

アスファルト舗装下の空洞が FWDのたわみに及ぼす影響

国土技術政策総合研究所 空港研究部 河村 直哉
坪川 将丈

背景

- 地震が発生し、空港の基礎地盤が液状化した場合、舗装に空洞が生じているおそれがある
- その場合、施設の供用を再開する前に、舗装の支持力の評価に加えて、空洞有無の確認をしたい



	舗装支持力	空洞有無
FWD	○	?
地中レーダ	×	○

- 地震直後は、FWDと地中レーダの両方を準備することは難しい
- FWDで空洞有無も確認できないか？

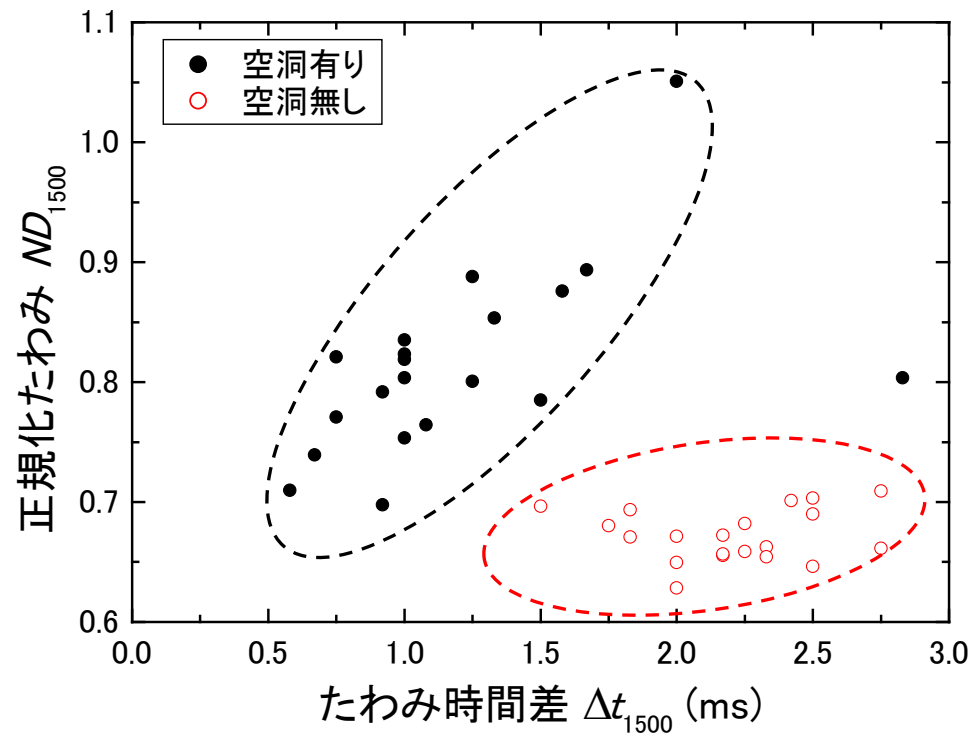


背景 (FWDによる空洞検出方法)

コンクリート舗装の空洞検出方法として、
FWDで得られる

“正規化たわみ”と“たわみ時間差”を用いる方法を提案

被災した
仙台空港の
コンクリート舗装
での評価例





目的

正規化たわみとたわみ時間差が
アスファルト舗装の空洞検出にも適用できるか？

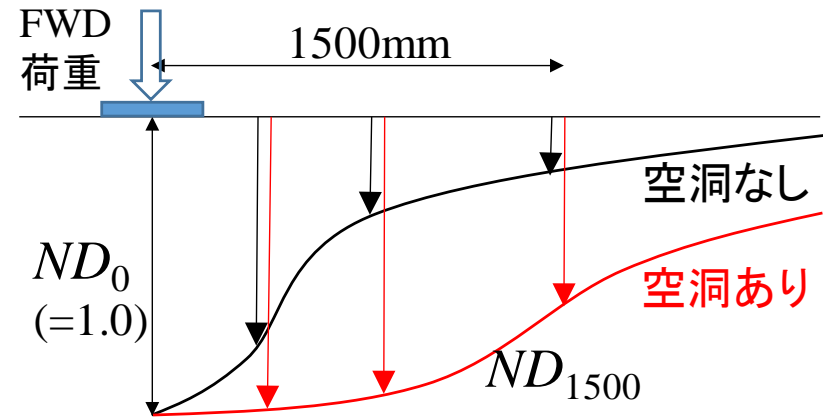
→ 人為的に空洞を設けたアスファルト試験舗装
を製作し、FWD調査を行った

2指標の定義

① 正規化たわみ ND_x

$$= D_x / D_0$$

D_x : 載荷板中心から距離 x の最大たわみ
 D_0 : 載荷板中心の最大たわみ
 (D_x を D_0 で正規化)

