



関西国際空港第1ターミナルビルにおける 不同沈下対策工事の改善

開発実施者

(作業所)

泉本	明宏
廣田	心介
岩下	雄治

(西日本機材センター)

川田	享司
東	俊行
○五軒	矢朋晃

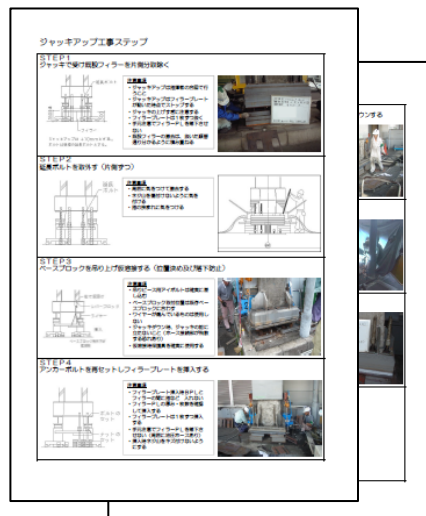
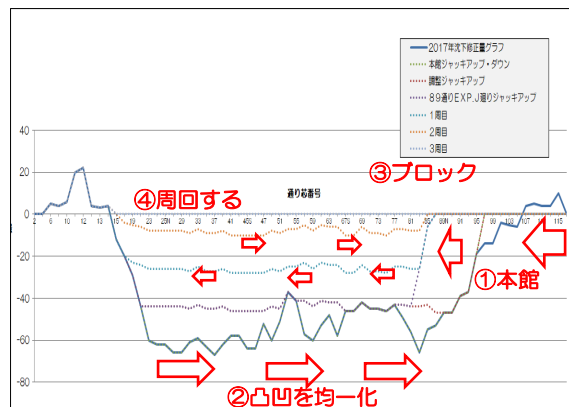
特命物件

不同沈下修正工事

ジャッキアップ方法改善

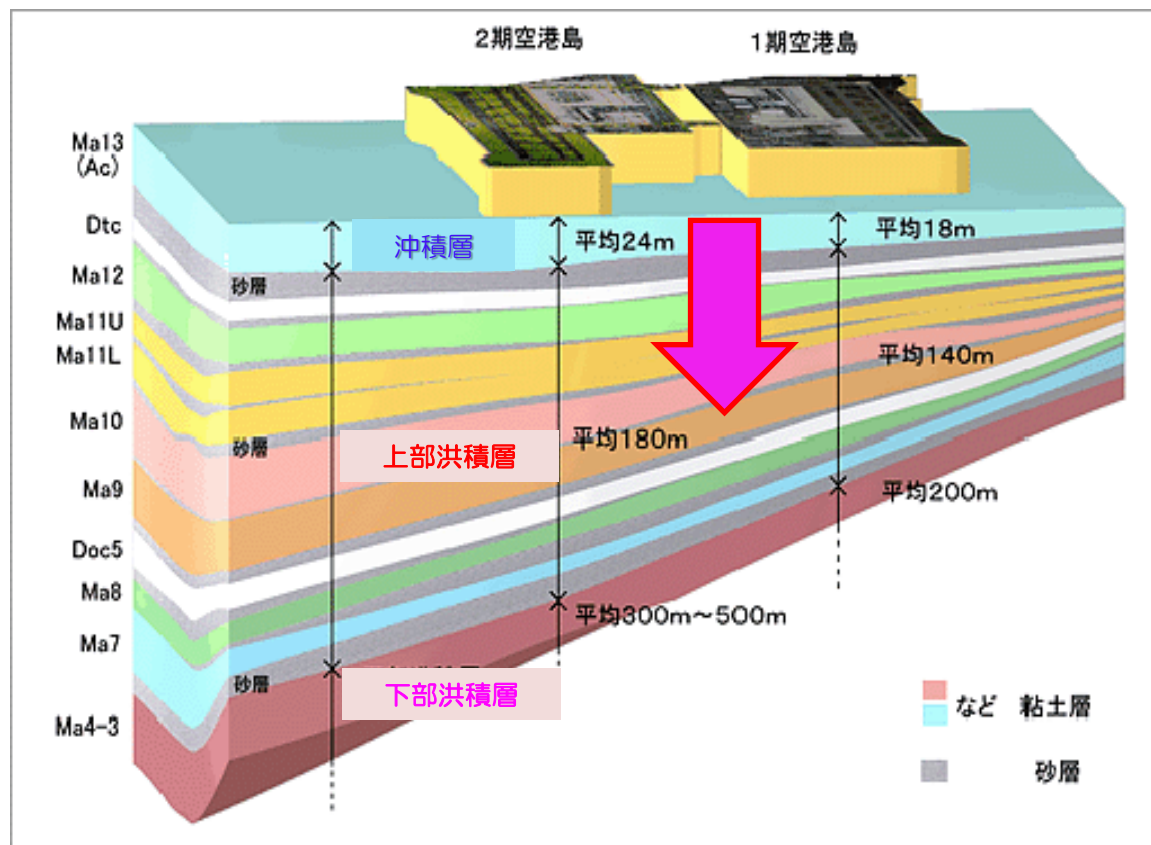
作業員への教育

テナントとの調整強化



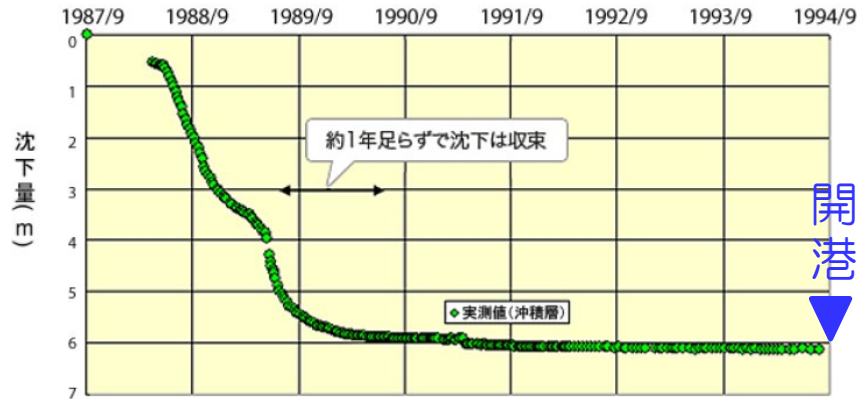
工事背景～関西空港不同沈下の状況～

関西国際空港は陸から約5km離れた沖合に建設され、関空島の海底地盤は粘土層で出来ており、上部は柔らかい沖積層、その下には比較的固い上部洪積層、固い下部洪積層で出来ています。島の重さにより、この粘土層が沈下している。



工事背景～関西空港不同沈下の状況～

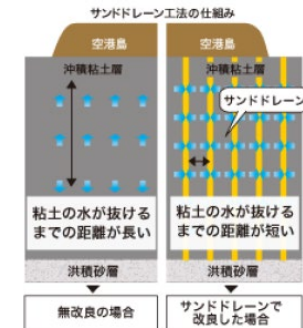
沖積層はサンドドレーン工法の地盤改良により開港時には沈下は終息。
 洪積層は現在も沈下が進行。



