

資料

令和 2 年度第 6 回国土技術政策総合研究所研究評価委員会

分科会（第三部会） 議事次第・会議資料

令和2年度第6回国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第三部会）

議事次第

日時：令和2年11月27日（金）

場所：WEB開催

1. 開会
2. 国総研所長挨拶
3. 分科会主査挨拶
4. 評価方法・評価結果の扱いについて
5. 議事
 - ＜令和元年度終了の事項立て研究課題の終了時評価＞
 - ・地震災害時における空港舗装の迅速な点検・復旧方法に関する研究
6. 国総研副所長挨拶
7. 閉会

会議資料

	頁
資料1 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第三部会）委員一覧	197
資料2 評価方法・評価結果の扱いについて	198
資料3 研究課題資料 <ul style="list-style-type: none">・地震災害時における空港舗装の迅速な点検・復旧方法に関する研究	199

注) 資料3については、研究評価委員会分科会当日時点のものである。

注) 資料3の一部の図表等について、著作権等の関係により非掲載としております。

国土技術政策総合研究所研究評価委員会 分科会
(第三部会) 委員一覧

第三部会

主査

兵藤 哲朗 東京海洋大学 学術研究院 流通情報工学部門 教授

委員

岩波 光保 東京工業大学 環境・社会理工学院
土木・環境工学系 教授

喜多 秀行 神戸大学大学院 工学研究科 教授

中野 晋 徳島大学 環境防災研究センター センター長

野口 哲史 (一社)日本埋立浚渫協会 技術委員会委員長
五洋建設(株) 取締役 乗務執行役員 土木本部長

二村 真理子 東京女子大学 現代教養学部 教授

横木 裕宗 茨城大学 工学部 都市システム工学科 教授

※五十音順、敬称略

評価方法・評価結果の扱いについて

（第三部会）

1 評価の対象

令和元年度に終了した事項立て研究課題の終了時評価

2 評価の目的

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」、「国土交通省研究開発評価指針」に基づき、外部の専門家による客観性と正当性を確保した研究評価を行い、評価結果を今後の研究の目的、計画等へ反映することを目的とする。

3 評価の視点

必要性、効率性、有効性の観点を踏まえ、「研究の実施方法と体制の妥当性」「目標の達成度」について終了時評価を行う。

【必要性】科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等

【効率性】計画・実施体制の妥当性等

【有効性】目標の達成度、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の育成等

評価にあたっては、研究開発課題の目的や内容に応じ、研究課題毎に初期、中期、後期の段階に振り分け、それぞれの段階に応じて、以下の留意すべき点を踏まえた評価を行う。

初期段階：先進的あるいは挑戦的な取組

中期段階：実用化に向けた取組

後期段階：普及あるいは発展に向けた取組

4 進行方法

（1）評価対象課題に参画等している委員の確認

評価対象課題に参画等している委員がいる場合、対象の委員は当該研究課題の評価には参加できない。（該当なし）

（2）研究課題の説明（15分）

（3）研究課題についての評価（20分）

① 主査及び各委員により研究課題について議論を行う。

② 審議内容、評価用紙等をもとに、主査が総括を行う。

5 評価結果のとりまとめ及び公表

評価結果は審議内容、評価用紙等をもとに、後日、主査名で評価結果としてとりまとめ、議事録とともに公表する。

なお、議事録における発言者名については個人名を記載せず、「主査」、「委員」、「事務局」、「国総研」等として表記する。

6 評価結果の国土技術政策総合研究所研究評価委員会への報告

本日の評価結果について、今年度開催される国土技術政策総合研究所研究評価委員会に分科会から報告を行う。

地震災害時における空港舗装の 迅速な点検・復旧方法に関する研究

研究代表者 : 空港施設研究室長 坪川将丈
 課題発表者 : 空港施設研究室長 坪川将丈
 研究期間 : 平成29年度～令和元年度
 研究費総額 : 約13百万円
 技術研究開発の段階 : 後期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



