

# 空港PC舗装版目地部の構造 改良に関する検討

野中聡<sup>1</sup>・吉松慎哉<sup>2</sup>・青山敏幸<sup>3</sup>・水上純一<sup>4</sup>・坪川将丈<sup>5</sup>

<sup>1</sup>正会員 工修 株式会社ピーエス三菱 技術本部 開発技術部 (〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24)

<sup>2</sup>正会員 株式会社ピーエス三菱 技術本部 開発技術部 (〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24)

<sup>3</sup>正会員 工修 株式会社ピーエス三菱 技術本部 開発技術部 (〒104-8215 東京都中央区晴海 2-5-24)

<sup>4</sup>正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所空港施設研究室 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

<sup>5</sup>正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所空港施設研究室 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1)

空港PC舗装版の目地部のポンピングを防止することを目的に、枕版とPC版ならびに枕版と緩衝版をボルトにて締結することにより、PC版端部と緩衝版のたわみ差を抑制し、PC版と枕版の隙間を生じさせない構造の検討を行った。本試験では、ボルトの締結力、配置間隔を検討するために静的載荷試験、航空機荷重の繰り返し走行載荷試験と、温度変化によるPC版の伸縮に対してボルト締結の影響を確認するため、ボルトを締結した状態でPC版を移動させる試験を実施した。その結果、枕版とPC版ならびに枕版と緩衝版をボルトにて締結することにより、PC版と枕版との間に生じる隙間を低減し、ポンピングを起しにくい状況とすることを実験的に確認した。

**Key Words** : pumping, joint, connecting slabs, bolt, prestressed concrete pavement

## 1. はじめに

海上の埋立地等に建設された空港コンクリート舗装版の沈下や不同沈下が生じた場合の補修方法としてリフトアップ工法<sup>1)</sup>がある。本工法は、プレストレストコンクリート舗装(以下PC版と称す)を対象に、沈下した部分にジャッキ装着金具、ジャッキ反力盤を設置した後に、専用油圧ジャッキをコンピュータ制御により同時に作動させることにより、PC版を所定の高さに持ち上げ、舗装版と路盤との隙間にグラウト材を充てんすることにより補修を行う方法である。

本工法に用いるPC版は、図-1に示すように施工幅7.5m、長さ100m程度の寸法を基準とした舗装版10枚程度をPC鋼材で緊張し、長さ100m×75m程度の寸法の版を1ユニットとしたものである。ユニット間は、緩衝版を配置し、その下には枕版を配置することによりPC版端部の剛性を高めている。

しかしPC版端部の目地の一部では、航空機荷重が通過するときに、水と粉碎したグラウト材が噴き上がる現象(ポンピング)が確認されている。本現象は頻繁に生じるものとは考えにくいだが、図-1に示すように枕版近傍の地盤の不同沈下により枕版とPC版との間に隙間が生じ

たこと、その箇所が滞水しやすい環境であったこと、このような状況で航空機荷重が繰り返し作用したことが要因で、供用を開始して約10年で本現象が発生した事例がある。

そこで本研究は、PC版目地部のポンピングを防止・抑制するため、図-1に示すように枕版とPC版、枕版と緩衝版とをボルトにて締結する構造(以下一体化構造と称す)の検討を行った。

具体的には、PC版と枕版との間に生じる隙間(以下PC

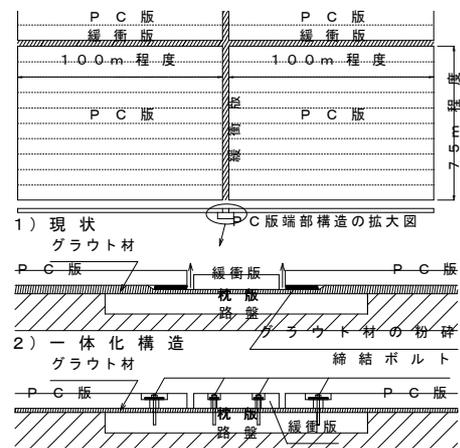


図-1 PC版目地部の構造と一体化構造の概要

版・枕版の相対変位と称す) を抑制するためのボルトの配置間隔, 締結力を FEM 解析, PC 版目地部を再現した静的載荷試験と輪荷重走行載荷試験により確認するとともに, 温度変化による PC 版の伸縮に対して, ボルト締結の影響を確認するために PC 版の温度伸縮を模擬したスライド試験を実施した。

## 2. FEM解析による一体化構造の検討

### (1) 解析概要

#### a) 解析モデルおよび解析条件

一体化構造に及ぼすボルトの配置間隔, 締結力の影響を確認することを目的に, PC 版端部を模擬した FEM 弾性解析を行った。

解析は, 図-2 に示すように PC 版(10m×4.5m×0.18m), 緩衝版(10m×1.2m×0.18m), 枕版(10m×3.3m×0.25m)をソリッド要素, ボルトをビーム要素, 路盤をバネ要素として, 表-1 に示す条件のもとで行った。ボルトのビーム要素は, 上下端部をソリッド要素と結合するものとした。要素各版の境界面は NO TENSION 結合とし, 境界面の引張力はボルトのみ荷重を伝達するものとした。また載荷位置は, 脚の中心がボルト上を通るケース, 車輪の中心がボルト上を通るケース, 脚の中心がボルトとボルトの間を通るケースについて, 各々載荷位置を変化させた解析を実施し, ボルト間隔によらず PC 版・枕版の相対変位が最大となる緩衝版の端部に脚の中心がボルトとボルトの間に載荷するケース(図-2 の塗りつぶし部)にて, ボルト締結力, ボルト間隔を変化させた際の PC 版・枕版の相対変位を算出した。

