

空港滑走路のコンクリート舗装版におけるポップアウト現象が舗装強度に与える影響

北海学園大学大学院 学 生 員 ○原田 将希
北海学園大学工学部 フェロー会員 久保 宏

1. はじめに

寒冷地における空港滑走路の雪氷管理の方法として融氷剤の散布が挙げられるが、近年その使用量が増大しておりコンクリート舗装や金属で構成される構造物への影響が懸念されている。その影響としてポップアウト現象がある。ポップアウト現象は一般にコンクリート中の骨材が凍結融解作用などにより膨張しその膨張圧によりコンクリート表面を剥落させしまう状態である。

本研究では、融氷剤の種類や融氷剤の有無など様々な条件で凍結融解試験を行い供試体の質量変化、相対動弾性係数や一軸圧縮試験を行いポップアウト現象がコンクリート舗装に与える影響について検討した。

2. 試験概要

2.1 供試体作成

写真—1 に示すポップアウト現象を再現する目的で凍結融解試験を行った。

本研究における凍結融解試験は 100mm × 100mm × 400mm のコンクリート供試体について 2 種類の骨材、浸潤液を融氷剤として使用される酢酸カマグとエチレングリコール水溶液の 2 種類と水の計 3 種類そしてエポキシ樹脂の 2 回塗布による防水層の有無などの供試体で試験を行った。



写真—1 ポップアウトの発生状況

2.2 試験条件

今回の凍結融解試験の試験条件を表—1 に示した。凍結 2 時間半、融解 1 時間半の計 4 時間を 1 サイクルとし数サイクル終了後毎に供試体を取り出し、質量とたわみ振動の一次共鳴数による相対動弾性係数の測定を行った。測定した質量と相対動弾性係数を(1)、(2)式によって評価を行った。

$$\text{質量変化率(\%)} : W_n = 100 - \frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100 \dots (1)$$

W_n : 凍結融解 n サイクル後の供試体質量(g)

W_0 : 凍結融解 0 サイクルの供試体質量(g)

$$\text{相対動弾性係数(\%)} : P_n = \left[\frac{f_n^2}{f_0^2} \right] \times 100 \dots (2)$$

f_n : 凍結融解 n サイクル後のたわみ振動の一次共鳴数(Hz)

f_0 : 凍結融解 0 サイクルのたわみ振動の一次共鳴数(Hz)

表—1 試験条件

凍結融解試験	
最高温度	+ 8
最低温度	- 18
凍結速度	0.87 /min
サイクル数	300 サイクル
一軸圧縮強度試験	
供試体寸法	φ 58 × 100(mm)
載荷速度	1.6kN/s

この二つの式を利用しコンクリート供試体の質量変化と強度変化の関係を分析した。

また 100 サイクル毎に供試体を取り出し写真—2 に示したように 1 本の供試体から 4 個のコアを抜き表—1 に示す試験条件でポップアウトの有無別に一軸圧縮強度試験を行った。



写真—2 コア採取

キーワード コンクリート舗装、凍結融解試験、ポップアウト現象、融氷剤、圧縮強度

連絡先 〒064—0926 札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 1 - 1 北海学園大学工学部 Tel 011-841-1161

3. 試験結果と考察

図—1 は凍結融解作用のサイクル数に対するポップアウトの発生個数の関係を示したものである。

浸潤液にエチレングリコールを使用した供試体は 50 サイクル時点でポップアウトが 5 個確認されたが、浸潤液に水を使用した供試体は 100 サイクル時点でポップアウトが確認された。エチレングリコールは骨材中の粘土鉱物と複合体を形成し著しい膨潤を引き起こすことが確認されており、これによって 50 サイクルの短期間に多くのポップアウトを発生させたと考えられる。

エポキシ樹脂の 2 回塗布による防水処理を施した供試体はコンクリート表面と浸潤液のエチレングリコールとの接触面積が減少したためポップアウト発生個数を抑制することができた。