1. 研究開発の背景・課題

背景

- 地震直後に被災地の空港が緊急物資輸送等の拠点として機能するためには、**空港の大小を問わず、地震後の空港舗装の点検・復旧を速やかに実施し、迅速に供用再開する必要がある。**
- 空港管理者(国土交通省航空局・地方公共団体・空港会社)が行う被害の点検・復旧について**国総研が技術的支援を行う場合、現地到着まで時間を要する場合もある。**

大規模な災害時の空港の機能
 (平成19年4月 国土交通省航空局
 地震に強い空港のあり方検討委員会報告)

緊急輸送の拠点となる空港

発災後極めて早期の段階
 救急・救命活動等の拠点機能
 発災後3日以内
 緊急物資・人員等輸送受け入れ機能

航空輸送上重要な空港

(新千歳、仙台、新潟、東京国際、成田国際、中部国際、
 大阪国際、関西国際、高松、広島、福岡、鹿児島、那覇)
 発災後3日を目標
 定期民間輸送機の運航が可能
 極力早期の段階
 通常時の50%に相当する輸送能力

平成28年熊本地震における熊本空港の離着陸回数

	時間帯	定期便 臨時便	救援機 その他	備考
4/14木	7:30-21:30	76	26	【21:26前震】
	21:30-翌7:30	0	38	
4/15金	7:30-21:30	82	80	平常運航
	21:30-翌7:30	1	37	【25:25本震】
4/16土	7:30-21:30	0	198	ターミナル 被害による 定期便運休
	21:30-翌7:30	0	7	
4/17日	7:30-翌7:30	1	124	
4/18月	7:30-翌7:30	0	123	
4/19火	7:30-翌7:30	35	149	定期便再開
4/20水	7:30-翌7:30	51	134	



2. 研究の課題/必要性/目的・目標

課題

- 空港管理者の多くは、地震時の舗装被害(液状化による沈下等)に関する十分な専門的知識を有しておらず、迅速な点検ができないおそれがある。
- また、同様の理由により、被害程度や調達可能機材に応じた臨機応変な復旧方法の判断ができないおそれがある。
- 舗装被害の点検については、定量的な定めのある縦横断勾配等を除き、具体的な判断基準等は示されていない。

必要性

空港舗装の被害程度や調達可能機材に応じ、空港管理者が被害を迅速に点検し、復旧方法を選択する上での判断基準が必要である。

目的・目標

アウトプット目標

地震時の空港舗装の被害の点検・復旧方法の判断基準の確立

アウトカム目標

空港管理者が、地震後の空港における復旧優先順位の設定及び復旧を迅速に行い、空港がいち早く緊急輸送の拠点として機能することを可能とする。

3



3. 研究開発の概要

①点検方法と判定基準の検討

- 目視点検
目視点検による判定・点検のポイント
- 詳細点検
FWD(舗装支持力測定装置)による液状化起因の空洞検知方法

②復旧方法の選択基準の検討

- アスファルト舗装の応急復旧方法
- コンクリート舗装の応急復旧方法
臨機応変な復旧の判断を可能とする留意事項

③地震時の点検・復旧マニュアルの作成



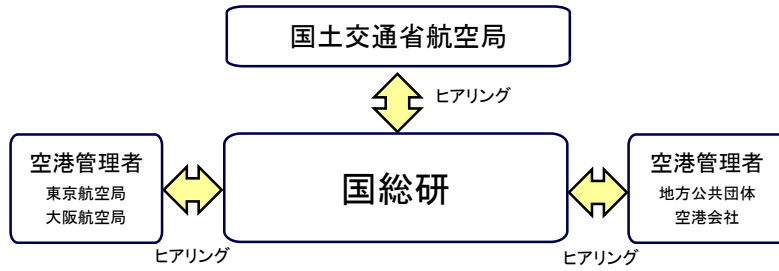
仙台空港の誘導路(アスファルト舗装)の液状化による局所沈下



仙台空港のエプロン(コンクリート舗装)の液状化による局所沈下



4



区分(目標、テーマ、分野等)	実施年度			研究費総額
	H29	H30	H31	研究費配分
(研究費[百万円])	約5	約5	約3	約13
① 点検方法と判定基準の検討	調査	調査	まとめ	約6
② 復旧方法の選択基準の検討	調査	調査	まとめ	約4
③ 地震時の点検・復旧マニュアルの作成			作成	約3