### (2) 解析結果と考察

上記の条件のもとで解析した結果を図-3 に示す。図は, ボルト締結力と PC 版・枕版の相対変位をボルトの配置間隔別に表したものである。

解析結果より, 締結ボルト間隔を 1.0m とした場合には, ボルト締結力の大きさによらず PC 版・枕版の相対変位はほぼゼロに抑制される傾向を示した。またボルト間隔が広がるにつれて, PC 版・枕版の相対変位は徐々に大きくなること, ボルト締結力が 30kN 以上では, PC 版・枕版の相対変位に大きな差が生じない傾向を示した。

## 3. PC版目地部の静的載荷試験

ボルトの配置間隔, 締結力が PC 版・枕版の相対変位に及ぼす影響を実験的に確認することを目的に, PC 版目地部を再現した舗装構造を用いて静的載荷試験を実施した。FEM 解析では, 目地直角方向に対して PC 版に 2 本のボルトを配置しているが, PC 版の内側に配置したボルト

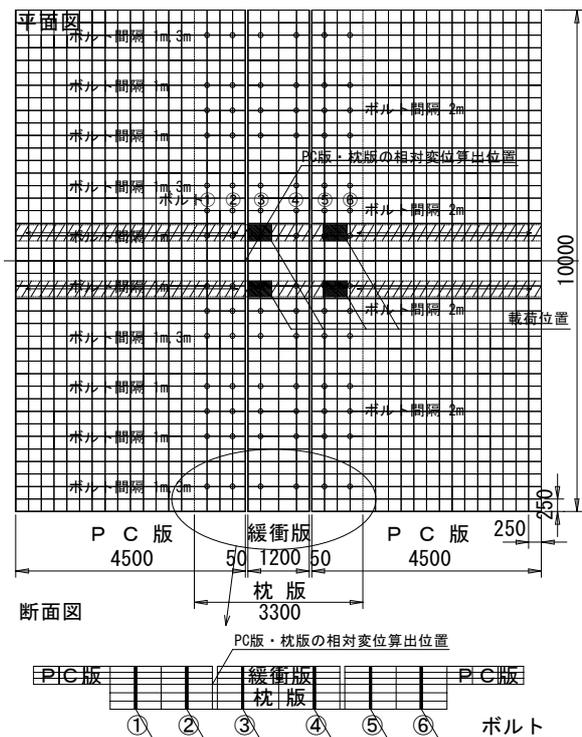


図-2 FEM 解析モデルと荷重載荷位置

表-1 FEM 解析の条件

物性値	コンクリート	$E=30000\text{N/mm}^2$ , $\mu=0.167$
	ボルト	$E=200000\text{N/mm}^2$ , $\mu=0.3$ (ボルト寸法 $\phi 24\text{mm}$ )
拘束条件	版底面でバネ定数 $0.07\text{N/mm}^3$ とした Winkler の路盤モデル, PC 版と枕版, 緩衝版と枕版は NO TENSION 結合	
荷重条件	B747-200B 満載時一脚 818kN (複々車輪)	
解析ケース	ボルト間隔: 1m, 2m, 2.5m	
	締結力: 0, 10, 20, 30, 40, 50kN (締結力 30kN は, ボルト間隔 1.5m, 3.0m も実施)	

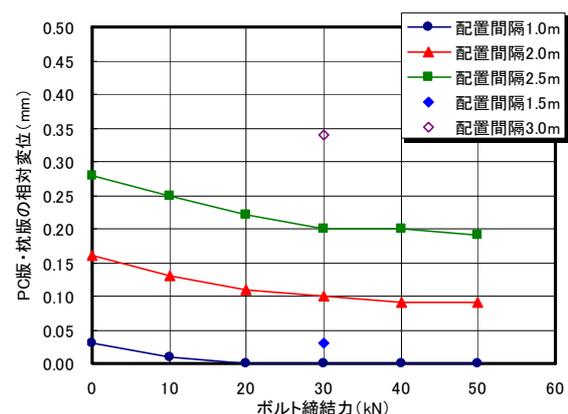


図-3 締結力と PC 版・枕版相対変位の関係

(図-2 のボルト①, ⑥) は, 図-3 に示す PC 版・枕版の相対変位に及ぼす影響が小さいことから, 以降は PC 版に 1 本のボルトを配置した。また既設 PC 版の PC 鋼材の配置間隔は 350~375mm 間隔が基本であることから, ボルトの配置間隔は PC 鋼材を交わした 1.1m を基本に考えた。

(1) 試験概要

a) 供試体の形状・寸法

供試体の形状・寸法を図-4に示す。試験は、模擬路盤（発泡スチロール）上に3.2m×4.4m×0.25mの枕版を設置し、枕版上面の中心部に1.04m×4.4m×0.18mの緩衝版を、枕版上面の両端部に2.1m×4.4m×0.18mのPC版を設置した後に、PC版・枕版の相対変位が最も生じると考えられる緩衝版の端部に載荷した。

なお載荷試験前に実施した平板載荷試験の結果、発泡スチロールの路盤支持力係数 $K_{30}$ の平均値は $80\text{MN/m}^3$ であった。また載荷試験時の枕版、緩衝版、PC版の圧縮強度は $55.0\text{N/mm}^2$ 、弾性係数は $30,000\text{N/mm}^2$ であった。

b) 試験パラメータ

試験パラメータを表-2に、版の支持条件を図-5にそれぞれ示す。試験のパラメータは、PC版と枕版の支持条件、締結ボルトの有無、締結ボルトの配置間隔、締結力の計25ケースとした。