図—2, 3 はそれぞれ凍結融解作用のサイクル数に対する質量変化率と相対動弾性係数の関係を示したものである。防水処理を施した供試体はスケーリングの発生は見られず質量変化率は変わらない結果となった。他の供試体はスケーリングが発生し、それによって質量減少の傾向にあった。相対動弾性係数に関してはほぼ質量変化に比例する傾向が確認できた。このことより相対動弾性係数はポップアウト個数より質量変化に強く依存している。

図—4 は凍結融解作用のサイクル数とポップアウトの発生有無別の一軸圧縮強度を 1/6 することによって算出した曲げ強度の関係を表した図である。サイクル数の増加により曲げ強度は減少の傾向を示したが、ポップアウトの発生の有無による曲げ強度の有意差はなくポップアウトが舗装強度に及ぼす影響はない。緑色の線は「空港コンクリート舗装構造設計要領」設計基準である 5MPa を指す。全てのサイクル数、ポップアウトの有無に関わらず設計基準を上回っている。

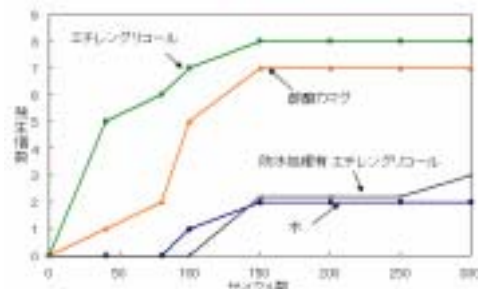
4. まとめ

今回の凍結融解試験から次のことが確認された

- 1) 凍結融解試験によってポップアウトを再現でき、浸潤液を融氷剤（エチレングリコール、酢酸カマグ）にすることにより早期にポップアウトが発生し、数も浸潤液を水としたときの 2 倍になるが供試体に防水処理を施すことによりポップアウトの個数は半減する。
- 2) 質量変化、相対動弾性係数は浸潤液の違いによる有意差は見られず融氷剤の使用による影響は少ない。
- 3) ポップアウトの発生の有無による曲げ強度の違いは見られず、設計基準を上回っているためコンクリート版全体の強度に大きな影響は与えていない。

5. 参考文献

- 1) 松田、武市、久保；ポップアウトが発生したコンクリート舗装の熱力学的性状に関する考察
土木学会第 60 回年次学術講演会、平成 17 年 9 月
- 2) 原田、久保、工藤；空港滑走路のコンクリート版におけるポップアウト現象に関する研究
土木学会第 60 回年次学術講演会、平成 17 年 9 月



図—1 ポップアウト発生個数

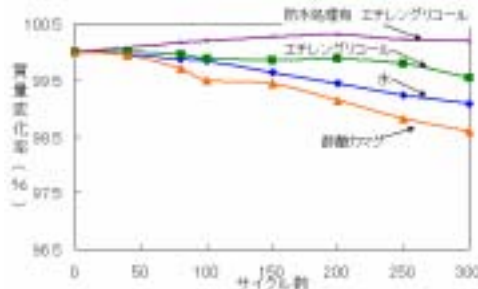
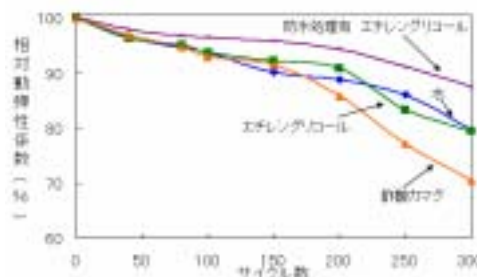
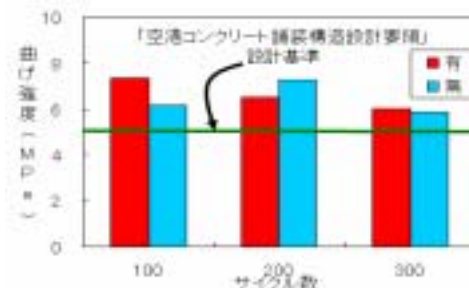


図 - 2 質量変化率



図—3 相対動弾性係数



図—4

ポップアウトの有無別曲げ強度