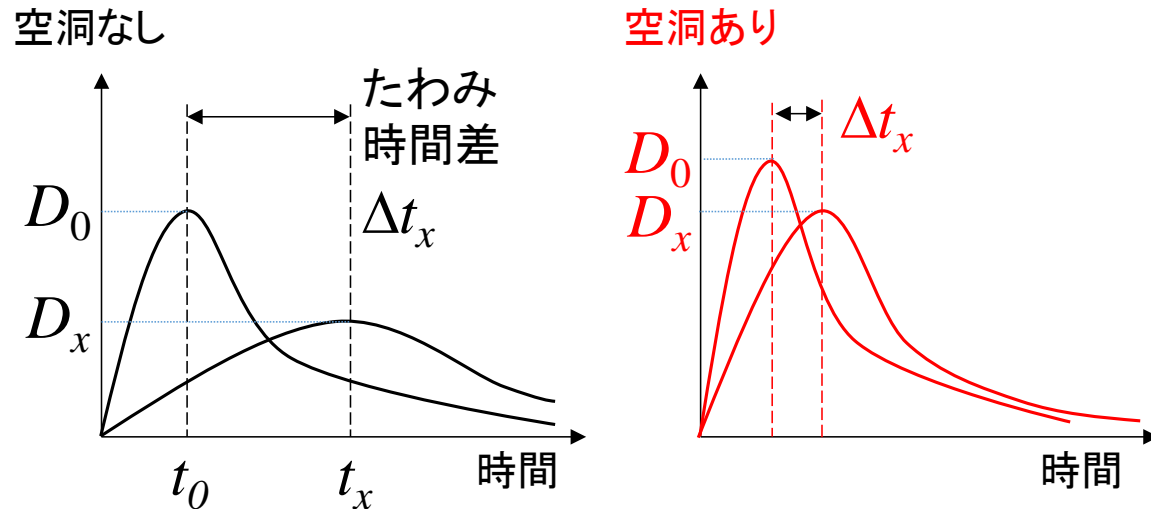


空洞があると大きくなる

② たわみ時間差 Δt_x

$$= t_x - t_0$$

t_x : D_x となる時間
 t_0 : D_0 となる時間



空洞があると小さくなる



目次

1. 背景、目的
2. 空洞を有するアスファルト試験舗装の概要
3. FWD調査
 - 3-1. 空洞の存在が
FWDのたわみに及ぼす影響
 - 3-2. 空洞の位置に対する載荷地点の位置が
FWDのたわみに及ぼす影響
4. まとめ