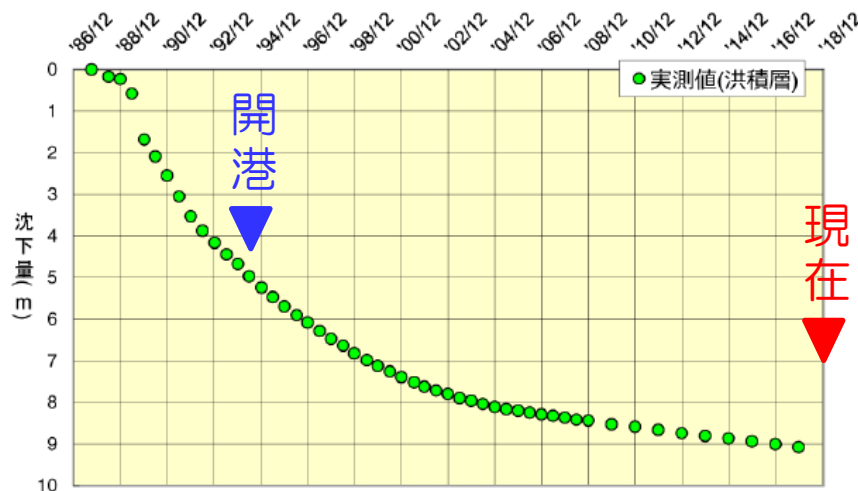
沖積層の沈下状況



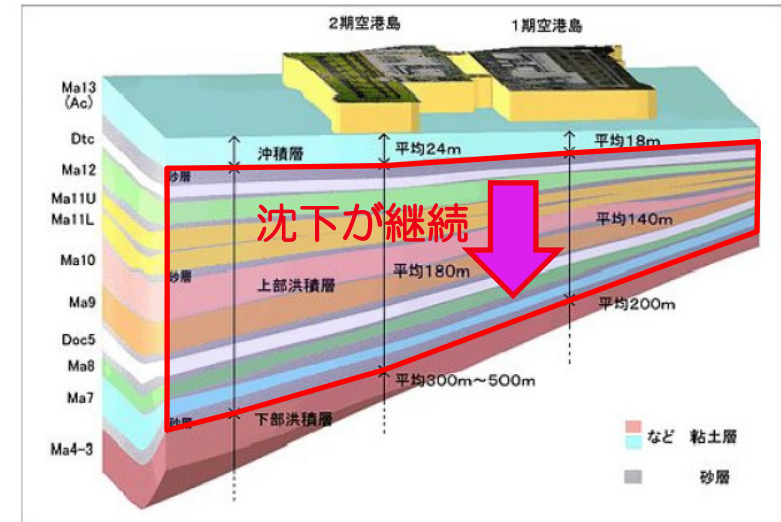
【サンドドレーン用の船】



【サンドドレーン工法のしくみ】

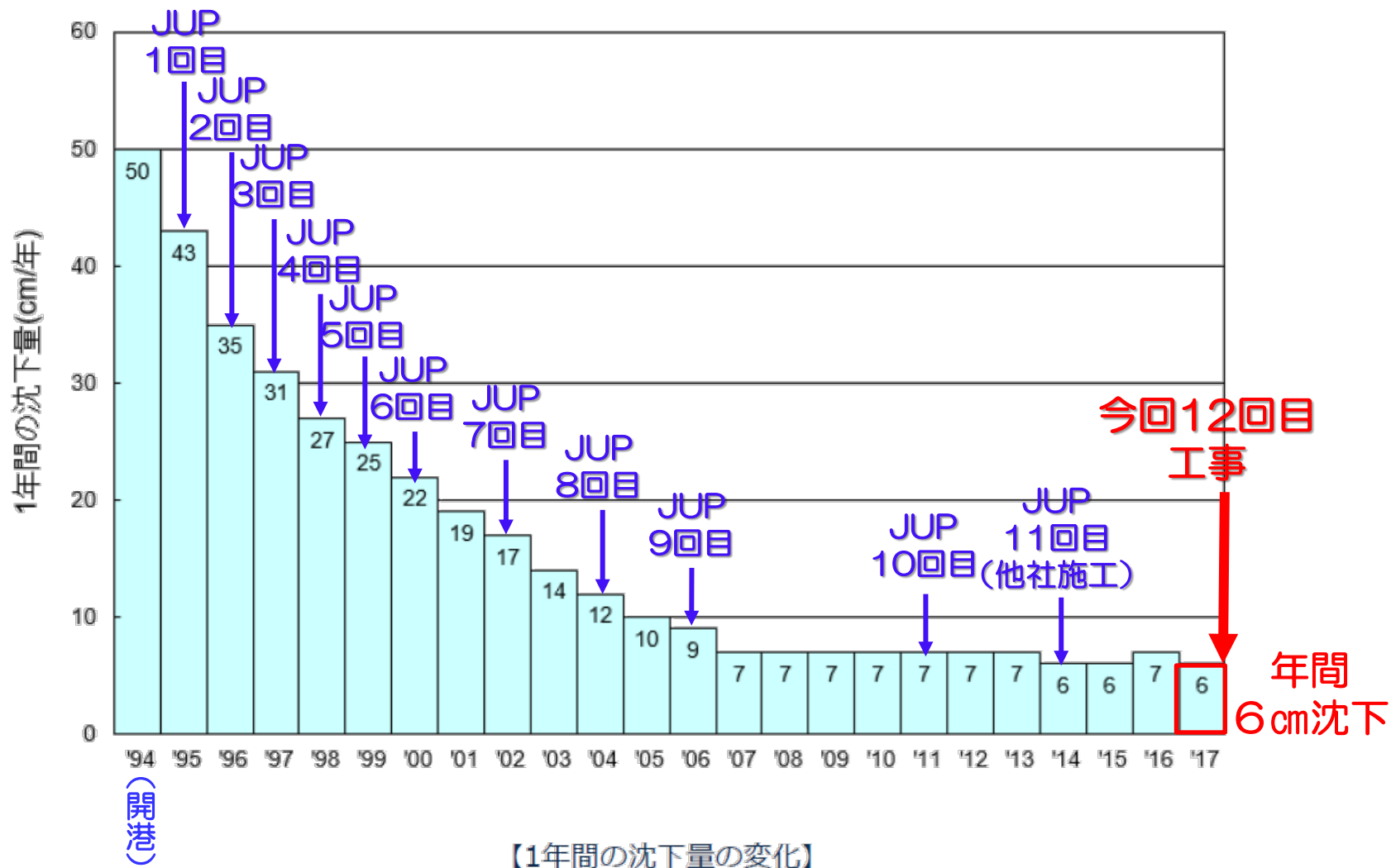


洪積層の沈下状況



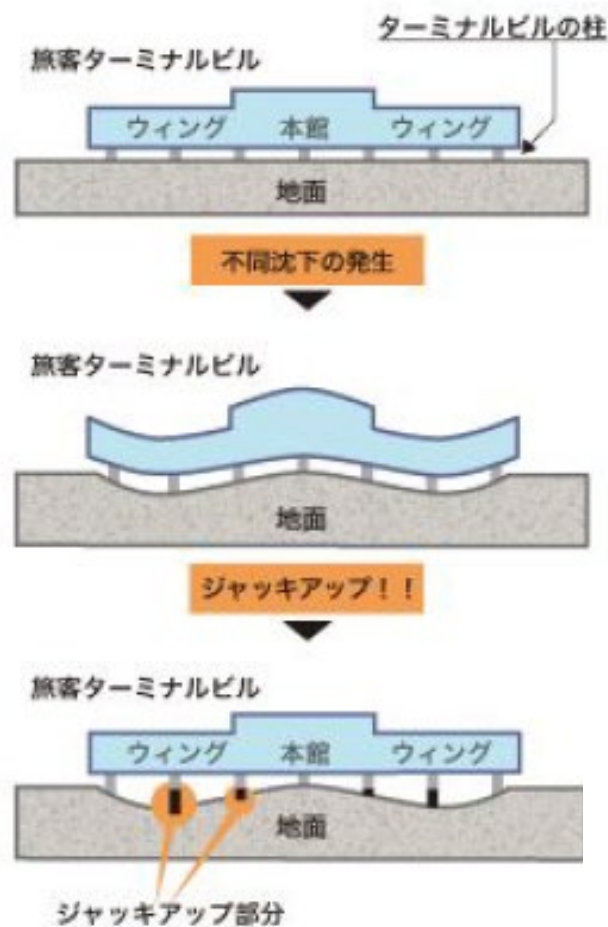
工事背景～関西空港不同沈下の状況～

1994年の開港以来24年間で、**過去11回**の沈下修正工事を行っている。今回**12回目**の工事となる。

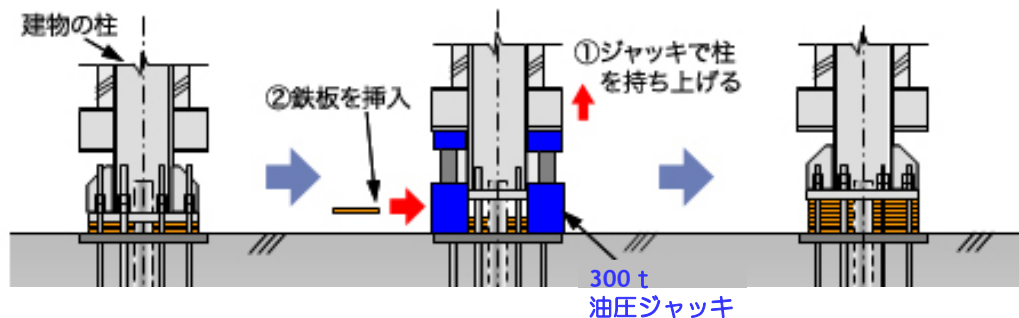
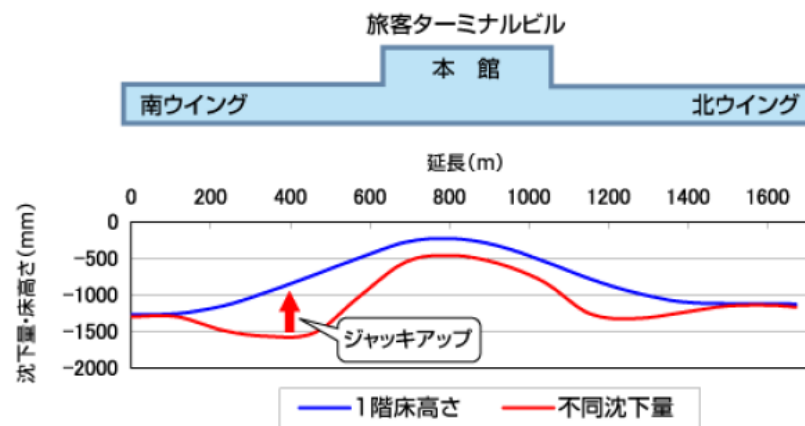


工事背景～不同沈下対策～

沈下修正対策として**ジャッキアップ工事**が指定されています。

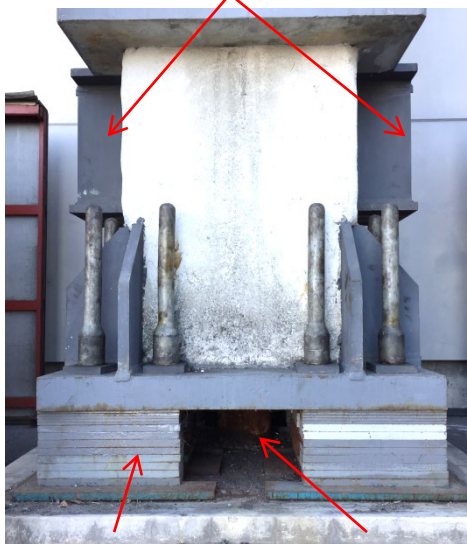
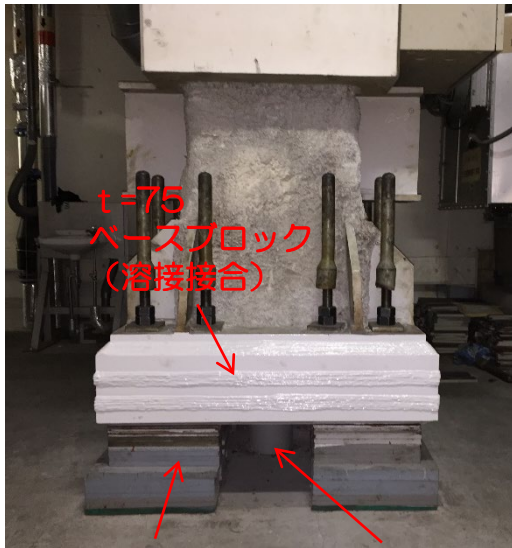
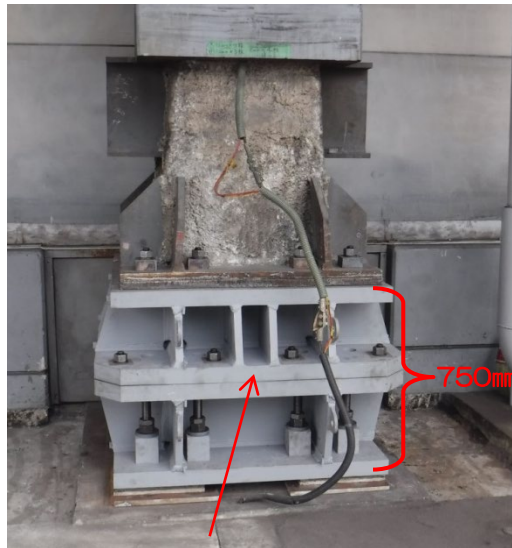


