

空港エプロンPC舗装版の 補強構造に関する研究

空港研究部 空港施設研究室
坪川将丈, 水上純一, 江崎徹(現・九州地整), 小林雄二

(株)ピーエス三菱
吉松慎哉, 青山敏幸, 野中 聡

1

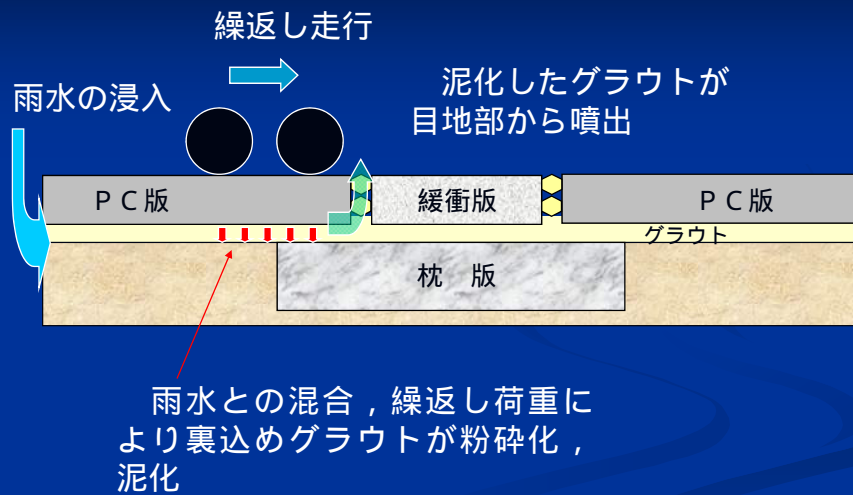
研究の背景・目的

東京国際空港西側旅客エプロン15番・16番スポットのPC舗装部において、雨水の混入、繰返し荷重の作用等により泥化したグラウト材のポンピング現象が発生(航空機翼程度の高さにまで達する)。

この課題解決に向け、共同研究「空港エプロンPC舗装版の補強構造に関する共同研究(H17, 18年度)」を実施。

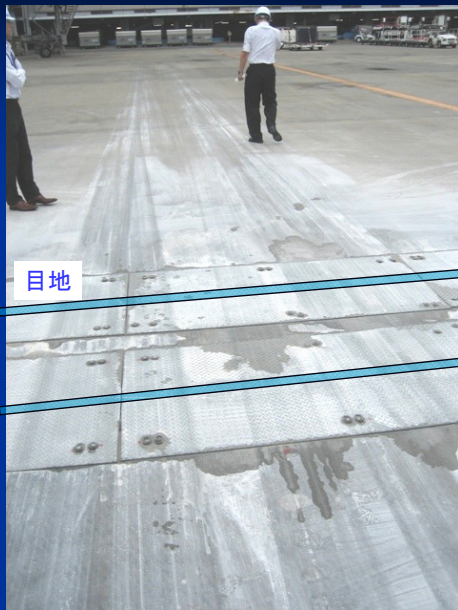
2

ポンピング現象のメカニズム



3

ポンピング現象の状況



第一ターミナル側

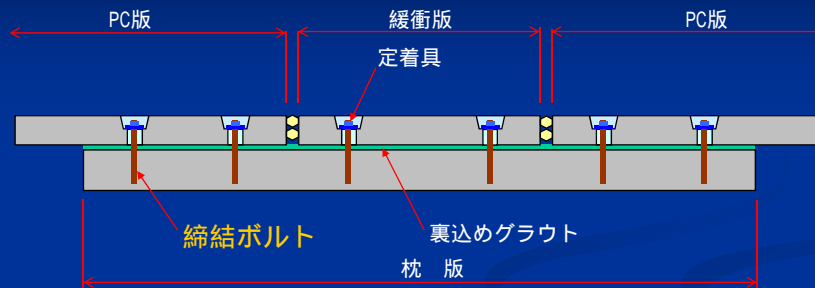
目地

応急処置として目地部に鉄板を敷いてあるが，泥化グラウトが噴出し，表面が白くなっている。

A滑走路側

4

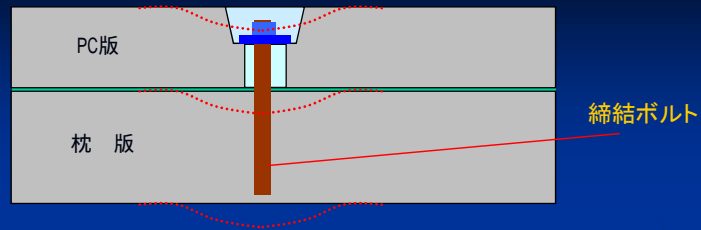
補強構造検討案(ボルト締結構造)