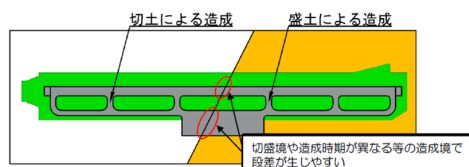
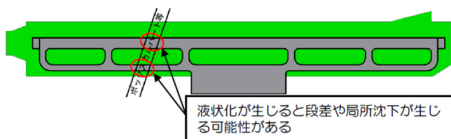
効率性

- 国土交通省航空局が定めている「空港舗装補修要領」の原案作成を担う国総研が実施した関連研究や過去の地震被害調査の知見を用いることで、効率的に実施した。
- 空港舗装に関する高度な知見を有する国総研が主体となり、空港管理者等と連携を図ることにより、実効性の高い成果を得た。

5

5. 研究成果:① 点検方法と判定基準の検討 ～ 目視点検

- 過去の地震による舗装被害等のレビューを行い、マニュアル記載内容を検討した。
- 【段差のない(2cm以下)ひび割れ】は運航に影響しない(時間がある時に記録)。
 - 【段差のあるひび割れ】【舗装面の変形(沈下)】を発見することに注力。
 - これらが発生しやすい場所をマニュアルに記載。
 - ボックスカルバート等の地下構造物上部
 - 切土・盛土境界 など
 - 点検のポイントをマニュアルに記載。
 - 舗装変形は路面標識を参考に
 - 舗装横の芝地(着陸帯/誘導路帯)の方が液状化痕を容易に視認
 - 長いロッドを持参(沈下量計測用←過去の反省点) など



6



5. 研究成果:① 点検方法と判定基準の検討 ～ 詳細点検

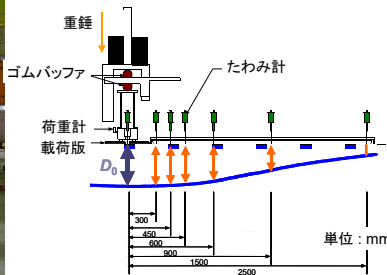
液状化した仙台空港や、空洞を有する試験舗装におけるFWD調査データから、液状化に起因する舗装下の空洞検出方法を検討した。

FWDの概要

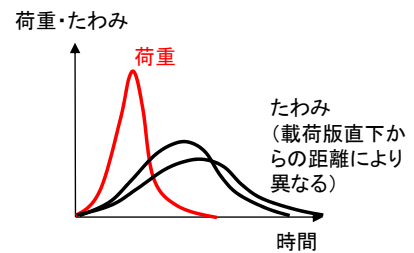
- 舗装の支持力を非破壊で調査する機器。
- 国内では30台程度稼働中。大手舗装会社、調査会社等が保有。
- 衝撃荷重を舗装表面に与え、舗装表面のたわみ量(弾性鉛直変位)を計測する。
- 1点あたり1～2分(点での調査)。
- 平常時の規準値あり(D0たわみ)。