ジャッキアップイメージ図



工事背景～柱の形状～

柱脚の種類を下に示す

フィラープレート量	0～300mmまで	300mm～785mmまで	785mm以上
工法	フィラープレート工法	ベースブロック工法 ＋ フィラープレート工法	柱延長工法 ＋ フィラープレート工法
概要	 ジャッキ受けブラケット 嵩上げ用 フィラープレート Φ180シアキー (芯棒)	 t=75 ベースブロック (溶接接合) 嵩上げ用 フィラープレート Φ180シアキー (芯棒)	 柱延長部材 (ボルト接合) 750mm
歩掛り	最大20柱／日	設置 3～4柱／日 溶接 2.5日／柱	7日／柱

プロジェクト概要

■一般事項

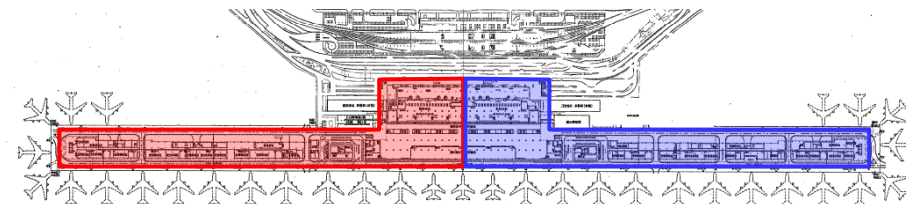
工事名称	関西国際空港第1ターミナルビル不同沈下修正工事（南工区）
建築地	大阪府泉佐野市泉州空港北1番地
発注者（監督員）	関西エアポート 株式会社
	（補助監督員）新関西国際空港エンジニアリング 株式会社
設計者（技術アドバイザー）	株式会社 日建設計
施工	株式会社 竹中工務店
工期	2017年11月14日～2019年1月30日