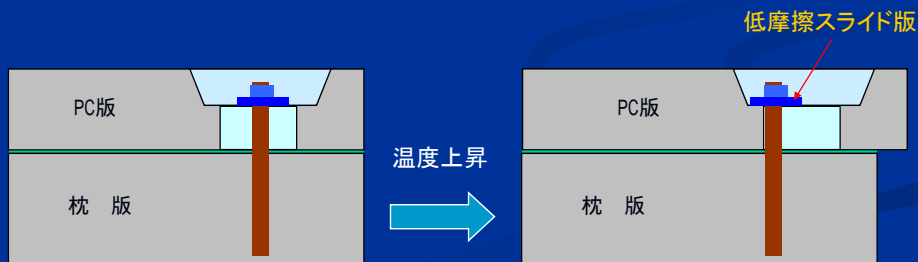
ボルト締結による「PC版—枕版」および「緩衝版—枕版」の固定
PC版、緩衝版と枕版をボルトにより締結し、
両版が一体で挙動することで、
繰返し走行によるグラウト粉砕化防止。

5

補強構造検討案(ボルト締結構造)



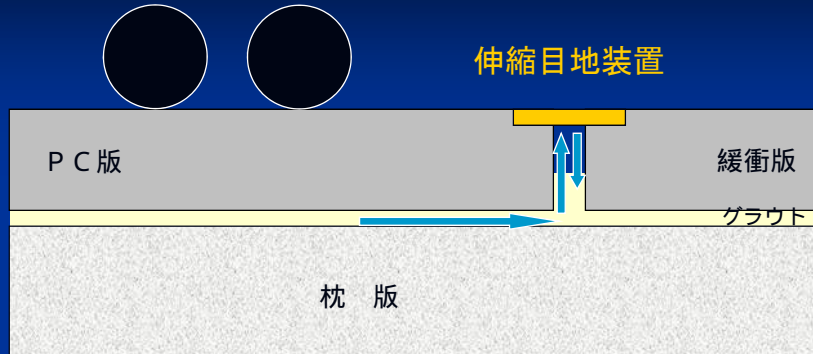
締結ボルトにより、PC版と枕版が一体となって挙動し、相対変位を低減



低摩擦スライド版の採用により、PC版の温度による伸縮に追随

6

補強構造検討案(伸縮目地装置)

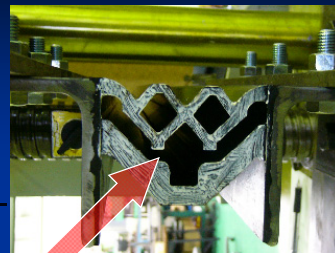
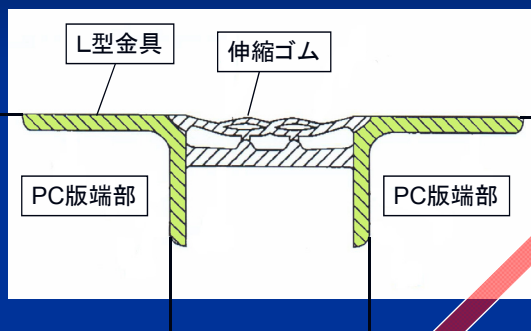


今までのゴムガスケットに代わり, 以下の特徴を有するものを開発

- ① 下方からの水・泥化グラウトの噴出を防止
- ② 航空機が載っても容易に外れない構造
- ③ PC版の大きな温度伸縮を吸収可能
- ④ 圧縮されても舗装表面に飛び出ない構造

7

補強構造検討案(伸縮目地装置)



標準状態



圧縮状態

二層構造としているため,
上方への突き出しを防止できる.

