

トップダウンクラックが舗装の表面たわみに与える影響に関する解析的検討

鹿島道路（株）技術部 正会員 ○木内 彬喬
鹿島道路（株）技術研究所 正会員 岩永 真和
日本大学 生産工学部 土木工学科 正会員 加納 陽輔

1. はじめに

車両の交通荷重によってアスファルト（以下、As とする）舗装に生じる疲労ひび割れは、舗装底部から表面に進行するボトムアップクラックや表面から底部へ進行するトップダウンクラックが挙げられる。これら内在する損傷に対する現行の調査技術は、開削調査やコア採取などの破壊検査が主流であり、舗装維持管理の観点から非破壊での検査が望まれている。また、非破壊での構造評価技術として FWD（Falling Weight Deflectometer）を用いたたわみによる評価手法が確立されている。しかしながら、ひび割れ発生箇所における測定データの蓄積はなされているものの、ひび割れの影響を定量的に評価する手法は確立されていない。

本研究では、非破壊検査によるひび割れ深さの推定手法確立を目的として、トップダウンクラックに着目し、モデル化した As 舗装に対して、ひび割れ深さ、载荷条件および As 混合物層厚さの違いが表面たわみに与える影響について、有限要素法による解析を実施した。

2. 解析概要

2.1 断面条件

本解析における対象断面を図-1 に示す。本断面は設計 CBR=6、N3 ～N6 交通の条件における断面とし、As 混合物層の厚さを 50mm～200mm（同図断面 1～4）とした。なお、各断面に適用した材料定数は表-1 に示す通りである。また、各断面におけるひび割れ深さを表-2 に示す。本検討の対象とする損傷形態はトップダウンクラックとし、各断面における As 混合物層の厚さに対して、ひび割れ深さの

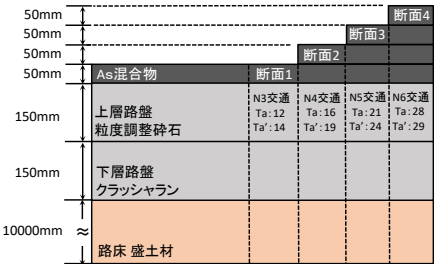


図-1 解析対象断面

表-1 材料定数

断面構成	材料	厚さ (mm)	弾性係数 (Mpa)	ポアソン比
表層	As混合物	図-1に示す各断面	5,000	0.35
基層	As混合物		5,000	0.35
上層路盤	粒度調整碎石	150	600	0.35
下層路盤	クラッシャーラン	150	200	0.35
路床	盛土材	10,000	60	0.40

表-2 各断面におけるひび割れ深さ

名称	As混層厚さ (mm)	ひび割れ深さ割合 (%)				
		0	30	50	80	100
断面1	50	0	15	25	40	50
断面2	100	0	30	50	80	100
断面3	150	0	45	75	120	150
断面4	200	0	60	100	160	200

表-3 载荷条件

载荷条件	载荷荷重 (kN)	载荷版直径 (mm)	応力 (N/mm ²)	想定機材
A	15	100	1.91	小型FWD
B	15	300	0.21	小型FWD
C	49	300	0.69	FWD

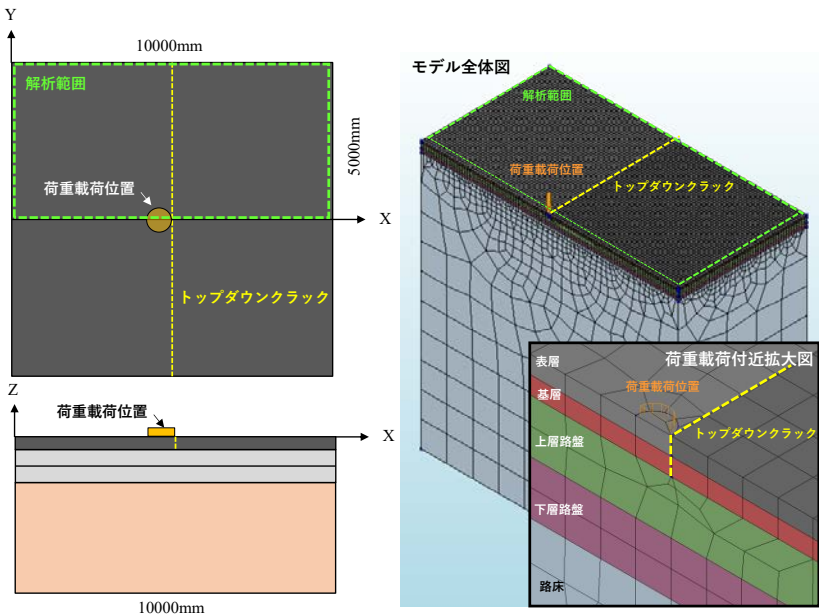


図-2 载荷位置および解析モデル

キーワード アスファルト舗装, トップダウンクラック, 有限要素法, 表面たわみ, 非破壊検査
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路（株）技術研究所 TEL 042-483-0541

