

# ウレタン発泡圧を利用した空港エプロン NC 舗装の勾配修正工法の試験施工

大成建設株式会社 正会員 土方遍・正会員 大塚徳之・正会員 天野喜勝・正会員○神谷誠・正会員 伊藤友一  
 大成ロテック株式会社 野田喬宏・正会員 岡田圭亮  
 株式会社ジオデザイン 正会員 橋爪秀夫  
 アップコン株式会社 松藤展和  
 国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所 水上純一・藤森真矢

## 1. はじめに

羽田空港では、国際線航空需要の増大に対応するため、我が国初の大型土木 PFI (Private Finance Initiative) 事業として国際線エプロンを中心とする施設を整備し、平成 21 年 9 月(一部、平成 22 年 7 月)と、国際線枠 6→9 万回増便対応の拡張整備後の平成 26 年 3 月(一部、平成 26 年 10 月)に施設を引渡し、同時に維持管理業務を開始している。

維持管理業務において、エプロンコンクリート舗装の勾配管理(管理値 0.3~1.0%)を行っており、管理値を超えた場合、空港管理者と協議の上、勾配修正工事を行うことになっている。コンクリート版の勾配修正工法として、即日復旧可能な「硬質発泡ウレタンによるコンクリート版沈下修正工法(以下、本工法)」がある。本工法は、コンクリート版より下にウレタン樹脂を注入し、その発泡圧でコンクリート版を上げて勾配修正を行う工法であるが、空港舗装での実績が少ないため、今回の拡張工事にて撤去する舗装版を利用し試験施工を行った。(図-1)

本報告では、本工法の空港舗装への適用性を施工面、品質面から検証した試験施工の結果を述べる。

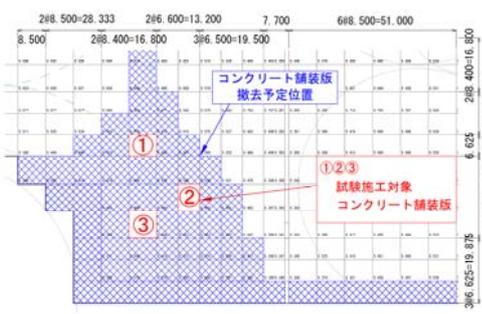


図-1 試験施工箇所位置図

## 2. 試験施工内容

試験施工の項目および目的を表-1、使用材料のウレタン樹脂の発泡状況を写真-1 に示す。

表-1 試験施工の項目および目的

項目	目的	確認方法
A. 所定深度への注入	注入深度をコントロール出来るか	コア抜き、目視
B. 注入後の空隙の有無	空隙を残さず注入出来るか	コア抜き、目視、FWD試験
C. 路盤支持力の確保	注入後に路盤支持力50MN/m <sup>3</sup> を確保出来るか	平板載荷試験
D. 注入量と嵩上げ量の関係	注入量と嵩上げ量に相関があるか	注入量確認、レベル測量
E. 注入1回当りの嵩上げ量	NC舗装にひび割れを発生させないで何mm嵩上げ出来るか	レベル測量、FEM解析
F. 材料の長期耐久性確認	長期に亘り注入材が劣化しないか	室内試験(圧縮強度、体積変化特性)

キーワード：空港エプロン舗装、勾配修正、硬質発泡ウレタン、PFI事業

連絡先：〒144-0041 東京都大田区羽田空港2丁目6番3号 東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業  
 大成・鹿島・五洋・東亜・鹿島道路・大成ロテック JV TEL: 03-5708-7911



写真-1 ウレタン樹脂発泡状況

試験施工の対象とする既設エプロンの舗装構成を図-2 に、各試験施工位置での注入深度と確認項目を表-2 に示す。試験施工対象舗装版は図-1 に示す 3 箇所とし、準備として想定注入深度まで削孔(約 1.0m ピッチ、φ 22mm)し注入孔を設けた。(写真-2)



図-2 対象舗装構成

表-2 注入位置と確認項目

試験版	想定注入深さ	確認項目(表-1)
①	上層路盤(再生As安定処理)ー下層路盤(再生RC40)の間	A, B, C
②	下層路盤(再生RC40)ー路床の間	A, B, C
③	①と②の両方	D, E
室内	—	F



写真-2 注入孔削孔およびウレタン樹脂注入状況

試験版①②において、想定した注入深度へ注入出来るかを、コア抜きと舗装版撤去後に路床まで掘削し目視することで確認した。また、同時に注入後の空隙の有無、路盤支持力の確保についてもコア抜き、目視と共に FWD 試験、平板載荷試験により確認した。試験版③においては、施工管理値の設定を目的とし、注入

量と嵩上げ量の関係、NC 舗装版にクラックを発生させないための注入1回当りの嵩上げ量の検証を行った。材料の長期耐久性確認については、供試体を作製し、事業期間に亘り1回/年室内試験を行い、圧縮強度と体積変化を確認することとした。