製作した試験舗装

屋内試験場で舗装構築

・舗装厚

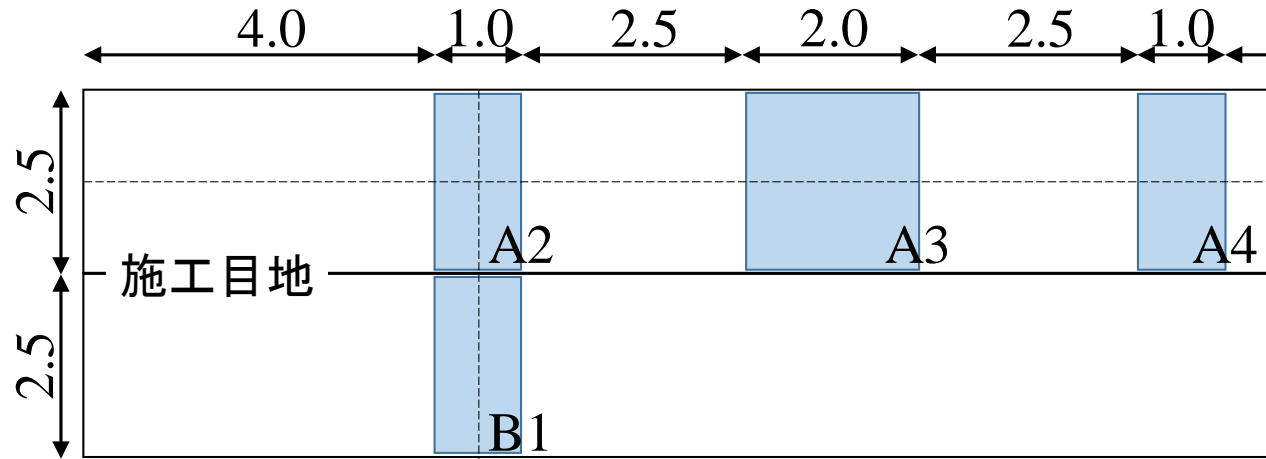
アスコン層: 31cm
 (表基層・上層路盤)
 粒状下層路盤: 64cm

・空洞諸元

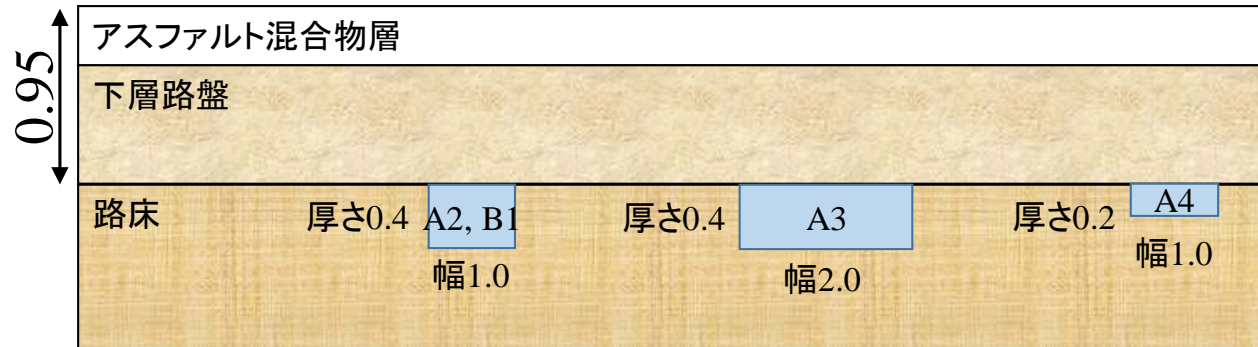
全て路床上部

【平面図】

単位: m : 空洞



【断面図】



	空洞幅	空洞厚
A2, B1	1.0m	0.4m
A3	2.0m	0.4m
A4	1.0m	0.2m



空洞の製作方法



ゴムバッグ

手順

- ・路床施工後に一部掘削し、水の入ったゴムバッグを設置
- ・路盤、表基層を施工
- ・バッグから立ち上げた塩ビ管から鉄筋を刺し破裂
- ・水が抜けて空洞の完成



目次

1. 背景、目的
2. 空洞を有するアスファルト試験舗装の概要
3. FWD調査
 - 3-1. 空洞の存在が
FWDのたわみに及ぼす影響
 - 3-2. 空洞の位置に対する載荷地点の位置が
FWDのたわみに及ぼす影響
4. まとめ



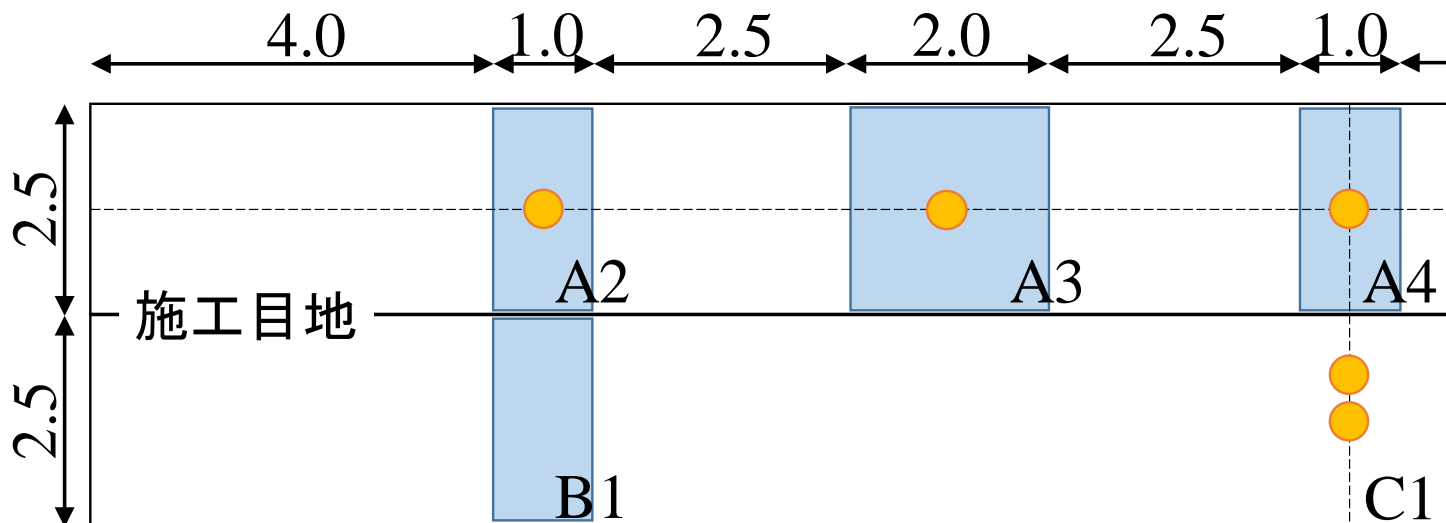
FWD調査(空洞の存在の影響)