8

検討手法

ボルト締結構造に関する 室内試験

ボルト締結構造の基本的特性
について、室内試験を実施

伸縮目地装置に関する 室内試験

伸縮目地装置の基本的特性
について、室内試験で確認

航空機荷重装置による走行載荷試験

ボルト締結構造および伸縮目地装置の
効果に関する実証試験を実施

9

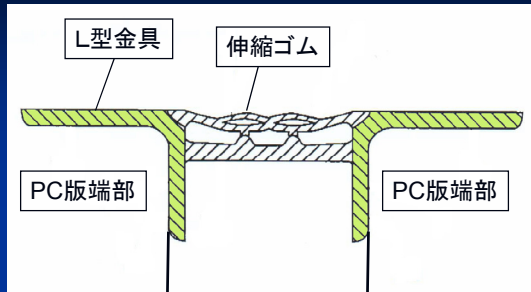
ボルト締結構造に関する室内試験まとめ

スライド試験、性的載荷試験、締結金具の取り付け試験を実施し、以下の結論を得た。

- (1) PC版の伸縮に対するボルトのスライド性
滑り面にテフロン加工を施した材料を使用することで問題なし。
ボルト径は締結力、せん断力、曲げ変形を考慮したボルト径を用いることで対応可能。
- (2) ボルトの締結力、配置間隔
PC版と緩衝版の一体化の効果が確認。
配置間隔が1.1mの場合は、ボルト締結力によらず効果あり。
ボルト間隔が広くなると、ボルト締結力により隙間が出る場合もある。
- (3) 締結金具の取り付け方法、ボルト締結力の管理方法
問題なく作業可能なことを確認。
ボルト締結力の減少に及ぼす下記要因を考慮した管理方法を考案。
 - ① 緩衝ゴム・アンカー樹脂の変形
 - ② トルクのばらつき
 - ③ PC版の温度伸縮による版の移動による影響
 - ④ 繰り返し航空機荷重が作用することによるPC版と路盤とのなじみによる影響

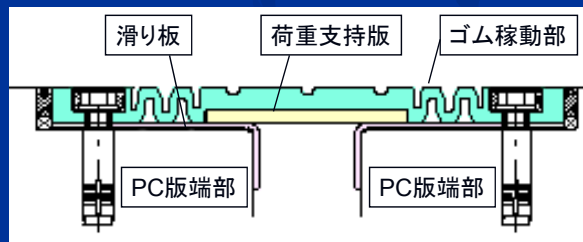
10

伸縮目地装置に関する室内試験まとめ



第1案目地構造

第2案目地構造



11

伸縮目地装置に関する室内試験まとめ

伸縮性能確認試験, 段差吸収性能確認試験, 荷重支持性能確認試験, 疲労試験を実施し, 下記の結論を得た.

第1案目地構造

- ・伸縮性能および段差吸収性能に優れている.
- ・疲労耐久性に優れている.
- ・施工性についていくつかの課題が見られたが, 対処可能である.

第2案目地構造

- ・伸縮性能, 段差吸収性能に難.
- ・荷重支持性能に優れている.
- ・取り付け作業工程が多岐にわたり, 施工性に難.

総合評価

第1案目地構造についてのみ, 試験結果を反映した改良品を用いて走行載荷試験を実施する.

12

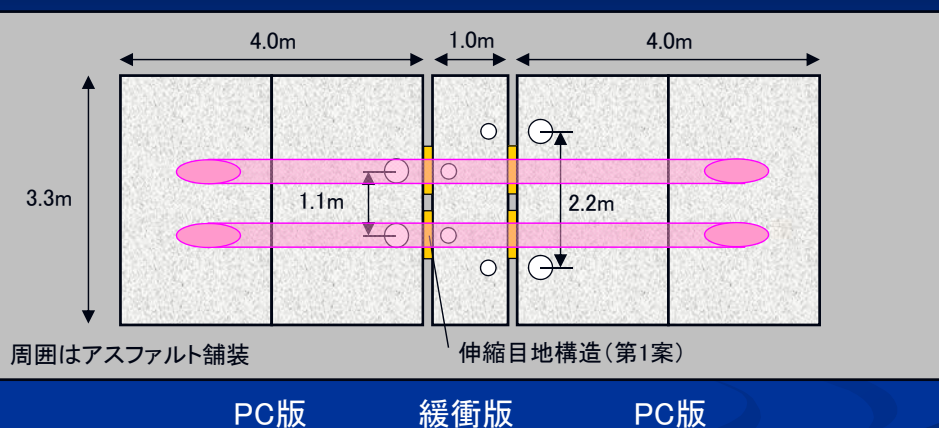
走行載荷試験

- 以下に着目し, 走行載荷試験を実施
 - 締結ボルトによるPC版一枕版間の相対変位低減効果
 - 締結ボルトの軸力保持性能
 - 締結ボルト間隔の影響
 - 伸縮目地構造の耐荷重性能
 - 伸縮目地構造の吹き上げ泥化グラウト遮断効果