PC版と枕版の支持条件は、case-1～case-3の3種類とした。case-1は、設計上想定されたようにPC版が枕版に支持された状況とした。case-2は、枕版下の路盤の支持力が低下し、枕版のみが局所的に沈下した状態を模擬するため、PC版両端部にゲビンデPC鋼棒を1本あたり100kNで8ヶ所固定した。case-3は、載荷点近傍のPC版に空隙が生じ、PC版は目地平行方向の両端部で枕版にて支持された状態とした。一体化構造を行う場合は、PC版と枕版との間にはグラウト材を充てんし、隙間を設けないことを前提としているため、このような状態は生じないものと考えられるが、今回は様々な環境下における一体化構造の効果を確認することを目的としたため、本条件下でも試験を実施した。

締結ボルトの配置間隔は、FEM解析により枕版とPC版の間に隙間が生じると推定されたボルトの間隔が2m～3mであったこと、先述したようにPC鋼材の配置間隔を交わした際の区切りの良い配置が1.1mであることから、今回の実験では、ボルト間隔は1.1mを基準に、2.2m、3.3mの3種類を設定した。

ボルト締結力は、解析結果から30kN程度を境に締結力が増加してもPC版・枕版の相対変位に大きな差が見られなかった結果を踏まえ、5kNと40kNを締結力の基本として試験を実施した。

c) 試験方法と測定項目

case-1は、PC版の構造設計で使用されていた設計等価単車輪荷重である205kNまで、case-2、case-3は、模擬路盤の発泡スチロールが塑性変形しない範囲の350kNまで載荷した。載荷方法は、直径450mmの鋼製載荷板（下面に硬質ゴム付き）を用いて緩衝版の縁部に行った。

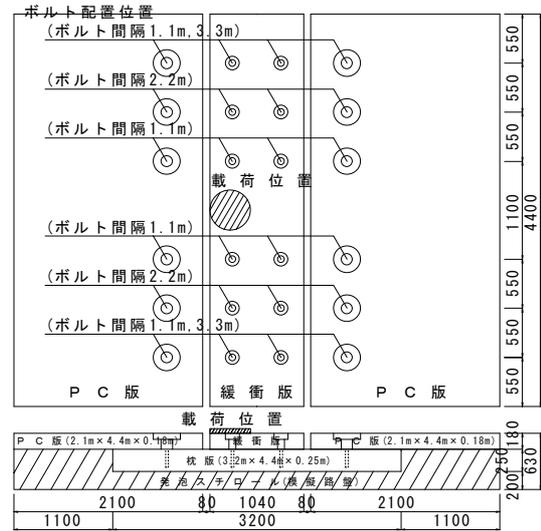


図-4 静的載荷試験供試体の形状・寸法

表-2 試験パラメータ

ボルト間隔	ボルト締結力	版の支持条件		
		case-1	case-2	case-3
1.1m	5kN	○	○	○
	40kN	○	○	○
	5kN	○	○	○
2.2m	20kN	—	—	○
	40kN	○	○	○
3.3m	5kN	○	○	○
	10kN	—	○	—
	20kN	—	○	○
なし	40kN	○	○	○
	なし	○	○	○