- ・調査位置: **A2、A3、A4、C1**(空洞なし)
- ・载荷条件: 196kN、 ϕ 450mm
- ・たわみ計測位置:
 载荷板中心, 300, 450, 600, 900, 1500, 2500mm
- ・評価指標:
 最大たわみ、正規化たわみ、たわみ時間差

	A2, A3, A4	C1
調査 1回目	走行試験 未実施	走行試験 未実施
調査 2回目		200回 走行後
調査 3回目		500回 走行後
調査 4回目		1500回 走行後
調査 5回目		2500回 走行後

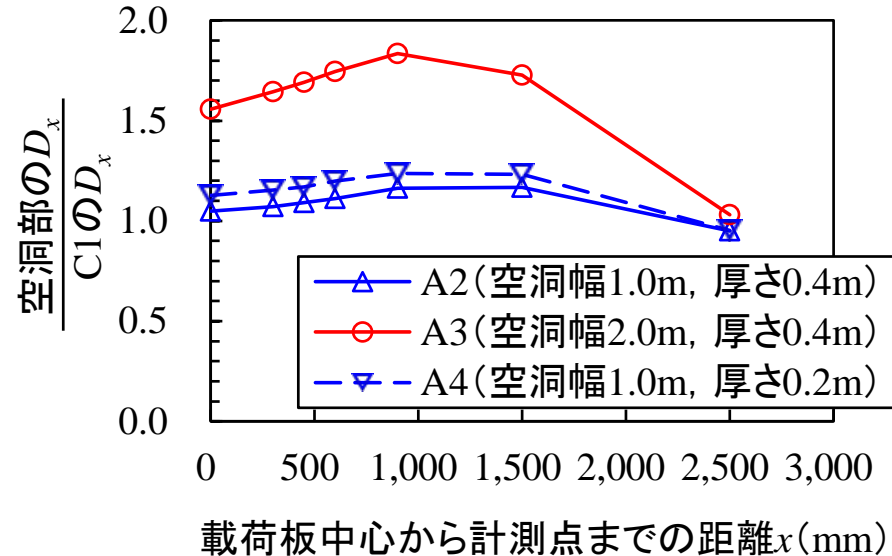
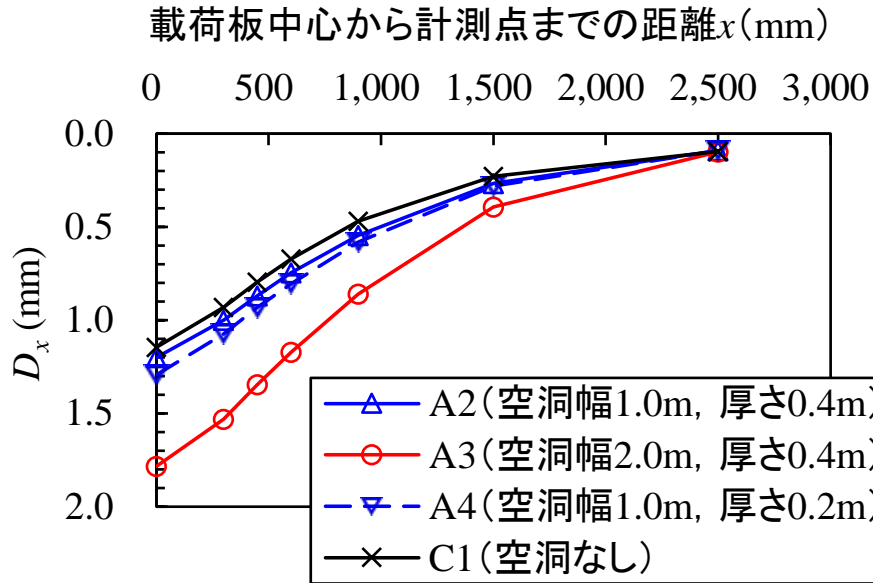
【平面図】  : 空洞  : FWDの载荷地点