13

試験舗装平面図



14

試験舗装断面図

18cm
19cm
4.0m
PC版
PC版
緩衝版
PC
伸縮目地構造
アスファルト安定処理
上層路盤
枕版
25cm厚
締結ボルト
3.2m

PC版と枕版の相対変位が大きくなるように、
 枕版の四隅をコンクリートブロックとゴム板(厚さ45mm)
 で支持し、枕版の下に隙間を設けた。

15

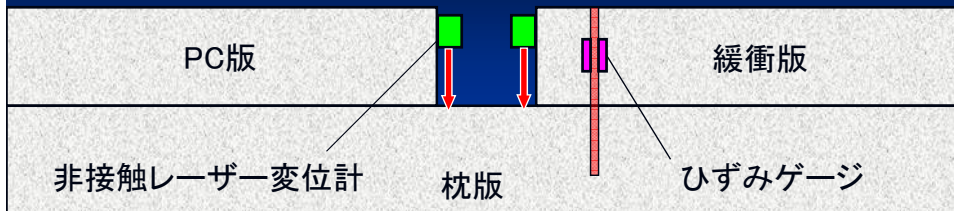
走行載荷試験条件

載荷荷重 910kN(B747-400主脚相当)
 走行速度 5km/h
 測定項目 PC版と枕版の相対変位
 緩衝版と枕版の相対変位
 ボルトの軸力
 走行条件 下表のとおり

	ボルト締結	地下水	走行回数
条件1	有	なし	3000
条件2	なし	なし	50
条件3	有	有	1000
条件4	なし	有	1000

16

測定方法



相対変位測定

PC版と緩衝版に取り付けた
 非接触レーザー変位計により
 走行載荷試験中のPC版と枕版の
 相対変位を測定

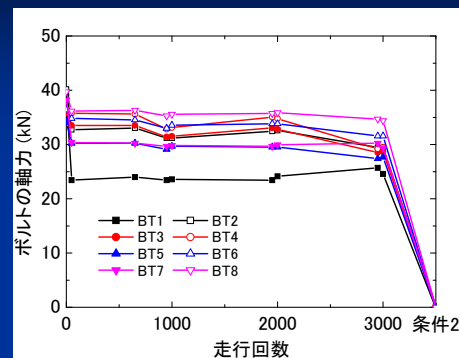
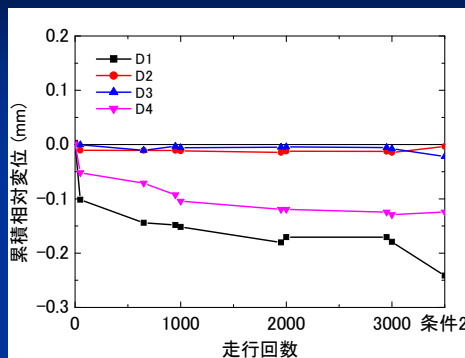
ボルト軸力測定

締結ボルトに貼り付けたひずみゲージ
 により走行載荷試験中のボルト軸力を測定



17

条件1(締結有, 水なし)と条件2(締結なし, 水なし)



PC版－枕版の累積相対変位(D1, D4)が増加

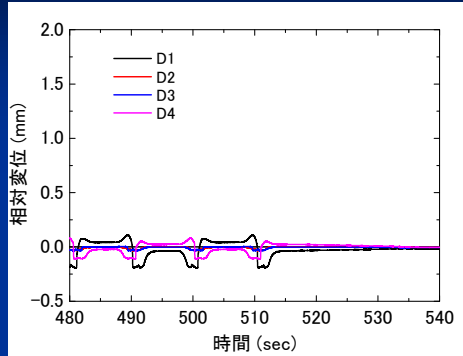
→試験舗装施工直後のため、荷重による路盤の圧縮が原因と考えられる。

ボルトの軸力が走行開始直後に低下

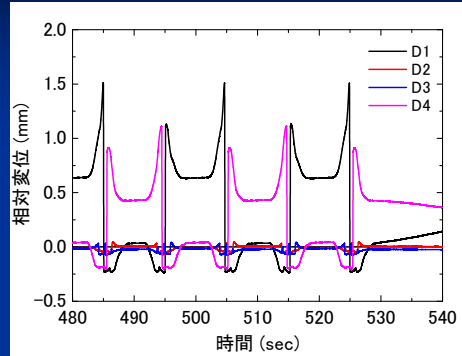
→上記の圧縮により、PC版と枕版が若干離れたと考えられるが、
 その後は軸力を保持している。

18

条件1(締結有, 水なし)と条件2(締結なし, 水なし)