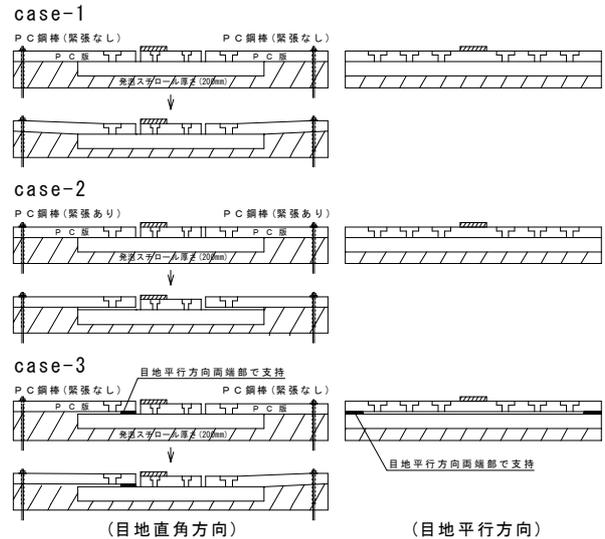


図-5 PC版と枕版の支持条件

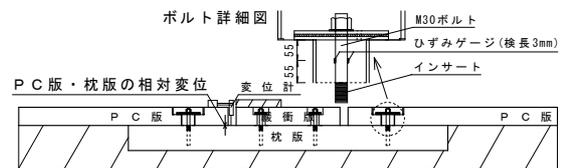


図-6 ボルトひずみ、PC版・枕版の相対変位の測定位置

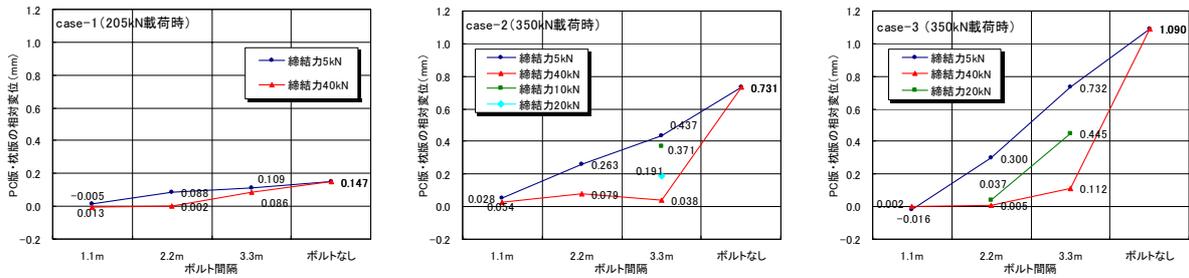


図-7 PC版・枕版の相対変位の測定結果

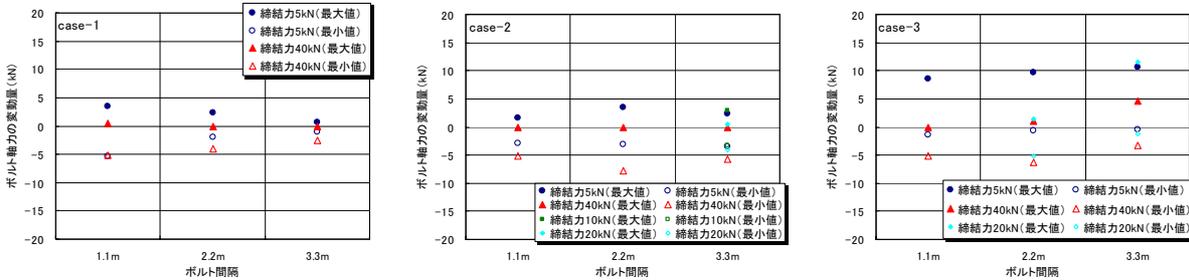


図-8 PC版に締結したボルト軸力の変動量

載荷試験中は、PC版・枕版の相対変位、ボルト軸力の変動量を測定した。

ボルト締結力の管理、載荷試験時のボルト軸力の変動量は、図-6に示す位置に貼付したひずみゲージの平均値を用いて測定した。

PC版・枕版の相対変位は、図-6に示すように変位計の本体をPC版上面に固定し、変位計の先端部を枕版上面にセットして測定した。

## (2) 試験結果と考察

### a) PC版・枕版の相対変位

case-1～case-3について、PC版・枕版の相対変位の測定結果を図-7に示す。図中の相対変位についてcase-1は205kN載荷時、case-2、case-3は350kN載荷時の測定結果を示す。

PC版が枕版にて全面で支持された状態(case-1)では、ボルト間隔が1.1mの場合、PC版・枕版の相対変位がほとんど生じておらず、ボルトを配置していない場合についても約0.15mmに収まった。

一方、枕版が局所的に沈下する状況を想定したケース(case-2)、載荷面付近のPC版に空隙が存在する状況(case-3)では、ボルトを配置しない場合でそれぞれ350kN載荷時に約0.7mmと約1.1mmの相対変位が生じたが、ボルトを配置した場合には全体的にPC版・枕版の相対変位が抑制された。ボルト間隔が1.1mの場合は、case-2、case-3においてボルト締結力が5kN、40kNにかかわらずPC版・枕版の相対変位はほぼ同等な値を示し、ボルト間隔が2.2mの場合は、case-3においてボルト締結力が20kN、40kNではほぼ同等な値を示し、5kNになると相対変位が大きくなる傾向を示した。

今回の実験より、PC版が枕版に全面的に支持された構

造であれば、ボルトの有無によらずPC版・枕版の相対変位が小さいこと、case-2、case-3のようにPC版と枕版との支持条件が悪くなった場合には、一体化構造による効果が大きく、この傾向はボルト間隔が1.1mの場合は締結力の影響が小さく、ボルト間隔が大きくなるにつれて締結力の影響が大きくなる傾向を示した。

### b) 締結ボルトの軸力変動

case-1～case-3について、PC版に配置したボルト軸力の最大値と最小値を抽出した結果を図-8に示す。case-1は205kN載荷時まで、case-2、case-3は350kN載荷時まで測定した際の値とした。またボルトの軸力は、締結力導入後の値を基準としている。

今回の実験より、PC版に配置したボルト軸力の増加量は、最大でも10kN程度で収まっている結果となった。また荷重を除荷した際には、ボルト締結力はもとに戻る傾向を示した。

## 4. PC版の温度伸縮を模擬したスライド試験

FEM解析の結果より、ボルト締結力が30～40kN程度以上であれば、PC版・枕版の相対変位が一定値に近づく傾向にあったこと、PC版目地部の静的載荷試験の結果でも締結力が40kN程度導入されていれば、ボルト間隔が3.3mの場合もPC版・枕版の相対変位が小さくなることが実験的に確認できた。そこで本試験では、PC版端部に40kNの締結力を与えた場合に、版を拘束せずにPC版が伸縮するか、版の伸縮時にボルト自体が健全な状態を保っているかについて検討することを目的に、PC版目地部の静的載荷試験に使用したPC版を用いて版をスライドさせる実験を行い、その挙動の検討を行った。

(1) 試験概要

a) 供試体の形状・寸法

スライド試験の概要を図-9に、締結ボルトの構造を図-10にそれぞれ示す。試験は、PC版目地部の静的載荷試験のボルト間隔、ボルト締結力のうち、PC版の移動に対して最も厳しい条件となるボルト間隔1.1m、ボルト締結力40kNの状態で行った。