単位: m





最大たわみに関する結果

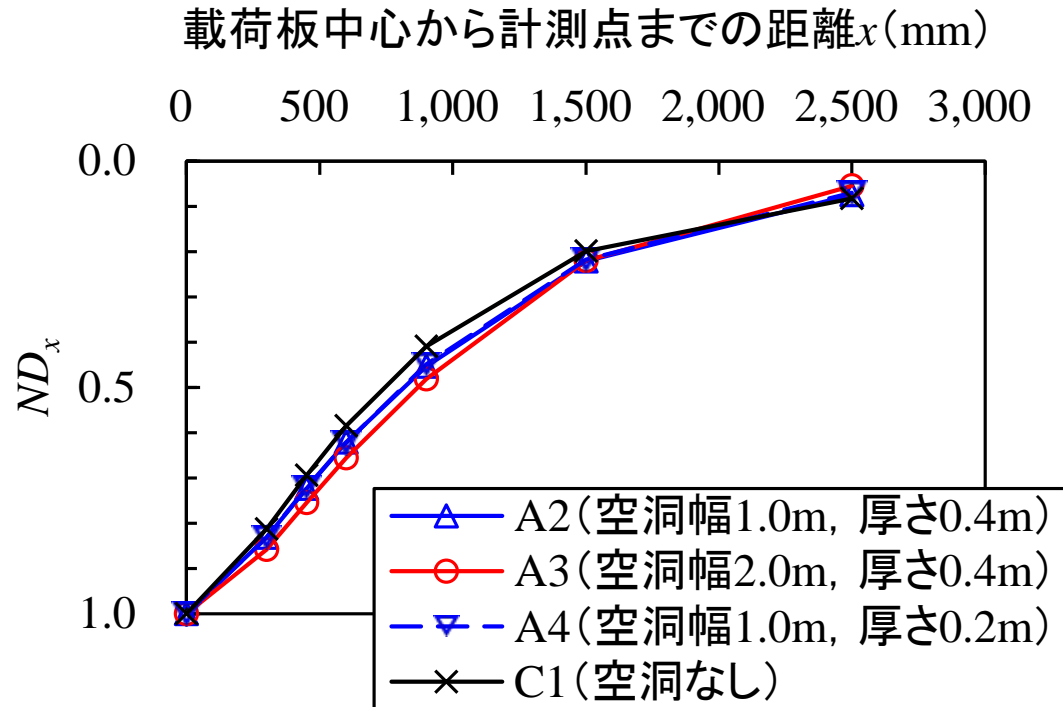


- ・ 空洞あり(A2、A3、A4)での D_x は、空洞なし(C1)より大きい

- ・ 特に D_{900} 、 D_{1500} が比較的大きくなる傾向



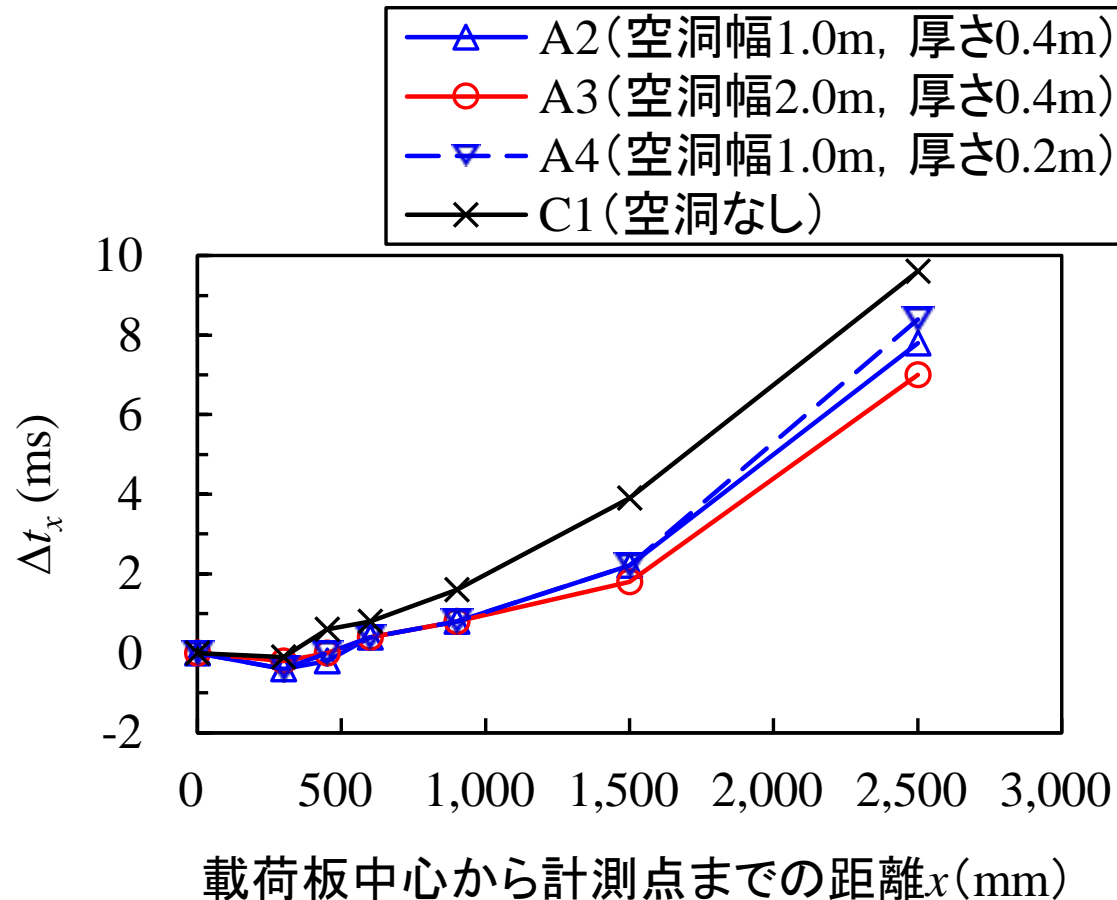
正規化たわみに関する結果



空洞ありでの ND_x は、空洞なしより少し大きい



たわみ時間差に関する結果

