

床版上舗装構造における管路横断部の検討（その2） 実験結果と考察

(株)大林組 正会員 古屋 弘 清水建設(株) 正会員 本島 禎二
国土交通省 東京空港整備事務所 正会員 野口 孝俊
国土交通省 関東地方整備局 正会員 志茂 香

1. まえがき

前報¹⁾に引き続き本報では羽田空港D滑走路の床版上舗装部の管路横断部の実験結果と、実験に先立って実施したFEM解析と実験結果の対比、およびその考察に関して報告する。

2. 繰返し載荷試験の概要

管路上舗装の影響を検討する実験では、前報で述べたとおり舗装内に管路を配置した単純梁形式の供試体（長 400mm × 奥 150mm × 厚 130mm，スパン長 320mm）を作成し，10 の環境で最大接地圧（B-777 輪荷重）の 1.5 倍の応力（2.25MPa）で 10Hz の繰返し載荷を実施した。試験および解析の概要を図-1 に示す。今回の実験では、床版上に管路が配置された部分の疲労クラックの再現を目的としていたが、実験の事前シミュレーション解析を行うことにより、併せて解析の妥当性の検討も行うこととした。

3. 試験結果

実験は予備実験を経て本実験 3 ケースを実施した（試験 No. は A-1, A-2, A-3）。各実験の結果を表-1 にまとめる。

3 ケースの実験のうち A-1 と A-3 は同様の挙動を示し，A-1 では載荷回数 179 万回にて変位の急増が見られ，図-2 における の部分（密粒アスコン）に疲労破壊と思われるクラックが生じた。その後の順序でクラックが伝搬し，185 万 6 千回で試験を終了した。クラックの発生状況は表-2 に，供試体下面位置の載荷回数と変位量の関係を図-3 に示す。また，A-3 では載荷回数 223 万回にて変位の急増が見られ，A-1 と同じ位置（ の部分：密粒アスコン）から疲労破壊と思われるクラックが生じ，その後， の方向へクラックが伝搬した。

一方，A-2 ではクラックの発生形態が異なり，載荷板付近の頂部からクラックが発生し図-2 に示す から の方向へ進行した。その後 の位置にもクラックが発生したが，その位置は A-1, A-3 とほぼ同じ付近であった。この発生原因は疲労破壊ではなく，表層部にあった骨材と載荷板の接触によるせん断破壊であると推定した。

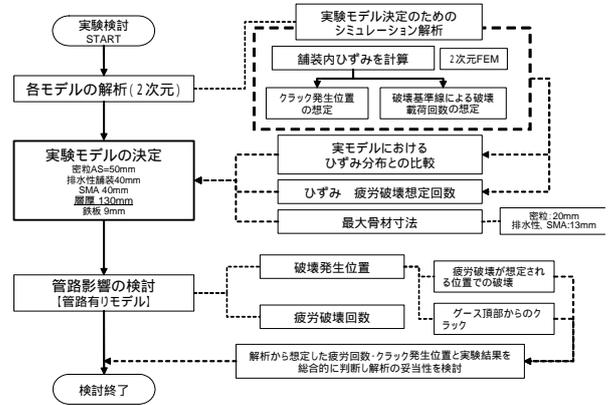


図-1 試験及び解析の概要

表-1 実験結果

	破壊回数(万回)	初期変位(mm)	備考
A-1	179	0.0798	
A-2	288	0.0760	破壊モードが異なる
A-3	223	0.0805	

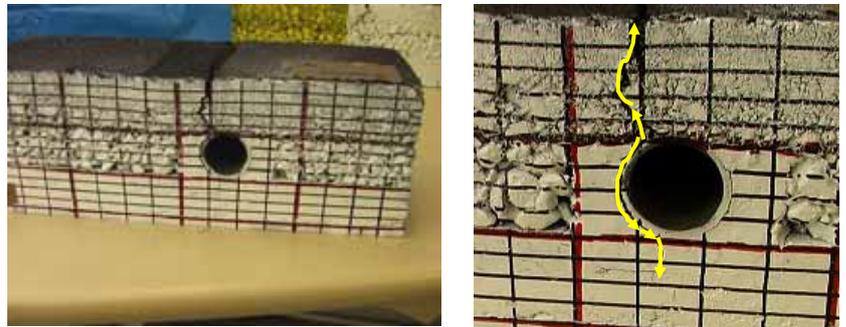


図-2 実験でのクラック発生状況 (A-1)