次に締結金具の構造を図-10に示す。温度変化によるPC版の移動は、滑り板と座金間の滑り面により移動させる構造とした。そこで滑り板、座金の材質とボルト径を決定することを目的に、小型供試体を用いて滑り面、ボルト径を試験パラメータとしたスライド試験を実施した。滑り板、座金の材質は、テフロン加工、クロムメッキ加工、SS400、SUS304 およびゴムのせん断変形に期待したタイプとした。またボルト径は、M20、M30、M42とした。その結果、滑り面にはテフロン加工した材料の滑り面の摩擦係数が小さく、平均で0.11、最大で0.17であった。またボルトには、水平力作用時に滑り面と座金の摩擦が切れるまでの拘束により曲げ変形が生じた。曲げ変形によりボルト基部に生じる応力は、各試験ケースで測定した水平荷重を固定端の反力として、両端固定はりの公式から算出した際のボルトの曲げ応力が、M20、M30、M42のボルトそれぞれに対して実験値と計算値で比較的良好な整合性を示した。そこで本試験では、ボルト締結力、せん断力に対して許容値を満足してかつ、上記の計算に基づいて算出したボルトの曲げ変形に対してもボルト基部のひずみが降伏ひずみ以内に収まるよう、滑り面にはテフロン加工を施した材料を、ボルトはM30を選定した。

b) 試験方法と測定項目

試験は、図-9に示すように、反力壁とPC版の間にセットした両動油圧ジャッキを用いて、PC版を(+)側に、(-)側にスライドさせた。PC版の移動量は、温度変化量を40°C、コンクリートの線膨張係数を $10 \times 10^{-6}$ 、PC版長を75m(PC版の不動点は版端部を仮定)とした場合は版の移動量が30mmとなるため、今回の実験ではボルトをセットした位置を基準に(+)側に15mm、(-)側に15mmの計30mmを移動させた。

測定項目は、PC版の移動量、図-10に示す位置のボルトひずみとした。ボルト基部に貼付したひずみは、ボルトの曲げにより生じるひずみが降伏ひずみ以内に収まることを確認するため、ボルト中央部に貼付したひずみは、ボルト軸力の変動を測定することを目的とし、それぞれ動的データロガーによりデータを連続的に測定した。

(2) 試験結果と考察

締結力導入後を基準としたPC版移動に伴うボルト軸力の変動量の結果を図-11に、PC版移動に伴うボルト基

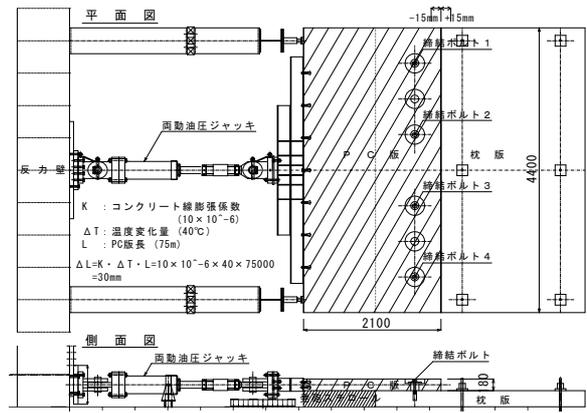


図-9 スライド試験の概要

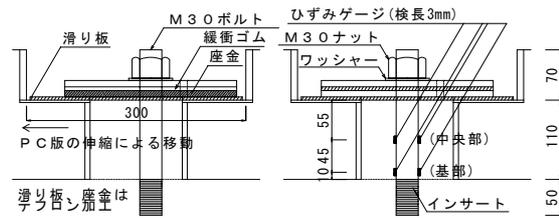


図-10 締結金具の構造

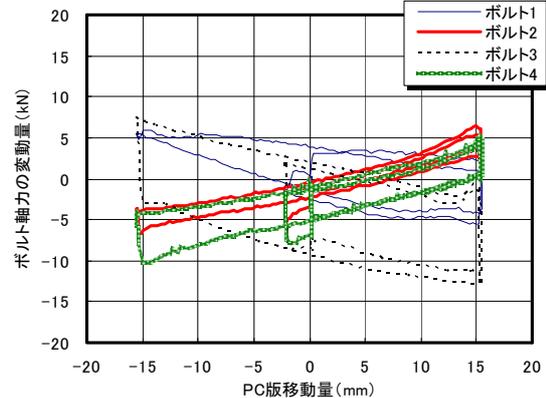


図-11 PC版の移動によるボルト軸力の変動量

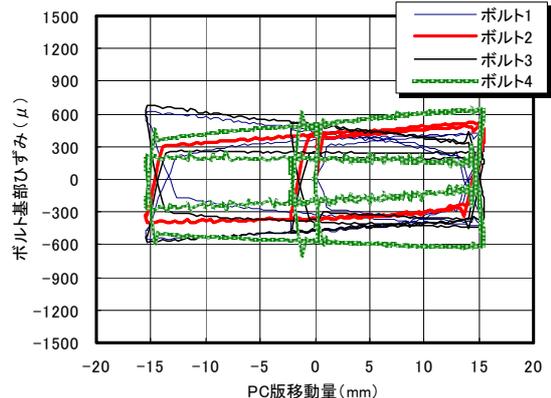


図-12 PC版の移動によりボルト基部に生じたひずみ

部に生じたひずみの結果を図-12にそれぞれ示す。

図-11に示す結果より、4本配置したボルトについて、ボルト軸力の変動量の最大値は-13.5kN～+8.0kNであり、平均では-10kN～+7.0kNの変動量であった。