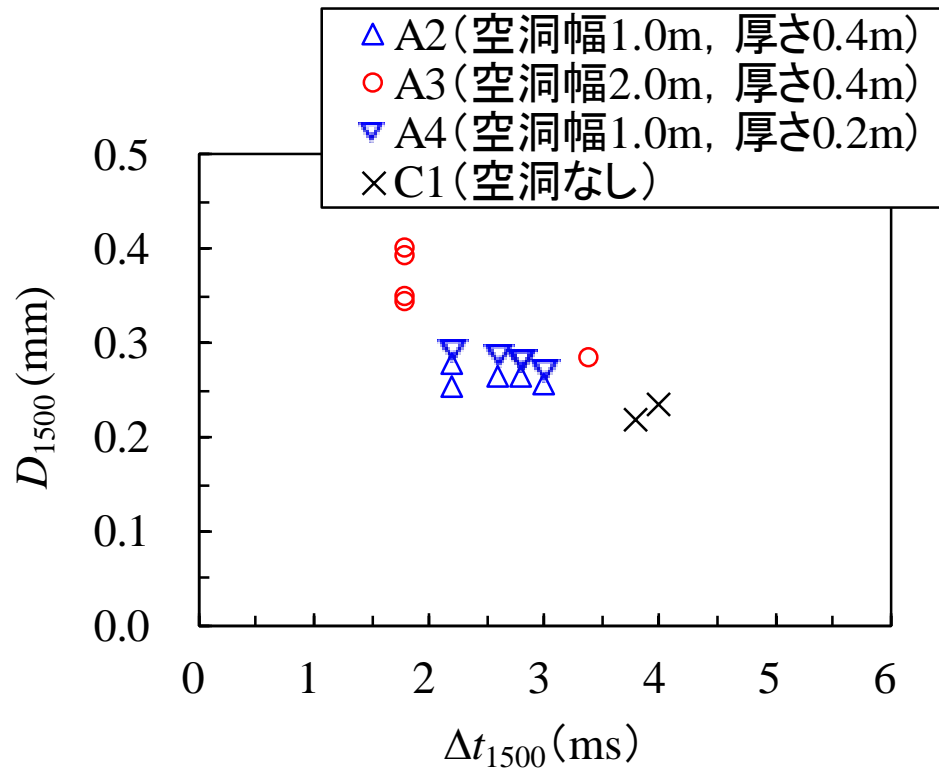


空洞ありでの Δt_x は、空洞なしより小さい



最大たわみとたわみ時間差の関係

D_{1500} と Δt_{1500} の関係



空洞の有無や空洞幅の違いが表れる



目次

1. 背景、目的
2. 空洞を有するアスファルト試験舗装の概要
3. FWD調査
 - 3-1. 空洞の存在が
FWDのたわみに及ぼす影響
 - 3-2. 空洞の位置に対する載荷地点の位置が
FWDのたわみに及ぼす影響
4. まとめ