当所所有のFWD



FWDの機構

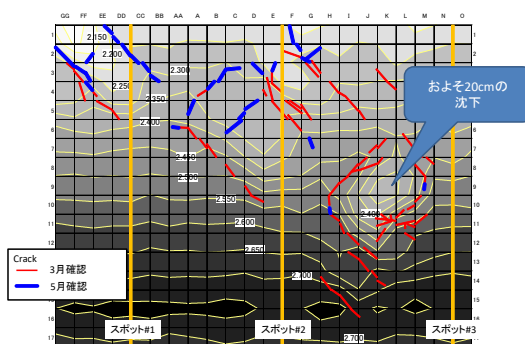


FWDの荷重・たわみの時刻歴データの例

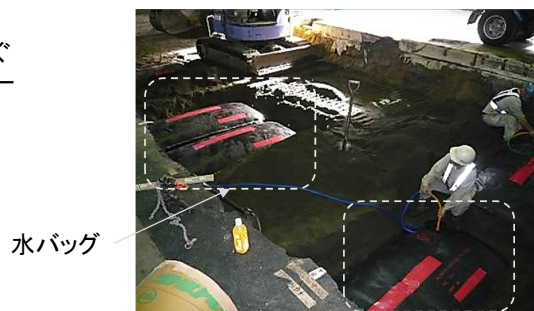
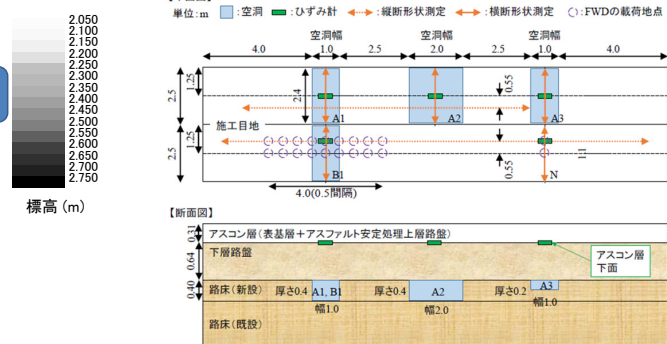
7



5. 研究成果:① 点検方法と判定基準の検討 ～ 詳細点検



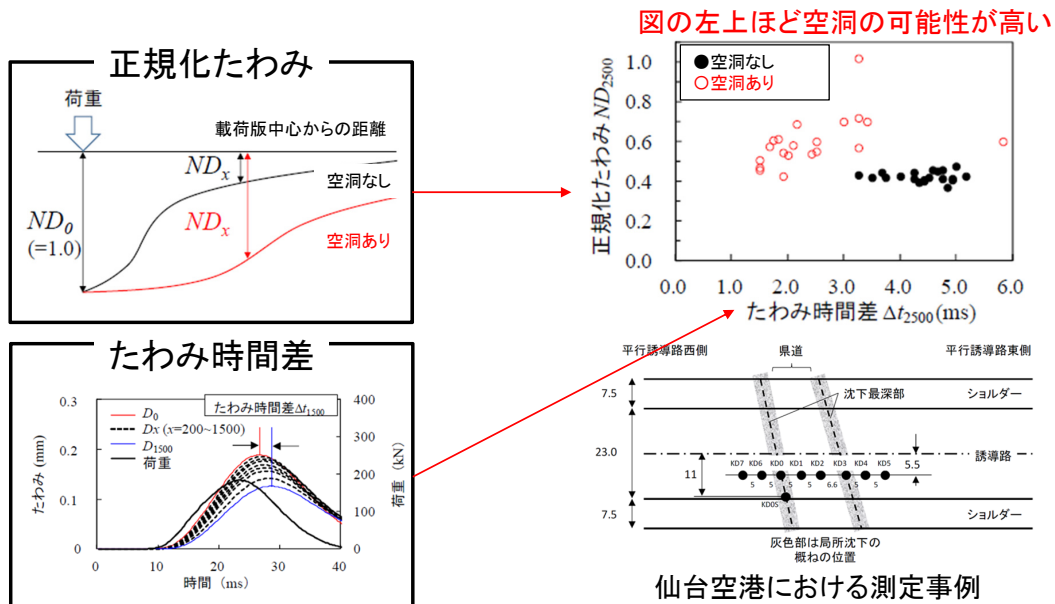
液状化した仙台空港のコンクリート舗装
(平面図の升目は7.5m×7.5mのコンクリート版)



空洞を有するアスファルト試験舗装
(舗装内に埋設した水バッグを破裂させ空洞作成)