またボルト基部に生じるひずみは、小型供試体で実施した試験結果と同様に、PC版の移動に伴うボルトの曲げ

変形により生じたが、全てのボルトは鋼材の降伏ひずみ以内に収まっていた。

## 5. PC版目地部の輪荷重載荷試験

航空機の主脚荷重を繰り返し走行させた際の一体化構造によるポンピング抑制効果について検討することを目的に、PC版目地部を再現した舗装構造を用いて、輪荷重走行載荷試験を実施した。

### (1) 試験概要

#### a) 舗装構造の概要

試験舗装の概要を図-13に示す。PC版目地部の静的載荷試験では、枕版付近の路盤が局所的に沈下した場合にPC版・枕版の相対変位が大きくなる傾向にあった。そこで本試験では、下層路盤と枕版との間に枕版支持用のコンクリートを打設し路盤支持力を高めた後に、枕版の端部4辺にゴム板を設置して枕版を据え付けることにより、PC版・枕版の相対変位が大きくなるような構造とした。

試験舗装の施工は、まず既設アスファルト舗装を撤去、粒状路盤の整形および再転圧後、骨材の最大粒径が20mmのアスファルト混合物を用いて上層路盤を2層に分けて施工し、試験舗装中心部には枕版支持用コンクリートを打設しゴム板を設置した。その後、工場製作した3.2m×3.3m×0.25mの枕版、4.0m×3.3m×0.18mのPC版2枚、1.04m×3.3m×0.18mの緩衝版を設置し、上層路盤とPC版との間に、文献2)の検討結果により開発された表-3に示す配合のグラウト材を約15mm充てんした。緩衝版、PC版間の伸縮目地、枕版のアンカーボルト、ボルト締め付け部の締結金具、計測装置を取り付けした後に、

走行載荷試験を行った。

ボルトの配置間隔は、1.1mと2.2mとした。下層路盤の路盤支持力係数 $K_{75}$ の平均値は $67.4\text{MN/m}^3$ 、上層路盤の路盤支持力係数 $K_{75}$ の平均値は $75.7\text{MN/m}^3$ であった。枕版、緩衝版、PC版の材齢28日の圧縮強度の平均値は $56.0\text{N/mm}^2$ 、グラウト材の材齢7日の圧縮強度は $7.3\text{N/mm}^2$ 、引張強度は $3.1\text{N/mm}^2$ 、変形係数は $1186\text{N/mm}^2$ であった。

#### b) 試験パラメータ

輪荷重走行載荷試験を実施する際の試験パラメータを表-4に示す。試験パラメータは、ボルト締結の有無、地下水（載荷実験槽内の水張り）の有無とした。なお載荷実験槽内の水張りありについては、PC版と枕版の界面まで地下水を上げた。ボルト締結力は、PC版、緩衝版ともに40kNを目標に導入した。

#### c) 試験方法と測定項目

輪荷重走行載荷試験時の状況を写真-1に示す。

試験は、自走式走行載荷試験装置(B747型航空機の主脚)のタイヤ空気圧が $1.38\text{MPa}$ であることを確認しながら、走行速度 $5\text{km/h}$ 、載荷荷重 $910\text{kN}$ の条件にて、脚の中心がボルトとボルトの間を走行するような状態で繰り返し走行載荷を行った。

載荷試験時の測定項目は、PC版・枕版、緩衝版・枕版の相対変位とボルト締結力とした。

PC版・枕版の相対変位(図-13のD1, D4)、緩衝版・枕版の相対変位(図-13のD2, D3)はレーザー変位計にて、締結ボルトに生じたひずみは、図-13に示す位置に貼付したひずみゲージにて、所定回数毎に動的データロガーを用いて連続的に測定した。

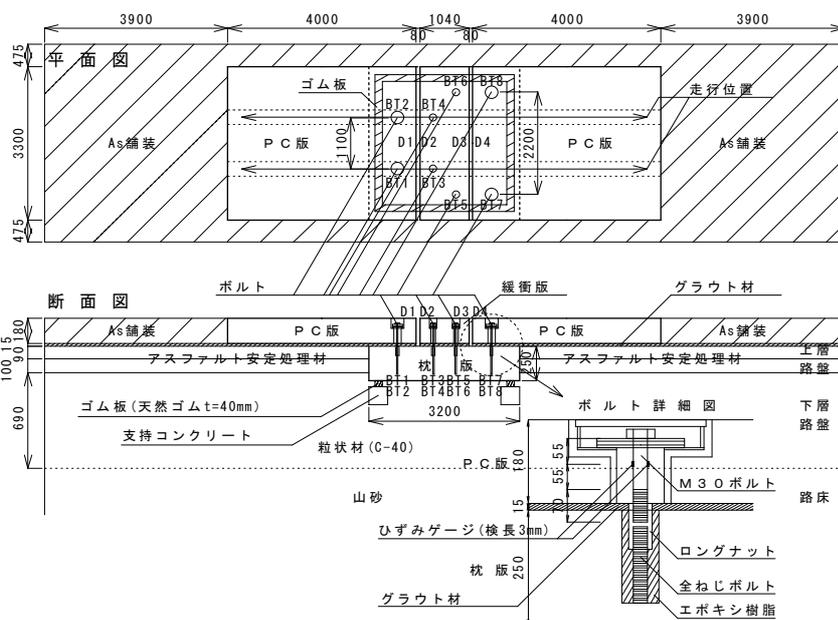


図-13 舗装構造の概要

表-3 グラウト材の配合

水結合 材比	(kg/m <sup>3</sup> )	
	結合材	水
58	1075	622

表-4 試験パラメータ

条件	ボルト 締結	載荷槽 水張り	走行 回数
case-1	あり	なし	3,000
case-2	なし	なし	50
case-3	あり	あり	1,000
case-4	なし	あり	1,000