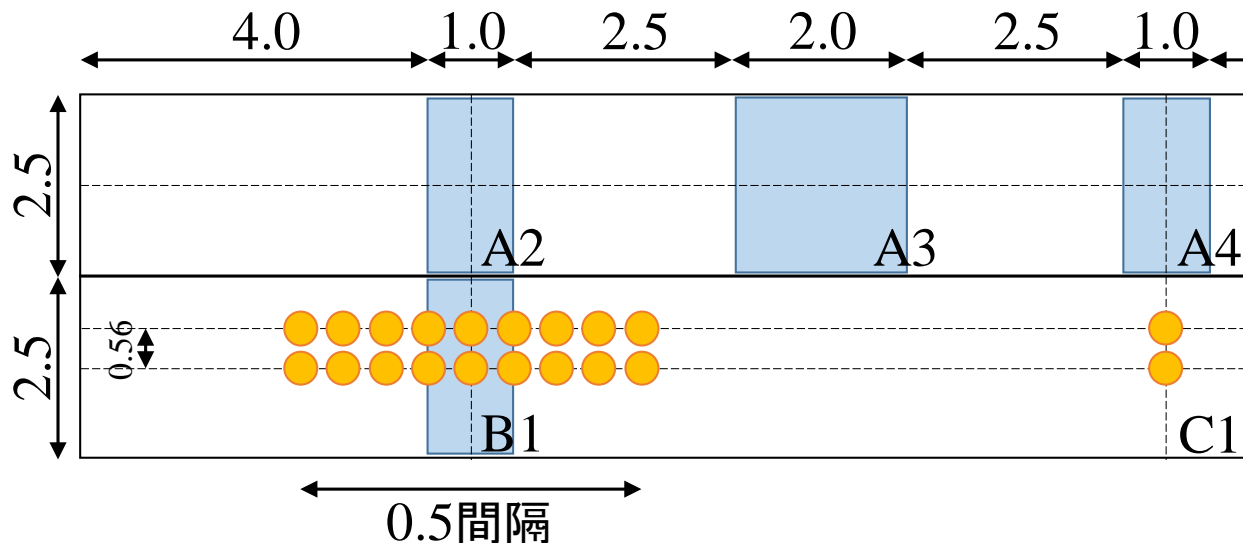
FWD調査(載荷点の位置の影響)

- 調査位置: B1付近、C1
- 載荷条件: 前述に同じ
- 評価指標: D_{1500} 、 Δt_{1500}

B1		C1	
調査 1回目	30回 走行後	調査 1回目	走行試験 未実施
調査 2回目		調査 2回目	200回 走行後
調査 3回目		調査 3回目	500回 走行後
調査 4回目		調査 4回目	1500回 走行後
		調査 5回目	2500回 走行後