表-2 試験結果(A-1)

クラック No.	載荷回数(回)
	1,790,000
	1,800,000
	1,800,000 ~ 1,836,000
	1,836,000

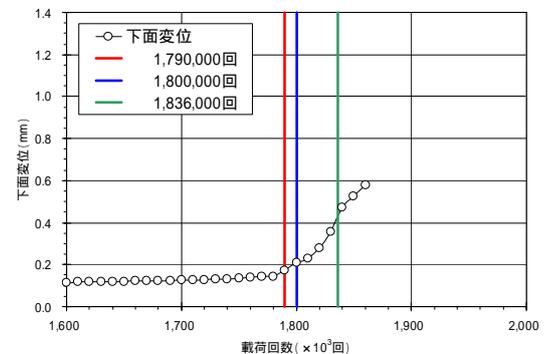


図-3 載荷回数と変位量 (A-1)

キーワード 舗装設計，空港舗装，疲労破壊，室内試験，解析，シミュレーション

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL 03-5769-1322

4 . FEM による実験シミュレーション

管路上の舗装内に発生する疲労クラックの再現実験に伴い、図-1 に示す手順で FEM による実験シミュレーションを事前に実施した(図-4,表-3 参照).

(1) 変位

FEM 解析結果と繰り返し载荷試験の初期変位(载荷1波目)の比較を図-5 に示す. 図中には予備試験の位置づけで行った20 管路無しの実測値もあわせて記すが,それぞれ解析値と実測値はよい一致をしているといえる. このことから, FEM 解析結果は舗装の状況をシミュレートできていると考えられ,舗装内のひずみ等に関して解析結果から推定が出来るものと考えた. また,10 の解析値において管路有り と管路無しを比較すると,管路無しのほうが载荷位置において10%程度変位が小さいため,試験モデルの剛性は管路による断面欠損がない管路無しのほうが大きいことが確認できた.

(2) クラック発生位置

図-6 に FEM 解析による舗装内発生ひずみと疲労破壊の予測を示すが,密粒アスコン層のクラック予想線と実測値はほぼ一致し, FEM 解析は疲労破壊を予測することが出来たと言える. 特に密粒アスコンの疲労破壊について,クラック発生位置および破壊回数は図-7 に示すように解析結果とほぼ一致し,解析と実験の整合性が確認できた.

5 . まとめ

今回の実験および解析にて以下の知見を得た.

- 1) 実験では管路頂部からクラックが表層部(密粒アスコン)に向けて進行した.
- 2) 実験と FEM 解析の供試体変位量を比較した結果良好一致を示し,解析モデルおよび手法の妥当性が確認された.
- 3) 疲労破壊におけるひずみ解析結果より,事前に幾つかの破壊パターンを想定したのに対して,密粒部の疲労クラック位置を解析により証明でき,密粒アスコンにおける疲労破壊を破壊基準線から推定することが出来た. この結果から解析の妥当性を証明することが出来た.
- 4) 実験のうち1 ケースは载荷板端部の表層からクラックが入った. これは浮遊する骨材によるせん断破壊であると考えられた. 実際の舗装では表層の密粒が実験モデルより70mm 厚いので,このような現象は起こりにくいものとする.