写真-1 輪荷重走行載荷試験の状況

## (2) 試験結果と考察

### a) PC版・枕版、緩衝版・枕版の相対変位

case-1～case-4 の所定走行回数毎に連続的に測定したPC版・枕版の相対変位 (D1, D4), 緩衝版・枕版の相対変位 (D2, D3) データの最小値と最大値を抽出し, その差を相対変位の振幅量として走行回数毎に生じた相対変位の振幅量を測定した結果を図-14 に示す。

締結ボルトを配置した case-1, case-3 と, 締結ボルトを配置しない case-2, case-4 を比較した場合, 締結ボルトを配置したケースでは, case-1, case-3 とともに PC 版・枕版の相対変位は約 0.3mm 程度に収まる傾向にあるに対して, case-2 の PC 版・枕版の相対変位は約 1.8mm, case-4 では約 2.3mm であった。今回の実験により, 締結ボルトを配置することにより PC 版・枕版の相対変位を低減し, ポンピングを起こしにくい状況とすることが確認できた。

またボルト間隔が 1.1m (D1) と 2.2m (D4) を比較した場合, PC 版・枕版の相対変位は case-1 の 3000 回載荷時においてボルト間隔が 1.1m で 0.309mm, ボルト間隔が 2.2m で 0.192mm, また case-3 の 1000 回載荷時はボルト間隔が 1.1m で 0.239mm, ボルト間隔が 2.2m で 0.276mm

であり, 静的載荷試験の結果と同様に, 締結力が 30～40kN 導入されている場合は, ボルト間隔の違いによる PC 版・枕版の相対変位の差に大きな変化は認められなかった。

緩衝版・枕版の相対変位は, 緩衝版が枕版上に存在する構造であるため, case-1～case-4 の全てにおいて小さな値となった。

また路盤内の地下水の有無を比較すると, 締結ボルトを配置したケースでは, ボルトの締結が効いているため, PC 版・枕版の相対変位の振幅量には大きな差が生じていないが, 締結ボルトを配置しないケースでは, 地下水なしに比べて地下水ありの方が最大で 0.5mm 大きくなる傾向を示した。この理由のひとつとして, 地下水の水圧による影響があるものと考えられる。

### b) 締結ボルトの軸力平均値, 軸力変動

締結ボルトを配置した case-1, case-3 について, 所定回数毎に連続的に測定したボルト軸力の平均値ならびに振幅を測定した結果を図-15 に示す。ここで, ボルト軸力の振幅は, 連続的に測定したボルト軸力のデータの最小値