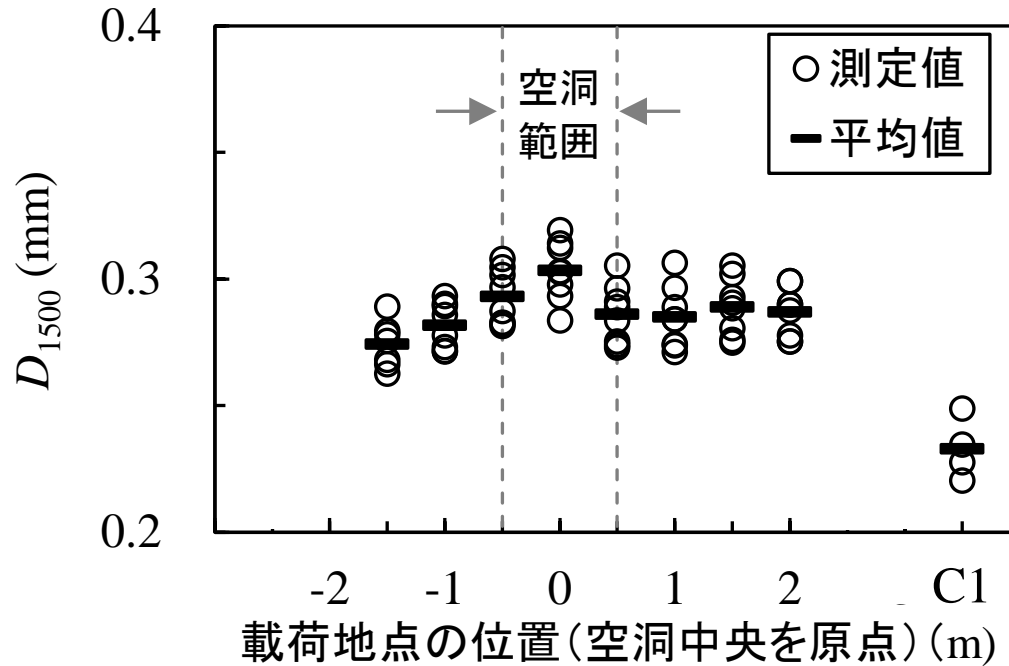
【平面図】 □ : 空洞 ● : FWDの載荷地点

単位:m





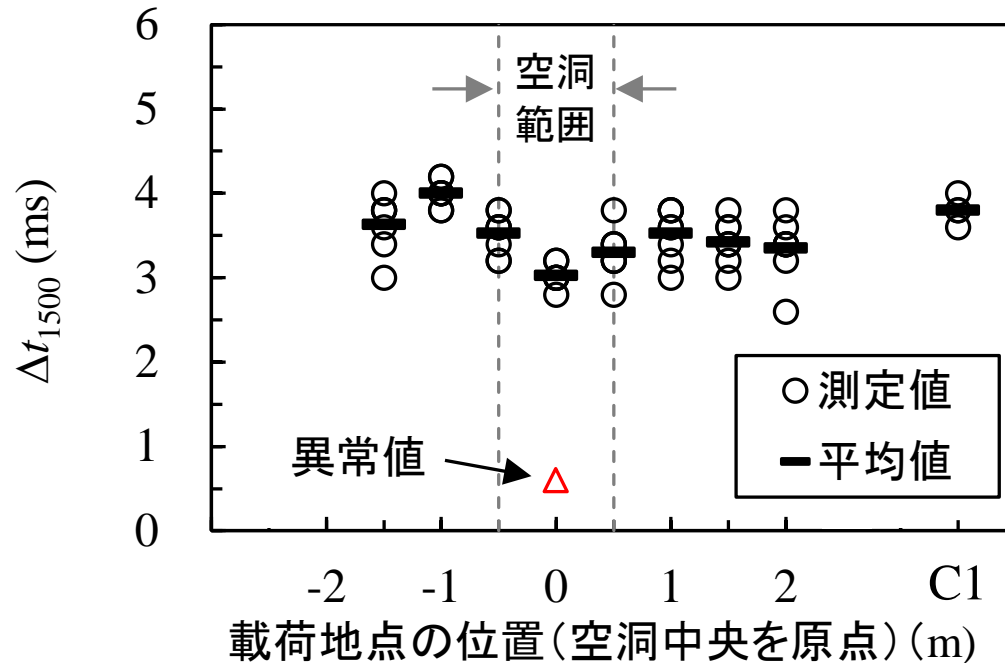
D_{1500} に関する結果



- ・空洞中央での D_{1500} が最大
- ・空洞の外側でも、C1よりも大きい値



Δt_{1500} に関する結果



- ・ 空洞中央での Δt_{1500} が最小
- ・ 空洞の外側に関しては、 D_{1500} の場合のように、C1との明確な違いは確認されず

まとめ

空洞の存在および空洞の位置に対する載荷地点の位置がFWDのたわみに及ぼす影響を調査した。得られた知見は以下のとおり。

- (1) 路床に空洞がある場合、最大たわみは大きく、たわみ時間差は小さくなることを示した。
特に、 D_{1500} と Δt_{1500} の関係に基づくと、空洞の有無や空洞幅の違いが表れる。
- (2) 載荷地点が空洞上の場合、特に、空洞中央の場合には、 D_{1500} は大きく Δt_{1500} は小さくなる。
また、 D_{1500} は、載荷地点が空洞周辺の場合でも大きくなる。