株式会社



■建物概要

構造	S造、SRC造
階数	地上4階 地下1階
建物規模	南工区：幅834m、奥行き152m



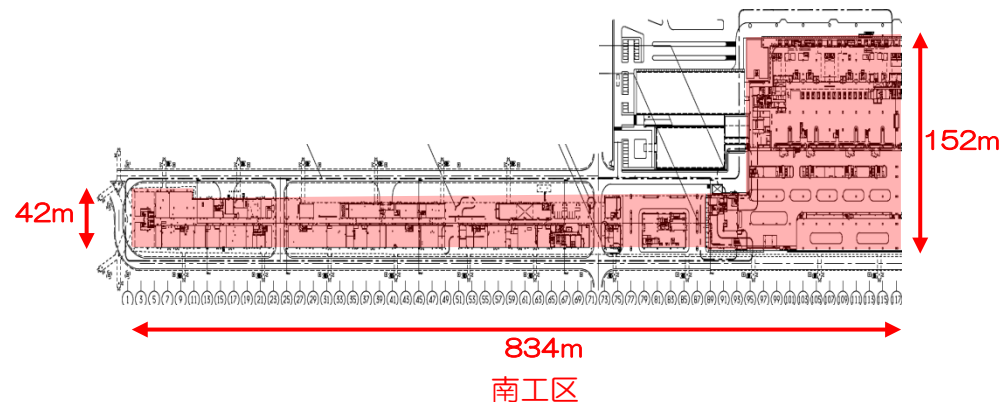
南工区：竹中工務店施工

北工区：他社施工

■不同沈下対策工事内容

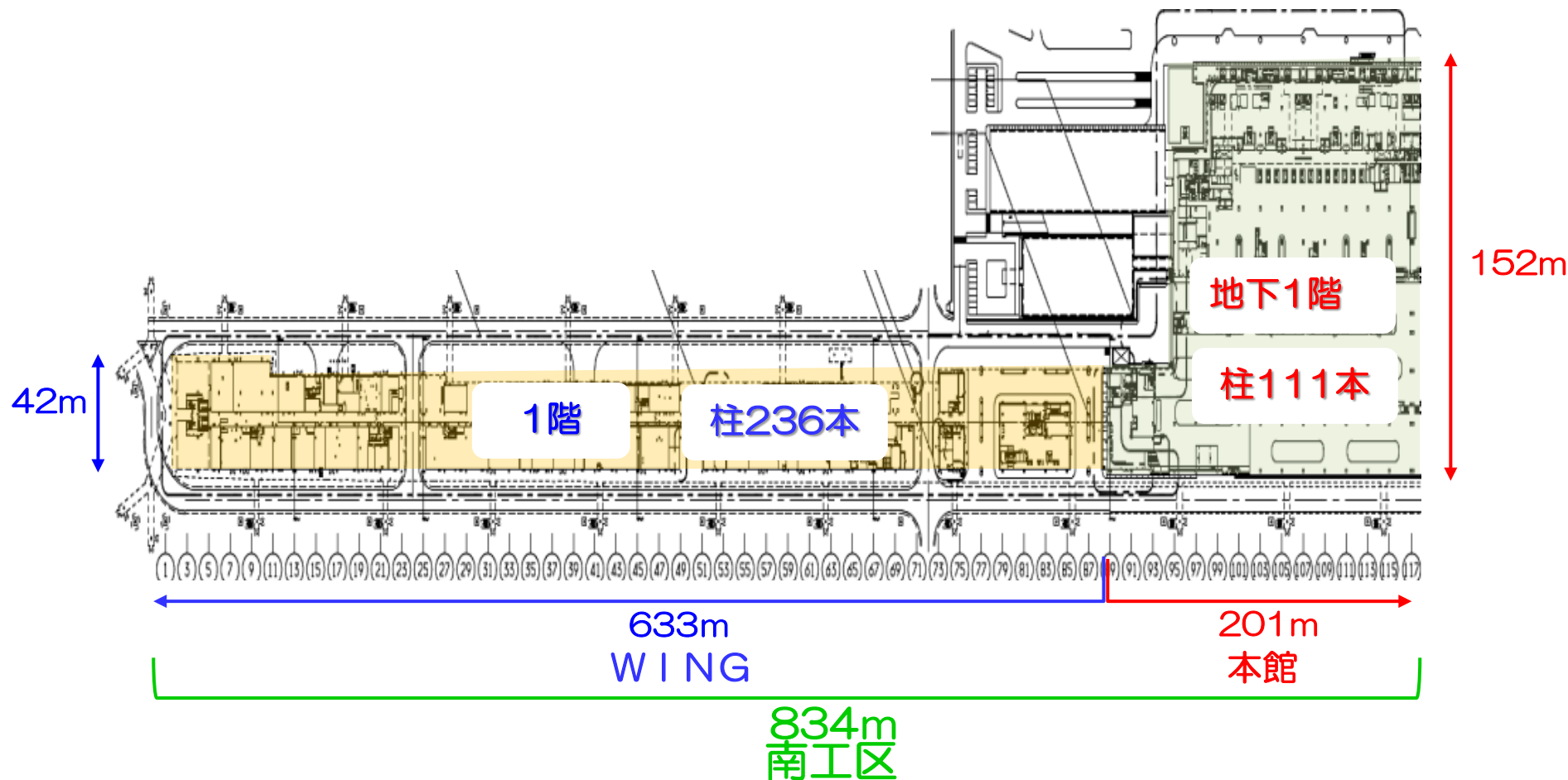
建築工事 ジャッキアップ関連工事
南WING柱延長工事
各所不具合改修工事

設備工事 機械設備工事
電気設備工事
昇降設備工事



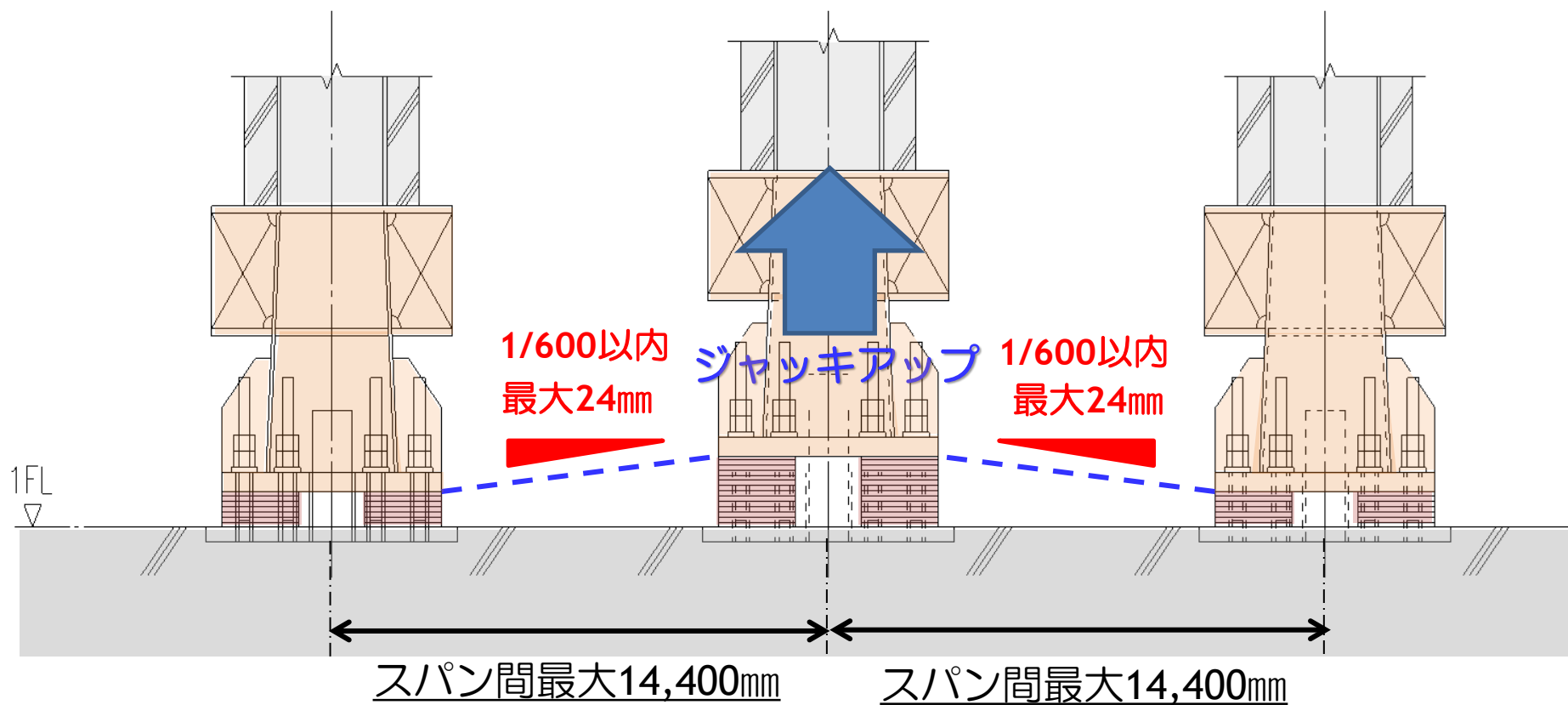
施工条件の把握

本建物は店舗、出入国管理などの**本館**と航空機への乗込み導線、待合ロビーなどの**WING**で構成されており、全長834mの長い建物となっており、柱440本の内、本館では111本、WINGでは236本がジャッキアップ対象となっている。