3. 試験施工結果

(1) 所定深度への注入

注入深さ状況を写真-3に示す。試験版①②共に所定の注入深さを中心に下層路盤内にウレタン樹脂が注入されており、懸念されたNC版直下(上層路盤上)には注入材が廻り込んでいなかった。また、ウレタン樹脂は路盤に浸透、或いはほとんど発泡せずに原液のまま路盤内に注入されていたものも確認された。



写真-3 ウレタン樹脂注入深さ状況(薄オレンジ色)  
(左: 試験版①上層路盤直下, 右: 試験版②下層路盤直下)

(2) 注入後の空隙の有無

試験版②における注入前後のFWD試験結果を図-3に示す。試験後のたわみ量が試験前より多少大きくなったが、原因は注入によりクラックが発生し剛性が低下したためと推定でき、また、写真-3に示す注入断面を目視で見ると、空隙は確認出来なかったことから、ウレタン樹脂注入で空隙が発生し、その影響でたわみが大きくなったとは断定できなかった。

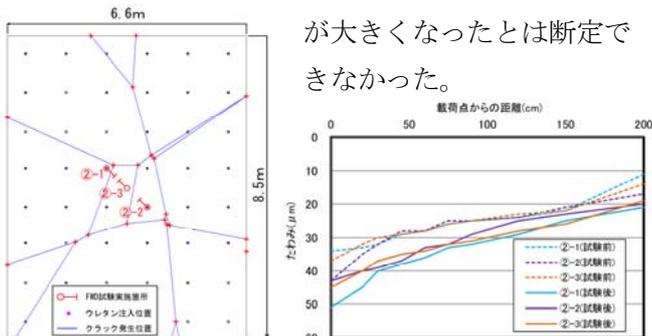


図-3 FWD試験位置(試験版②)および試験結果

(3) 路盤支持力の確保

注入による路盤支持力への影響を確認するため、試験版②および隣接の注入していない版において平板載荷試験を行った。その結果(各場所で行った試験の平均値)を表-3に示す。その結果、隣接版よりも小さな値となったが、品質管理値50MN/m<sup>3</sup>は確保していた。

表-3 平板載荷試験結果

平板載荷試験結果k75(MN/m <sup>3</sup> )	
試験版②	76.0
隣接の注入していない版	95.6

(4) 注入量と嵩上げ量の関係

試験版①②における注入量と注入孔付近における嵩上げ量の関係を表-4に示す。注入時の空隙状況、注入範囲の違いなどにより一概に言えないが、注入量の目安として、試験版①の上層路盤-下層路盤間への注入では注入孔付近の嵩上げ1mm当り9.20kg、試験版②の下層路盤-路床間への注入では13.53kgであった。

表-4 注入量と嵩上げ量の関係

	①上層路盤-下層路盤	②下層路盤-路床
注入孔数	15	26
総注入時間	37分18秒	65分23秒
総注入量(kg)	432.20	690.21
注入孔付近総嵩上げ量(mm)	47	51
嵩上げ1mm当りの注入量(kg/mm)	9.20	13.53

(5) 注入1回当りの嵩上げ量

試験版③において、ひび割れが発生するまで版中央から局所的に注入した結果、注入孔付近が3mm上がった時にひび割れが発生した。また、表-5に示す3ケースによりFEM解析を行った結果と実測値との比較を図-4に示すが、CASE3が実態に近い解析結果を示した。

表-5 注入量と嵩上げ量の関係

ケース名	解析断面	載荷(注入)深さ	載荷範囲(面積) (m <sup>2</sup> )
Case1	NC版のみ	NC版下端	1.0×1.0
Case2	NC版, As安, 下層路盤	路盤下端	1.0×1.0
Case3	NC版のみ	NC版下端	4.25×4.25

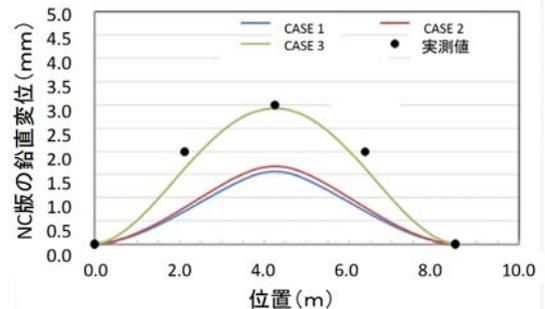


図-4 FEM解析結果と実測値

4. まとめ

空港運用面からすると、即日復旧可能な工法は理想的な工法である。今回の試験施工で、所定深度への注入とNC舗装版の嵩上げが出来ることは確認できたが、施工面では同時多点注入などの検討、品質面では路盤を含めたエプロン舗装の長期耐久性の検討を進めることが課題であると共に、緊急性を要する復旧工事での採用について検討を進めていきたい。