8

- FWDデータの分析により考案した、舗装下の空洞を検出可能な簡便な指標を記載。
⇒空洞に起因する支持力低下範囲＝復旧必要範囲を特定
- あらゆる舗装厚・FWD荷重曲線を想定した閾値設定は困難であり、周囲との相対比較による評価となるため、舗装面の变形箇所でも過去に実施した測定事例を参考として記載。



9

過去の地震後の応急復旧のレビュー・情報収集を基に、マニュアル記載内容を検討した。

- 段差のあるひび割れ アスファルト混合物による摺り付け
- 舗装面の变形(沈下) アスコン層撤去→アスファルト混合物による打替え
- 【臨機応変な応急復旧】の留意点
 - 滑走路全幅(例えば60m)のうち、航空機が走行する中央帯20mを優先。
 - 段差のないひび割れは、時間があれば注入剤を注入(止水のため)。



摺り付け事例(2007年能登空港滑走路)

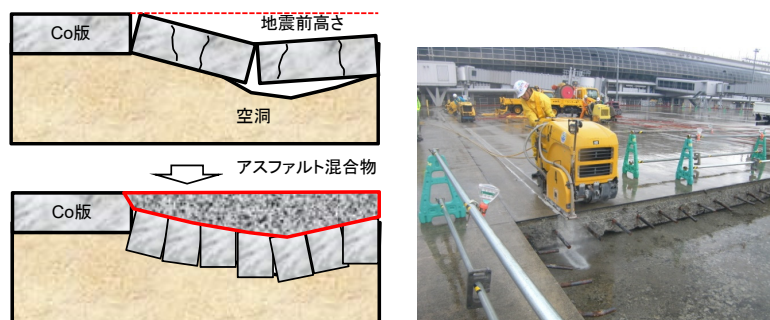


打替え事例(2011年仙台空港誘導路)

10

- 段差のあるひび割れ コンクリート、アスファルト混合物による摺り付け
- 舗装面の変形(沈下) コンクリート版撤去→コンクリートによる打替え
- 【臨機応変な応急復旧】の留意点
 - コンクリートによる応急復旧では、
 - ✓ 鉄網(構造鉄筋ではなく、ひび割れ幅拡大防止)・ダウエルバー(版接続部の変形抑制)省略。
 - ✓ 早強コンクリート推奨(早期硬化のため)。
 - ✓ 打設後の微細な収縮クラックを許容(配合検討が時間的に困難のため)。
 - ✓ 入手しやすい20mm骨材で可(通常は40mm骨材を使用)。
 - 航空機が走行する箇所(停止しない箇所)は、コンクリート版を撤去のうえ、同厚のアスファルト混合物で打替えも可。
 - 航空機が走行しない箇所は、コンクリート版をブロック状に切断して落とし込み、アスファルト混合物(最低5cm)によるオーバーレイも可。

「航空機が走行しない箇所」の復旧事例(2011年仙台空港)



11

- 各空港管理者に、空港の状況に応じて使用して頂くことを目的として、重要な点をできる限りコンパクトにまとめたマニュアル(案)を作成。
- マニュアル(案)は、WEBで公開されている航空局「空港舗装維持管理マニュアル」に追加する(令和2年度末を予定)。
- 航空局主催の会議【空港施設メンテナンスブロック会議】、国総研主催の研修【空港施設調査・設計コース】などで、マニュアルの内容の解説を行い普及に努める。

【発表論文】

- 河村直哉, 坪川将丈
アスファルト舗装下の空洞がFWDのたわみに及ぼす影響
土木学会論文集E1(舗装工学), vol.73, No.3, 2017.
- 河村直哉, 坪川将丈
空洞を有する空港アスファルト舗装に対する繰返し走行試験
土木学会論文集E1(舗装工学), vol.74, No.3, 2018.
- 河村直哉, 坪川将丈
空洞が生じた空港コンクリート舗装の載荷重に伴う破壊の可能性の評価方法
土木学会論文集E1(舗装工学), vol.75, No.1, 2019.

【学位論文】

- 河村直哉
地震により空洞が生じた空港舗装のFWDによる空洞検出と健全性評価に関する研究
東京工業大学学位論文(2020年10月31日付).