施工条件の把握～管理値～

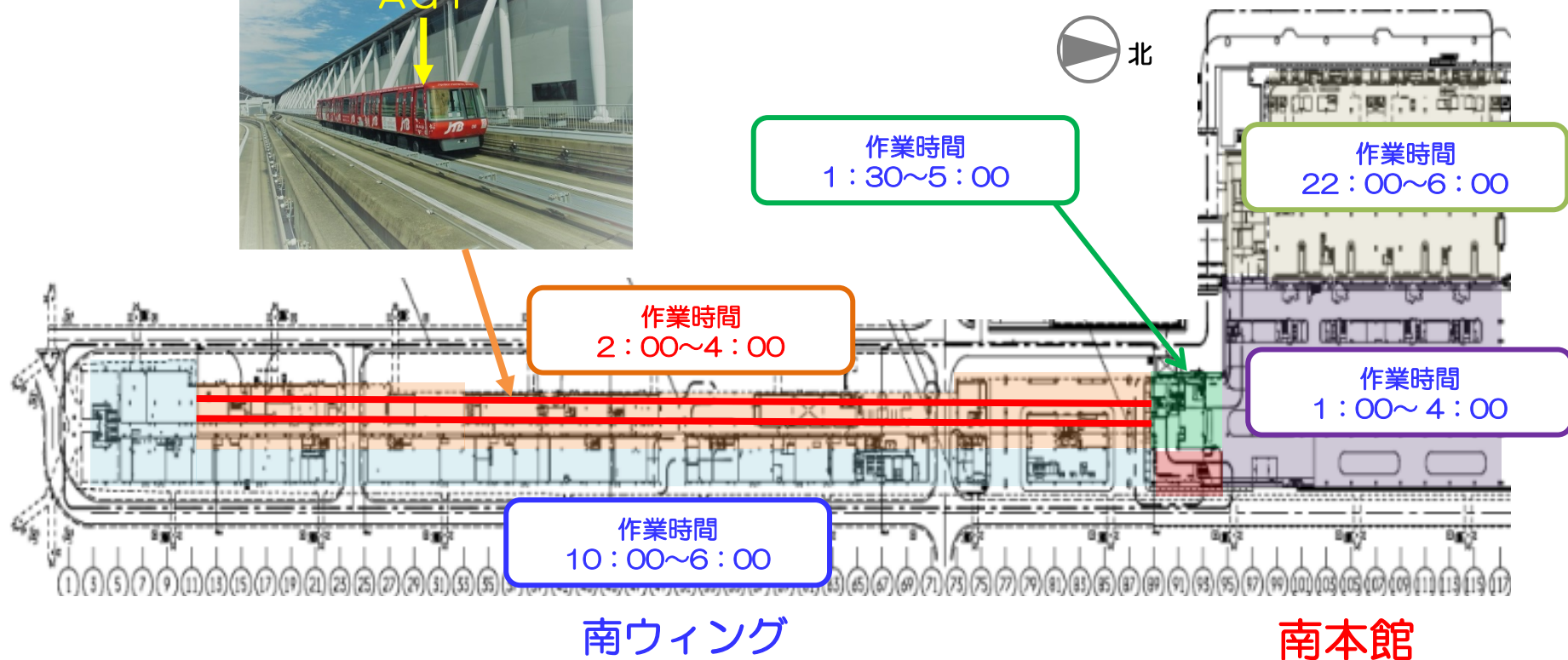
ジャッキアップの管理値としての当該柱とスパン間の相対変形角 $1/600$ を超えないように指定されている。



施工条件の把握～作業における制約～

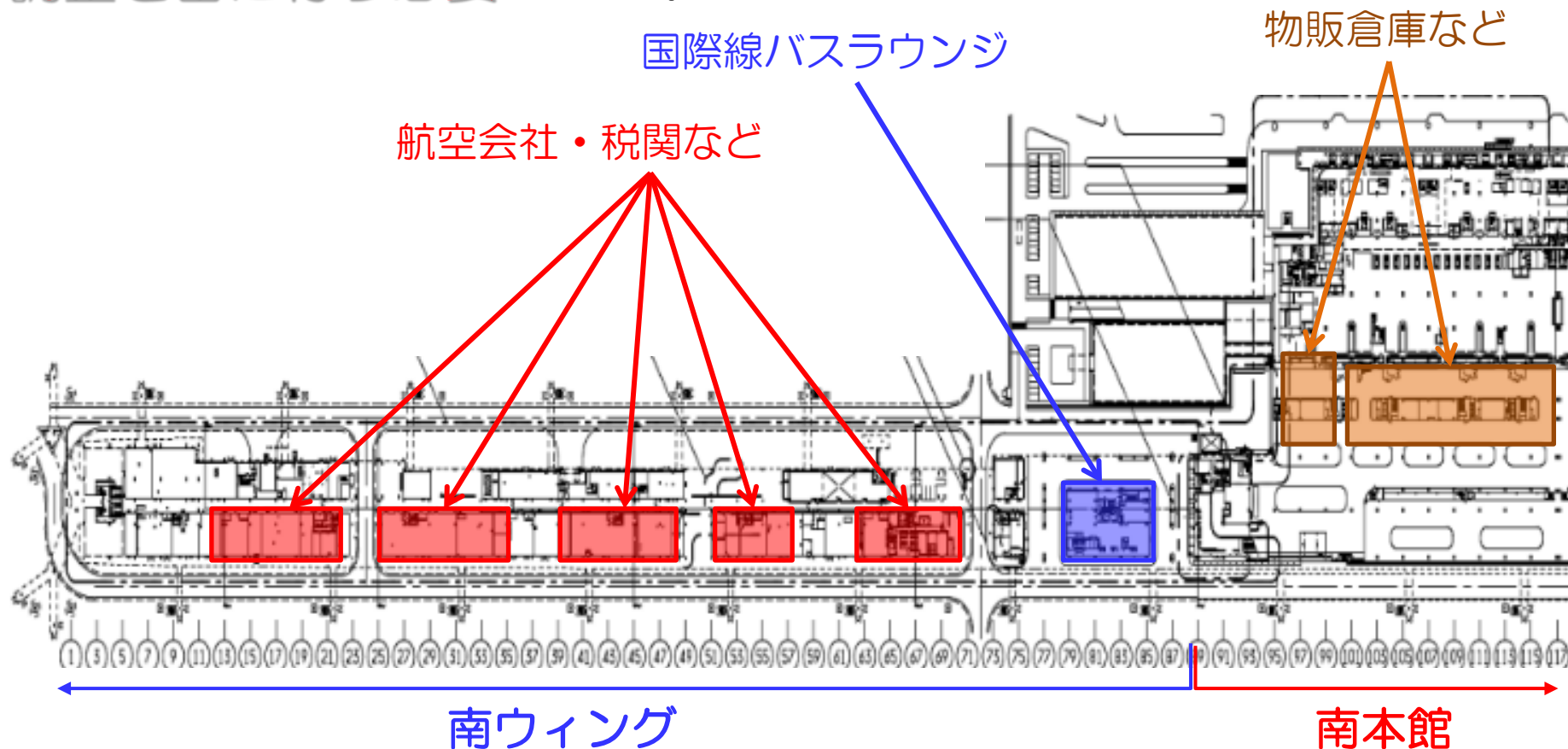
ジャッキアップ工事には空港の運営上から**夜間工事**となるが、**場所により作業時間が決まっています。**