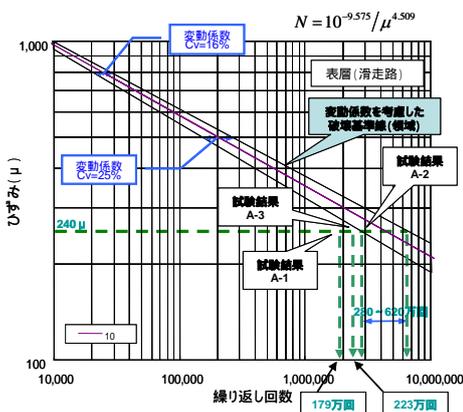


図-7 解析結果

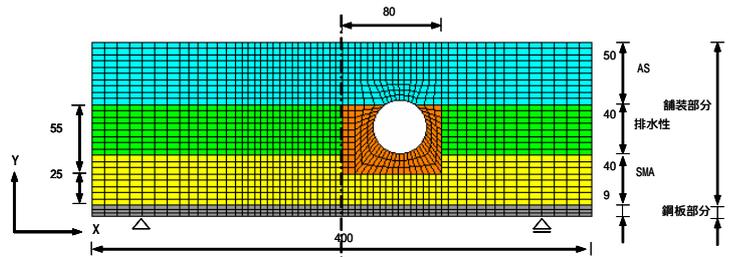


図-4 解析モデル

表-3 材料物性値(10)

材 料	単位体積重量 (kN/m ³)	弾性係数 (kN/m ²)	ポアソン比	せん断バネ係数 (kN/m ²)	
舗装	密粒As	22.5	1.3 × 10 ⁷	0.35	1.50 × 10 ⁶
	排水性As		6.5 × 10 ⁶		
	SMA		7.0 × 10 ⁶		
鋼 板	77.0	2.0 × 10 ⁸	0.30	-	
グ ー ス	22.5	5.0 × 10 ⁶	0.35	0.555 × 10 ⁶	
管 路	77.0	2.0 × 10 ⁸	0.30	-	

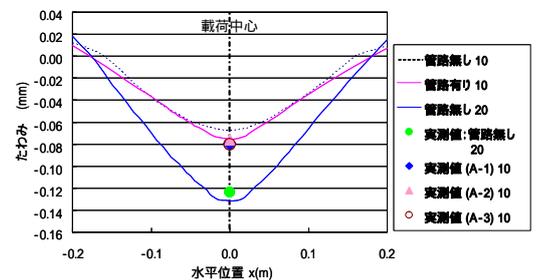


図-5 解析と実測の変位比較

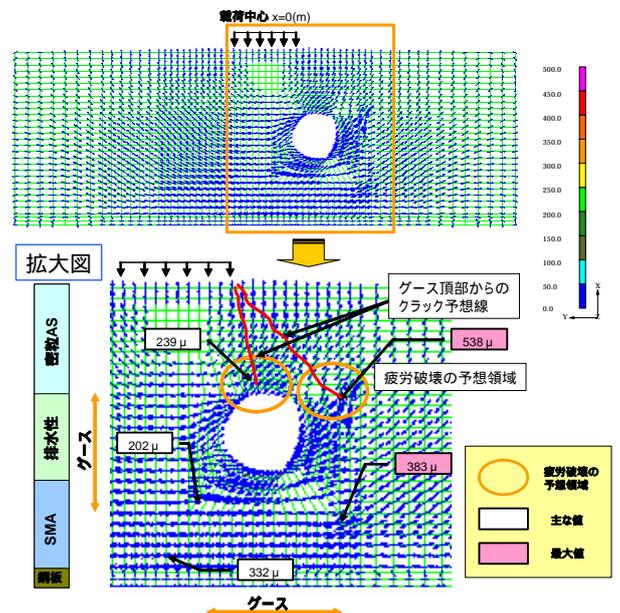


図-6 解析結果(発生ひずみとクラックの予測位置)

なお,本報告は東京国際空港D滑走路建設工事の設計業務の一環として実施した成果の一部である.

参考文献

- 1) 本島 他: 床版上舗装構造における管路横断部の検討(その1) 舗装構造と実験概要,土木学会第62回年次講演会論文集(投稿中)
- 2) 空港舗装構造設計要領:(財)港湾空港建設技術サービスセンター,平成11年4月
- 3) 舗装設計便覧 平成18年版:(社)日本道路協会,2006年2月