12



6. 事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
点検のポイントを各種条件で整理すべき。	例として「液化化痕は、芝地の着陸帯の方が確認しやすい」「舗装の変形の目視は路面標識が参考になる」などのポイントをマニュアルに記載。
機材の調達可能性はあらかじめ把握しておくべき。	空港管理者があらかじめ把握しやすいよう、応急復旧に使用する可能性が高い機材をマニュアルに記載。
空港が日常的に行っている点検・補修との違いを明確に。	例えば、FWD調査・評価については「空港舗装補修要領」に記載されているが、地震時における調査位置や載荷重の選択等は異なるため、誤解のないように記載した。 【通常時】 路面性状調査ユニット(ex:30×21m)内で1か所。 載荷荷重98kN以上のFWDを使用。 【地震時】 変形近傍で細かく(数m程度)。 載荷荷重49kNのFWDでもよい(調達第一)。
「誰が点検するか」という観点でFWD等による現実的なマニュアルを。	その空港の年間の維持管理を請負う会社(舗装会社であることが多い)をイメージし、FWDの調査条件、留意点を明確に記載した。
マニュアル作成後、管理者への研修なども効果的では。	毎年実施する、地方自治体の管理者も参加する研修・会議において解説することで普及を図る。

13



7. まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法(施策への反映・効果等)	目標の達成度
地震時の空港舗装の被害の点検・復旧方法の判断基準の確立	点検方法と判定基準の検討	空港を迅速に再開することを主眼とした具体的な点検方法・復旧方法等を整理し、マニュアルを作成した。	航空局「空港舗装維持管理マニュアル」に反映する。	◎
	復旧方法と選択基準の検討	【目標以外の成果】 本研究成果で考案した、FWDの「たわみ時間差」は、他の用途にも使用できる可能性を確認している(次頁)。		◎
	地震時の点検・復旧マニュアルの作成			◎

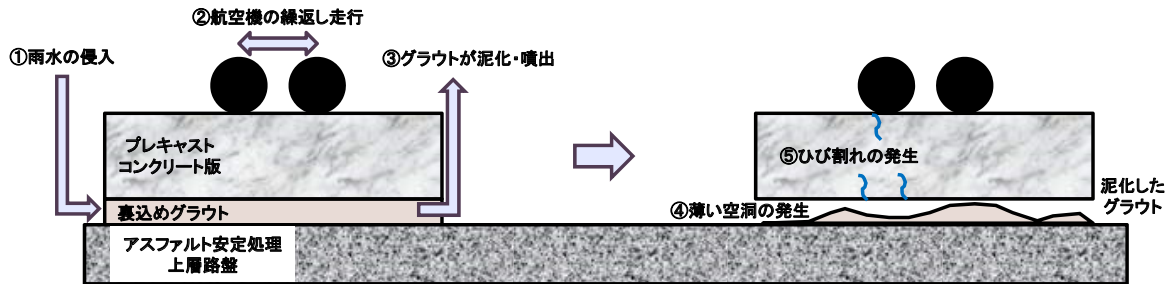
<目標の達成度> ◎:目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。 ○:目標を達成できた。
△:あまり目標を達成できなかった。 ×:ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

空港管理者が地震後の空港舗装を迅速に点検・復旧するための判断基準を確立することにより、地震後の空港供用再開を迅速化し、いち早く空港が緊急輸送の拠点として機能することに資する。

14

- 空港で用いられているプレキャストコンクリート舗装を施工する場合、プレキャスト版と路盤との不陸を埋めるため、プレキャスト版を敷設後、版下面に裏込めセメントグラウトを充填している。
- 年月の経過とともに裏込めセメントグラウトが割れ、舗装内に侵入した雨水と混じることにより泥化・噴出し、プレキャスト版下面に「薄い空洞」が発生する場合がある。
- 本研究で考案したFWDの「たわみ時間差」は、このような「薄い空洞」発生個所の検出にも使用できる可能性を、実際の空港舗装におけるトライアルで確認している。



PPC版の破損