特に**WINGの西側半分のジャッキアップ**は上階に自動案内軌条式旅客輸送システム（AGT）と呼ばれるWING先端までお客を運ぶ無人列車があるため、停止してからの**夜間2：00～4：00の2時間しか作業ができない。**



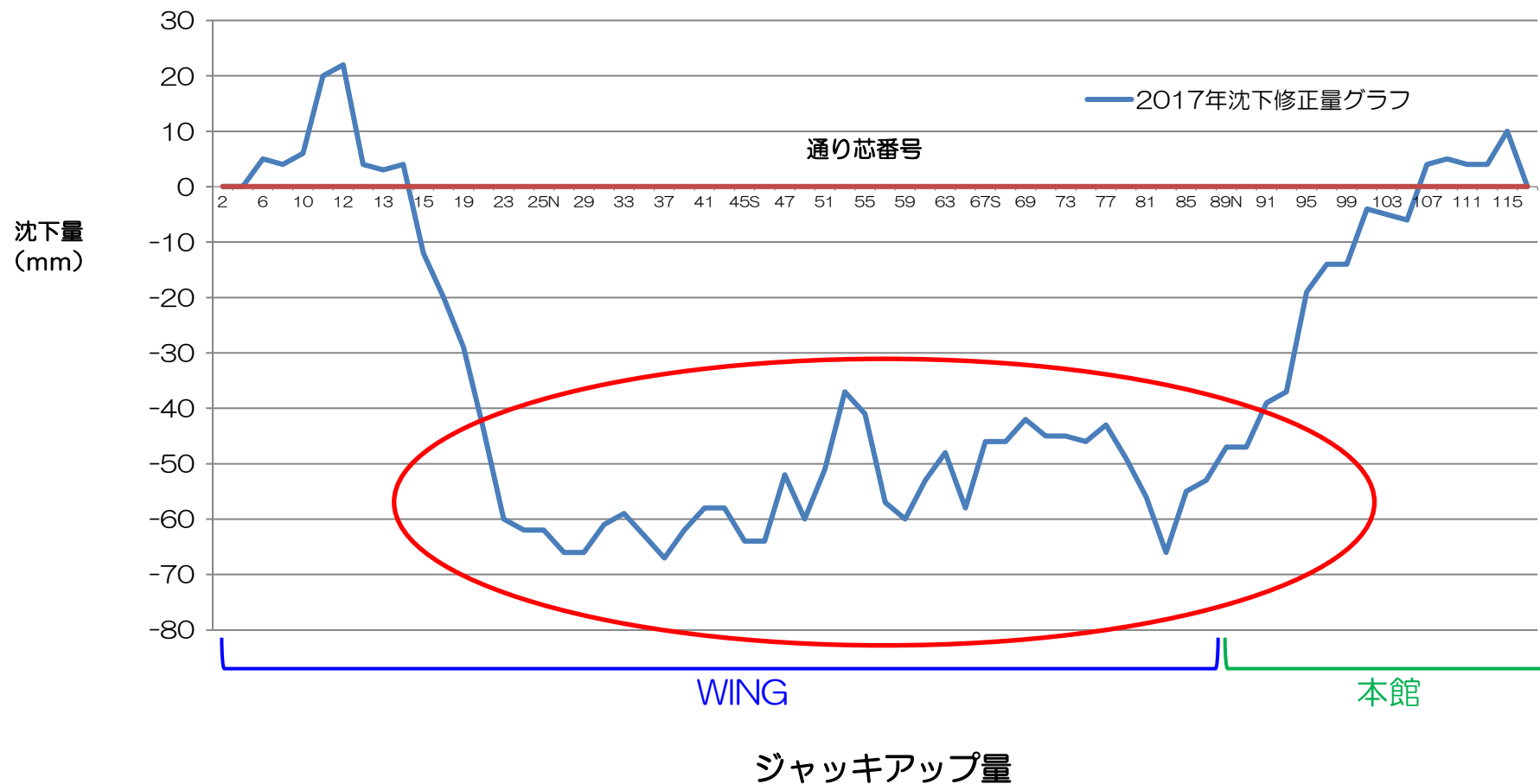
施工条件の把握～作業における制約～

ジャッキアップ対象柱が、空港で働くテナントや飛行機に乗る為のバスラウンジなどの部屋内にもあり、作業日、作業時間の調整を密に行う必要があります。



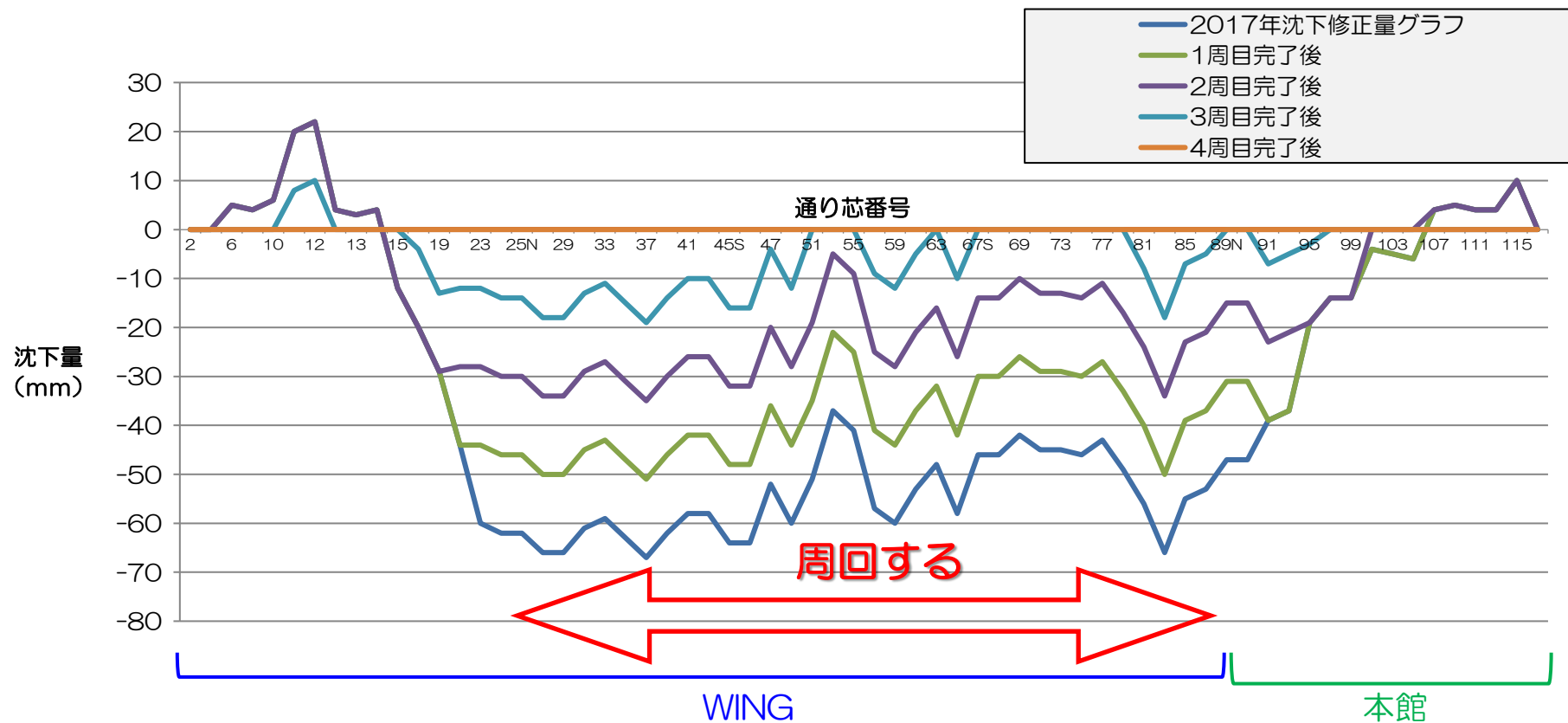
施工条件の把握～ジャッキアップ修正量～

沈下量が不規則で沈下量が凸凹となっている。



施工条件の把握～ジャッキアップ方法～

計画当初、今までのジャッキアップ同様、**端部から順番に規定量のジャッキアップ**を行い、**周回する方法で計画**していた。

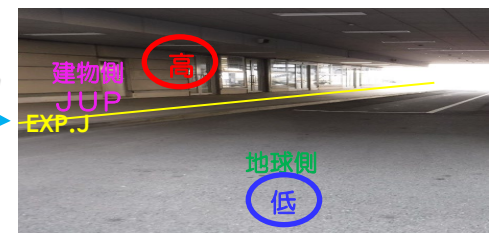
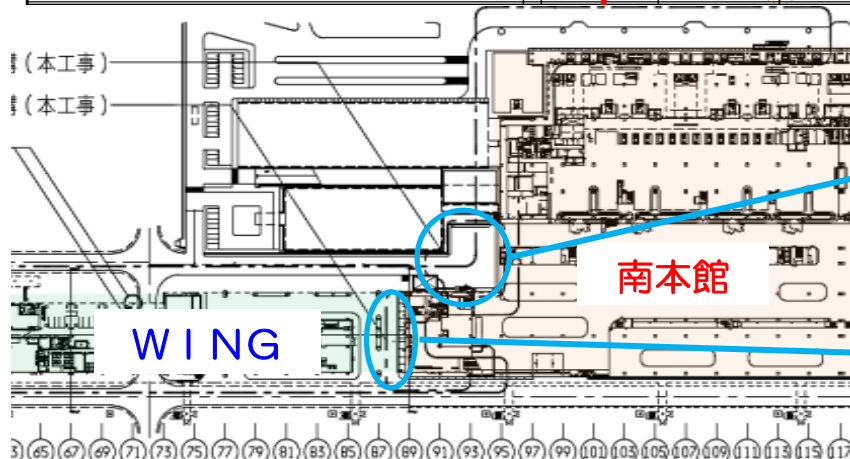
