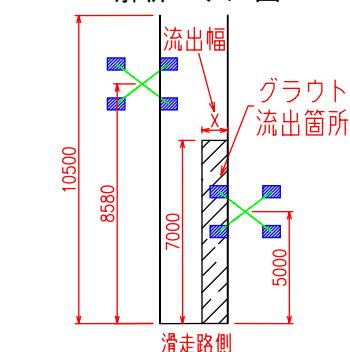


図-6 流出部分の幅変化

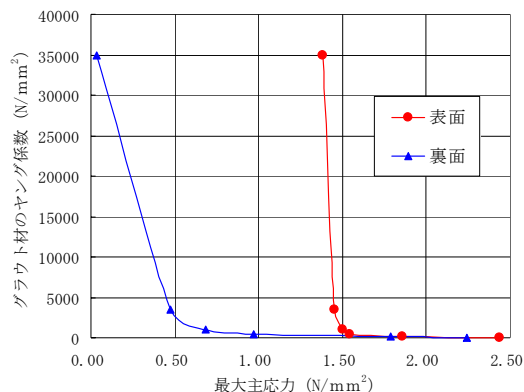


図-7 ヤング係数と最大主応力の関係

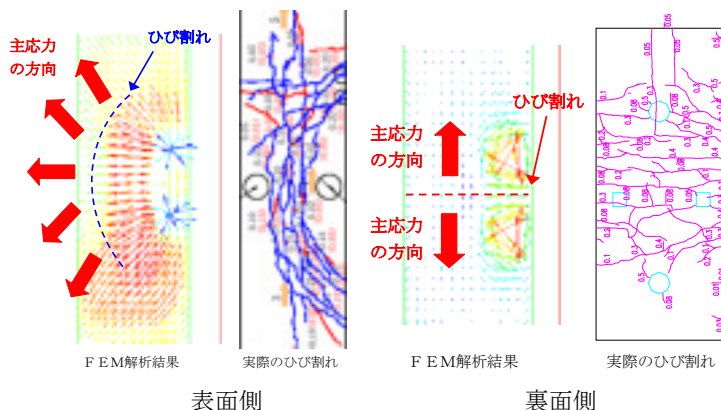


図-8 FEM 解析結果と実際のひび割れ現象