締結有

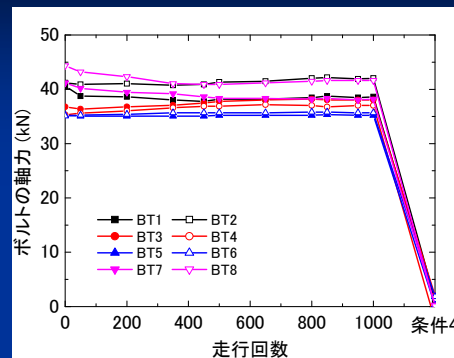
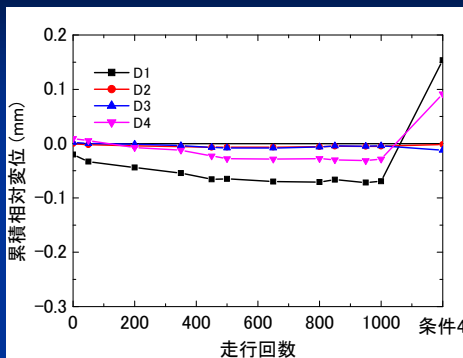


締結なし

締結ボルトが無い場合には, PC版一枕版の相対変位(D1, D4)が増大
 →ボルト締結による相対変位抑制効果を確認.

19

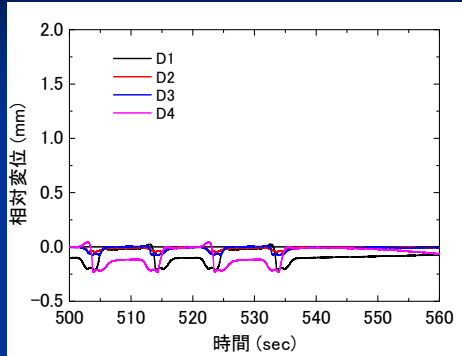
条件3(締結有, 水有)と条件4(締結なし, 水有)



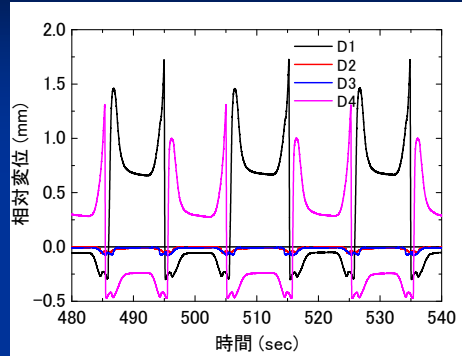
PC版一枕版および緩衝版一枕版の相対変位(D1, D4)は小さい
 →ボルト締結があれば, 水があっても相対変位を低減する効果がある.
 ボルトの軸力はほぼ一定である
 →水があってもボルトの軸力を保持している.

20

条件3(締結有, 水有)と条件4(締結なし, 水有)



締結有



締結なし

締結ボルトが無い場合には, PC版一枕版の相対変位(D1, D4)が増大
→条件2(締結なし, 水なし)の場合よりも相対変位が大きい
→グラウト粉砕化の可能性

21

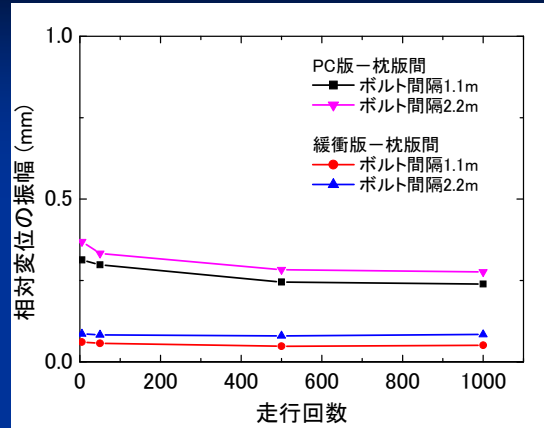
粉砕されたグラウト



条件4の走行試験終了後の
PC版と緩衝版の目地部を撮影

22

ボルト間隔の影響



ボルト間隔が1.1mでも2.2mでも、相対変位に及ぼす影響は小さい
→ボルト締結力として40kN程度を導入しておけば間隔は2.2mでも問題ない

23

まとめ

ボルト締結構造について

- ・PC版端部の相対変位量を低減でき、ポンピング現象も発生しない。
- ・ボルトの軸力はほぼ一定で保持されている。
- ・締結力として40kNを導入しておけば、ボルト間隔は2.2mでも問題ない。

伸縮目地構造について

- ・構造的破損は確認されなかった。
- ・目地構造が水の噴き上げを遮断する効果を確認した。

24