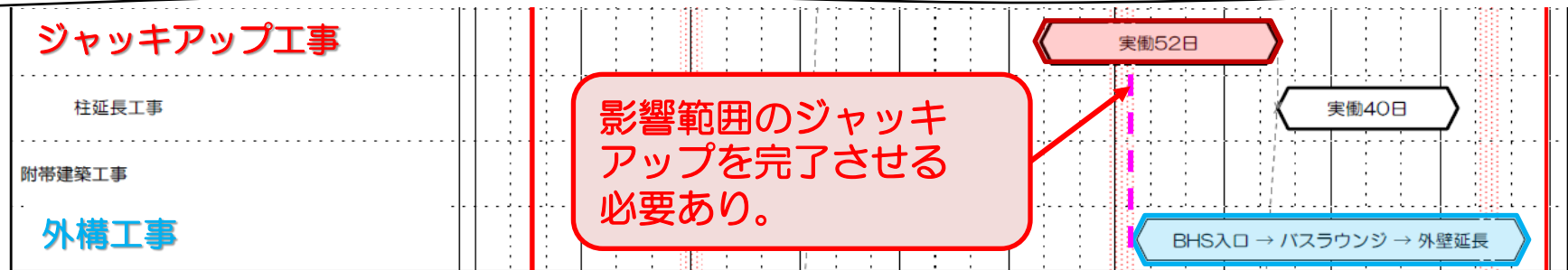


従来のジャッキアップ方法

施工条件の把握～他工事への影響～

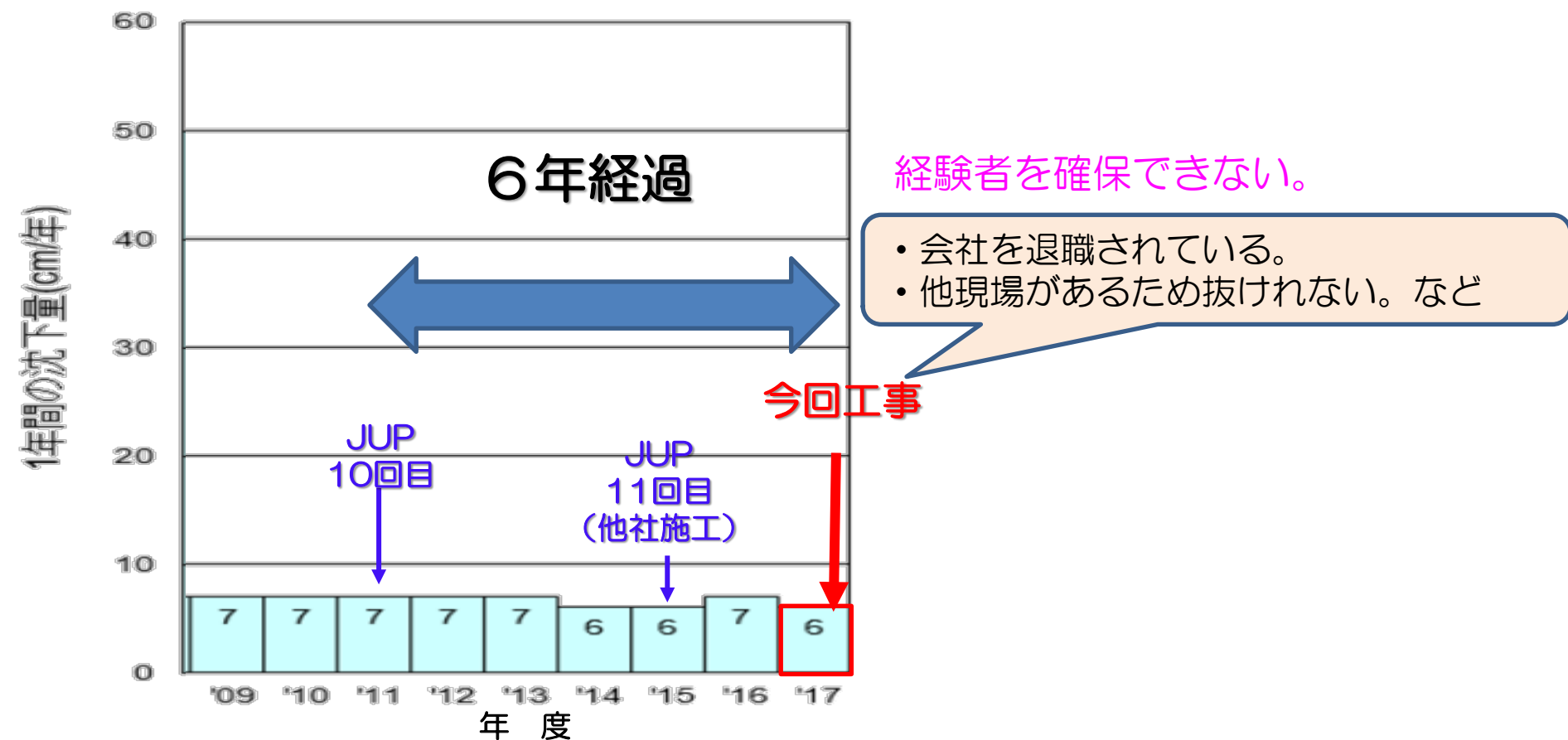
付随工事としてアスファルト高さ調整とグレーチング高さを建物高さに調整する外構工
 があり、隣接する範囲のジャッキアップ完了高さで調整を行うため、ジャッキアップ
 工事中旬までには、影響範囲のジャッキアップを完了させておく必要があった。

2017年関西空港PTB不同沈下修正 JUP関連工程（案）											
期間：2017年 11月 1日 ～ 2018年 8月 31日											
作業	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	計画当初	
	10/20/30	10/20/30	10/20/30	10/20	10/20/30	10/20/30	10/20/30	10/20/30	10/20/30	10/20/30	引渡し日