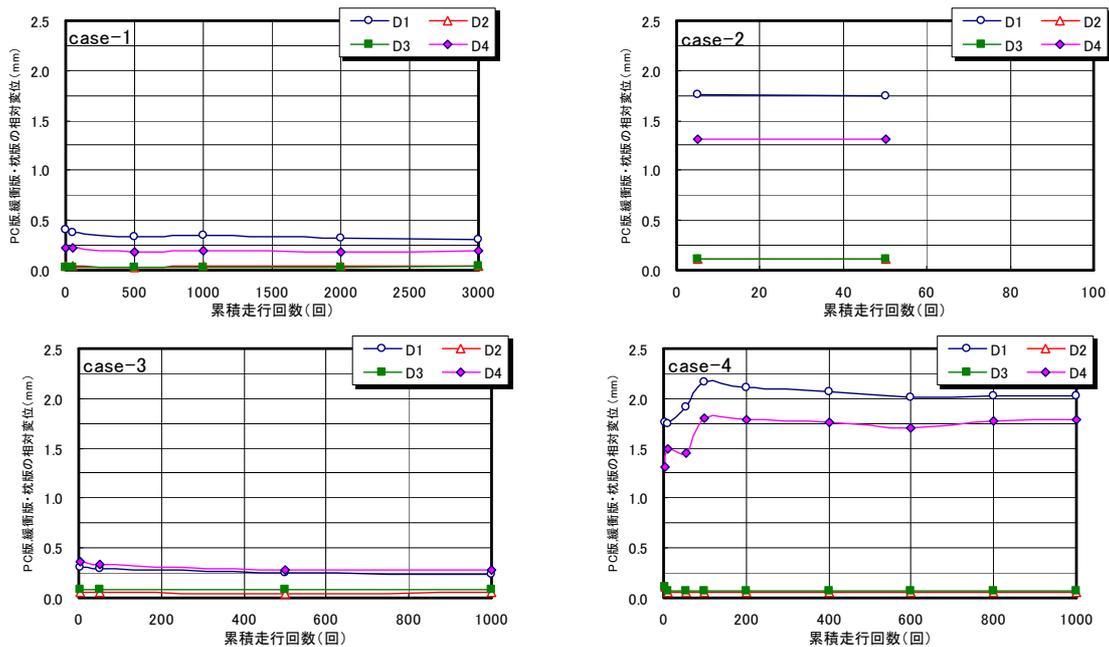


図-14 PC版・枕版, 緩衝版・枕版の相対変位と走行回数の関係

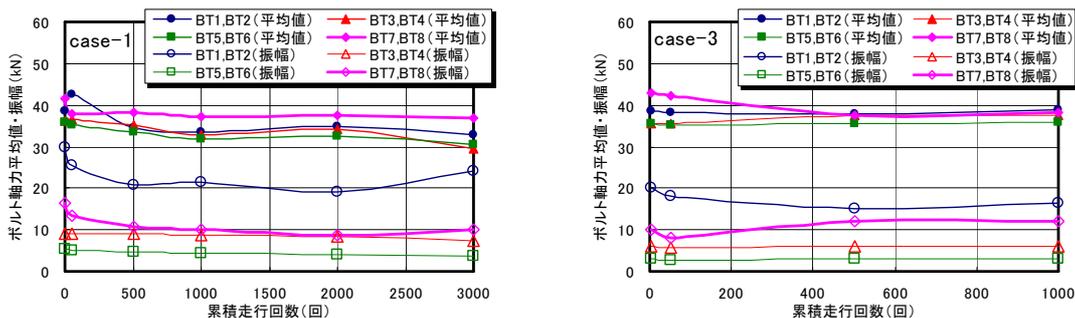


図-15 締結ボルトの軸力変動と走行回数の関係

と最大値の差とした。

case-1, case-3 とともに、走行載荷開始直後と走行開始 500 回時のボルト軸力の平均値を比較すると、PC 版の方で 2 割程度の軸力が低下していた。この理由は、初期の走行載荷により路盤の圧縮により版の沈下が生じたために、PC 版や枕版と路盤の密着度が向上したため、結果としてボルトの軸力が低下したものと考えられる。しかし、500 回時以降のボルト軸力の平均値の変化は非常に小さく、繰り返し走行に伴うボルト軸力の低下は生じないものと考えられる。また緩衝版に配置したボルト (BT3,BT4,BT5,BT6) は、ボルト軸力の平均値は走行回数によらずほぼ一定の値を有しており、ボルト軸力の振幅も非常に小さかった。

### c) 試験終了後のグラウト材の状況

case-4 の走行載荷試験終了後の目地部の状況を写真-2 に示す。case-1~case-3 の走行載荷試験終了後では、目地部から状況を確認する限り、グラウト材の粉碎は生じておらず、case-4 の繰り返し載荷によりグラウト材が粉碎した可能性が高いものと考えられる。case-4 における PC 版・枕版の相対変位は約 2mm 程度であり、PC 版と枕版に隙間ができるような状態で航空機荷重が作用した場合には、グラウト材が粉碎し、ポンピングが生じる可能性があることを今回の実験からも確認した。

## 6. まとめ

空港エプロン PC 舗装版の目地部におけるポンピングを防止することを目的に、枕版と PC 版ならびに枕版と緩衝版をボルトにて締結する構造 (一体化構造) の検討結果から、以下の結論が得られた。

(a) PC 版目地部の静的載荷試験より、PC 版が枕版に全面的に支持された状態では、ボルト配置の有無による PC 版・枕版の相対変位の差が小さいこと、枕版近傍が局所的に沈下するような状況になった場合に、



写真-2 case-4 終了後のグラウト材の状況

一体化構造の効果が大きい結果となった。この傾向は、ボルト間隔が 1.1m の場合は締結力によらずほぼ同等な相対変位であったが、ボルト間隔が大きくなるにつれて、ボルト締結力の影響が大きくなる傾向を示した。

(b) PC 版目地部の輪荷重走行載荷試験より、静的載荷試験と同様に、一体化構造により PC 版・枕版の相対変位を低減し、ポンピングを起こしにくい状況とすることが確認できた。また PC 版・枕版の相対変位が 2mm 程度生じてしまう場合は、グラウト材が粉碎しポンピングが生じる可能性が考えられた。

謝辞：本研究は、国土交通省国土技術政策総合研究所と株式会社ピーエス三菱の共同研究の成果をとりまとめたものである。独立行政法人港湾空港技術研究所 八谷好高地盤・構造部長、北詰昌樹特別研究官、国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所 岩崎幸男課長をはじめ、試験・解析に関わって頂いた関係各位に謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 八谷好高, 佐藤勝久, 犬飼晴雄: 沈下したプレストレストコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発, 土木学会論文集, 第 421 号, VI-13, pp145-154, 1990
- 2) 上菌 晃, 中島 禎, 宮内 健, 今井泰男, 稲田雅裕: PC 舗装リフトアップ工法に使用するグラウト材の品質に関する検討, 第 1 回舗装工学講演会講演論文集, pp.299-304, 1996

## A STUDY ON STRUCTURE IMPROVEMENT OF JOINT FOR AIRPORT PRESTRESSED CONCRETE PAVEMENT

Satoru NONAKA, Shinya YOSHIMATU, Toshiyuki AOYAMA,  
Junichi MIZUKAMI and Yukitomo TSUBOKAWA

To prevent a pumping phenomenon at joint of airport PC pavement, we developed structure that reduces deflection difference between joint sleeper slab and both PC slab and buffer slab by connecting these slabs by the bolts. In this study, Static Load Test and Wheel Running Test were carried out to verify the space between bolts and the connection force by the bolts, and Slide Test was also carried out to confirm the effect of connecting slabs by the bolts on axial displacement of slabs due to variation of temperature. As a result, we confirmed experimentally that connecting joint sleeper slab with PC slab by the bolts reduced the opening between these slabs, and a pumping phenomenon was hard to occur.