割合をそれぞれ 0%, 30%, 50%, 80%, 100%とした。解析モデルにおけるひび割れ幅は、カッタ等で模擬できる最小幅 3mm として As 混合物の付着が完全に切れた状態とした。

2.2 载荷条件

本解析における载荷条件は小型 FWD, FWD を対象として载荷面端部がひび割れに接触する位置とした。ここで、载荷条件を表-3, 载荷位置および解析モデルを図-2 に示す。なお、図-2 に示す x 軸に対して発生するたわみは線対称であることから、解析範囲は 1/2 とした。また、解析には DIANA FEA 社製の有限要素法による汎用構造解析ソフト「DIANA(10.4)」を使用し、そのモデル一例を図-2 に併記した。

3. 解析結果

3.1 表面たわみにおける解析結果一例

断面 1, 载荷条件 A, ひび割れ深さ割合 100%における表面たわみ解析結果一例（コンター図）を図-3 に示す。同図拡大図より、トップダウンクラックを介してたわみの挙動に顕著な違い（青色部）が確認できる。

3.2 ひび割れ深さとたわみ差の関係

着目する表面たわみは図-4 に示すように、荷重载荷側と非载荷側におけるひび割れ端部の表面たわみとし、その差をたわみ差（以下、 D_d とする）と定義した。

ひび割れ深さとたわみ差の関係を図-5 に示す。表-2 に示す、ひび割れ深さ割合が 0%~80%の断面に A, C の条件にて载荷した場合、 D_d は 2~60 μm と特定のたわみ差帯に分布していることが確認できる。一方、ひび割れ深さ割合が 100%では、 D_d が 55~90 μm とひび割れが As 混合物層を貫通することで突出したたわみ差を示している。载荷条件 B についても類似した傾向を示しているが、作用する応力が条件 A, C と比して小さいため、ひび割れ深さ割合が 0%~80%では D_d が 1~15 μm , 100%では 18~28 μm と得られたたわみ差は小さくなった。よって、劣化した実舗装では、たわみ差を補足できない可能性があると推察される。また、As 混合物層の厚さが既知である場合、特定の D_d に対してひび割れ深さの推定が可能である。よって、非破壊検査において実舗装におけるひび割れを介した D_d を取得した場合には、施工時の設計厚さとの関係から、As 混合物層に発生したひび割れ深さを推定できる可能性が示唆された。

4. まとめ

- 1) たわみ差は As 混合物層の厚さや作用する応力によらず特定のたわみ差帯に分布した。
- 2) 舗装に作用させる接地圧を 0.69N/mm² 以上とすることで、ひび割れ深さの推定に十分なたわみ差の取得が可能である。

5. 今後の展望

様々な材料定数、ひび割れ幅、断面条件での解析を行い、明確なひび割れ深さの推定式の確立を目指す。また、実舗装における非破壊検査より得られた表面たわみと本解析で得られた特定のたわみ差帯との整合性について確認する予定である。

参考文献

- 1) (公社)土木学会舗装工学委員会：非破壊による舗装のたわみ測定と構造評価, 平成 27 年 11 月 27 日発行。

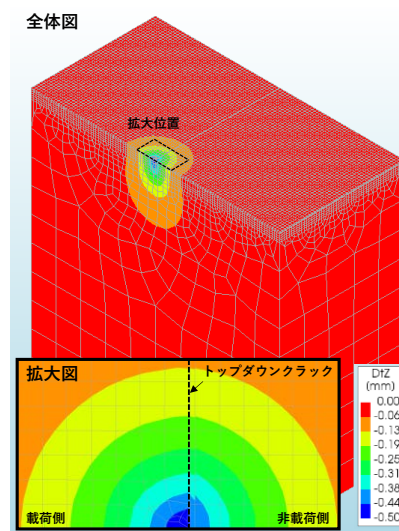


図-3 解析結果一例

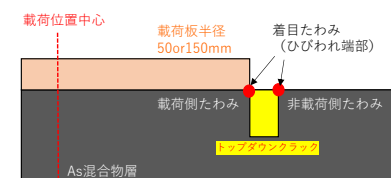


図-4 着目する表面たわみ

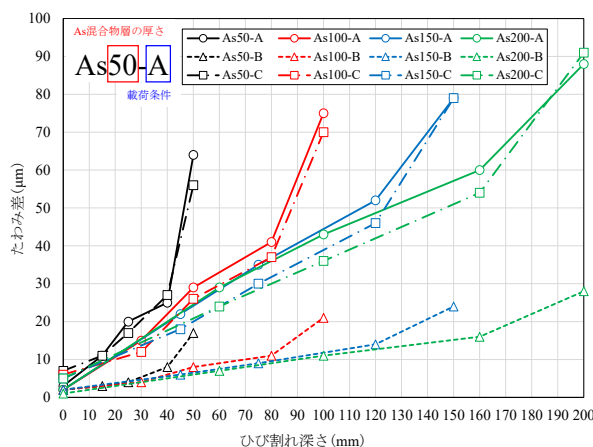


図-5 ひび割れ深さとたわみ差の関係