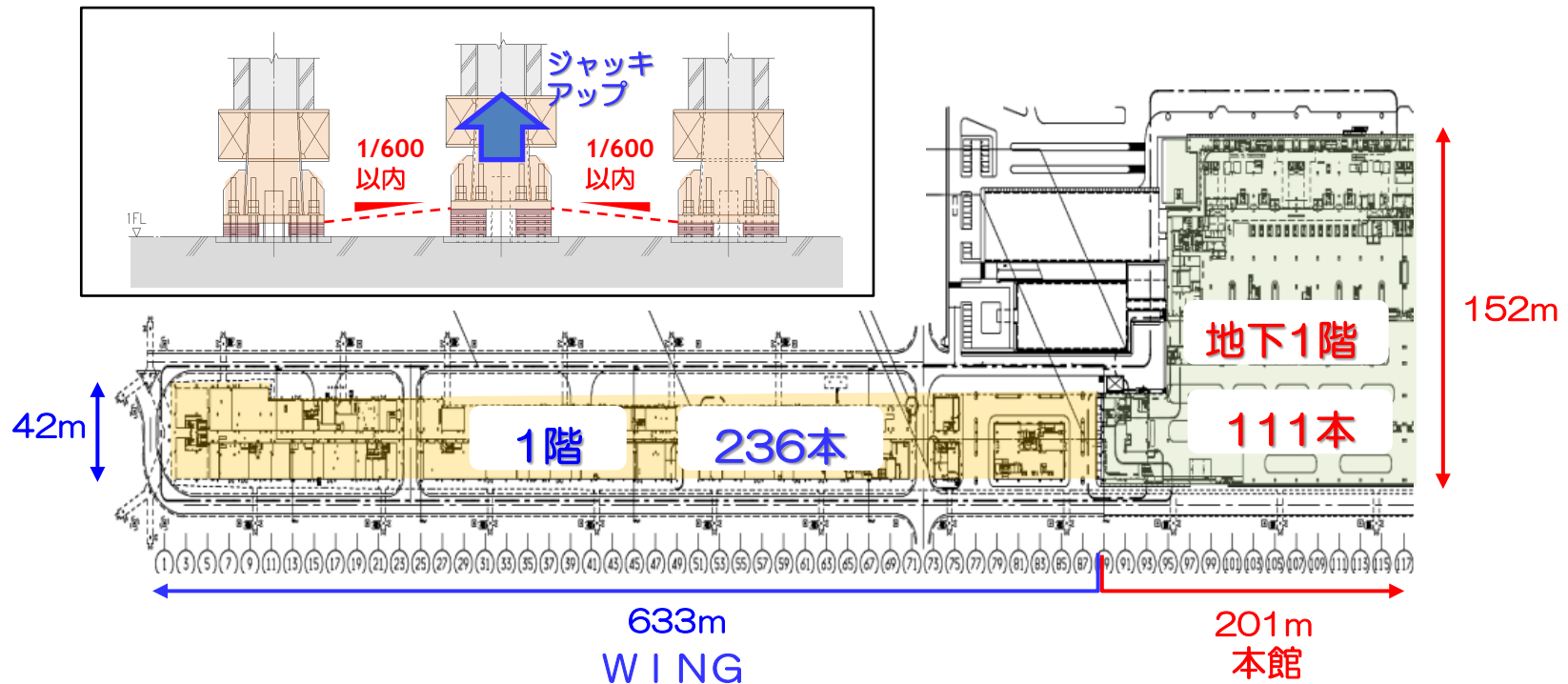
施工条件の把握～ジャッキアップ作業員～

前回工事から6年経っており、前回の作業員が集まらず、今回作業員全員**関空ジャッキアップ工事経験が無かった。**



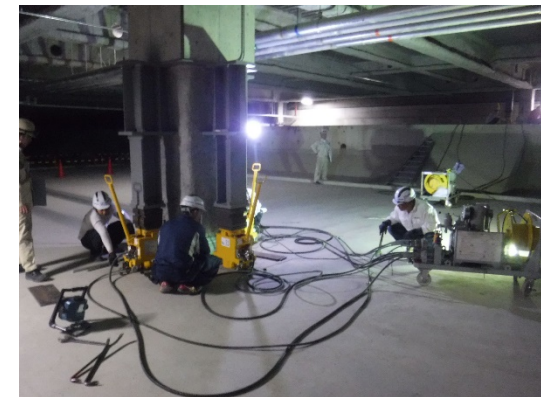
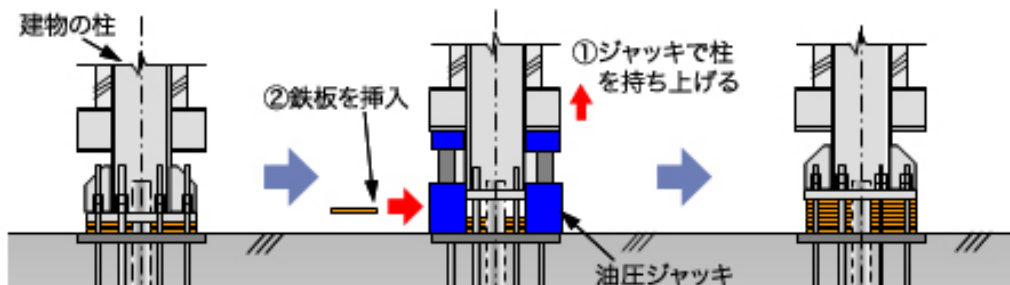
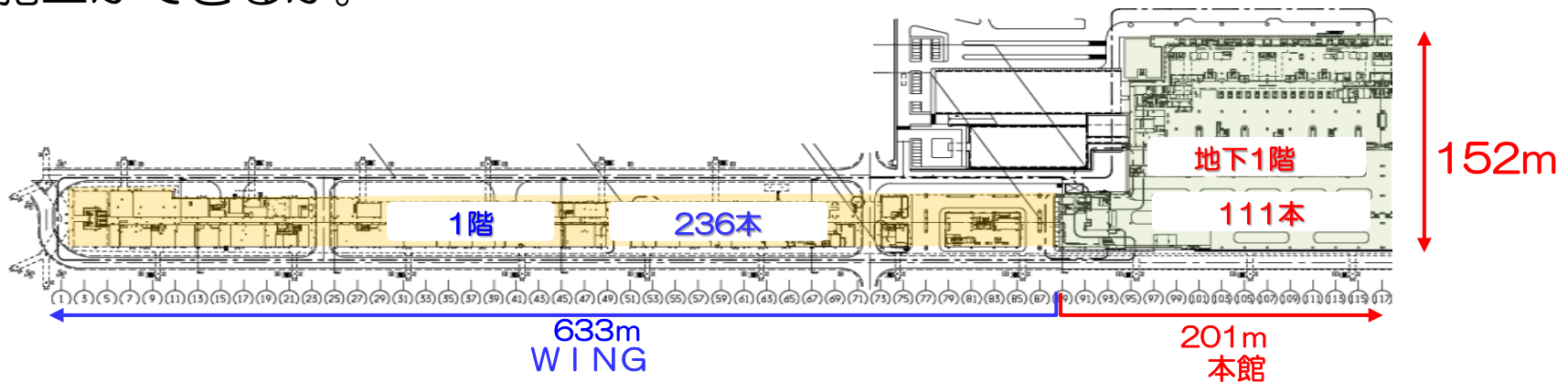
ジャッキアップ工事を実施するための課題

- ①隣接柱との相対変形角 $1/600$ を守りながら、長い建物を如何に効率よく、後工程に影響のないようジャッキアップを行うか。
- ②関空ジャッキアップ工事経験のない作業員に如何に安全で問題なく施工できるか。
- ③テナント、航空会社にジャッキアップの影響を与えず、クレームののない施工ができるか。



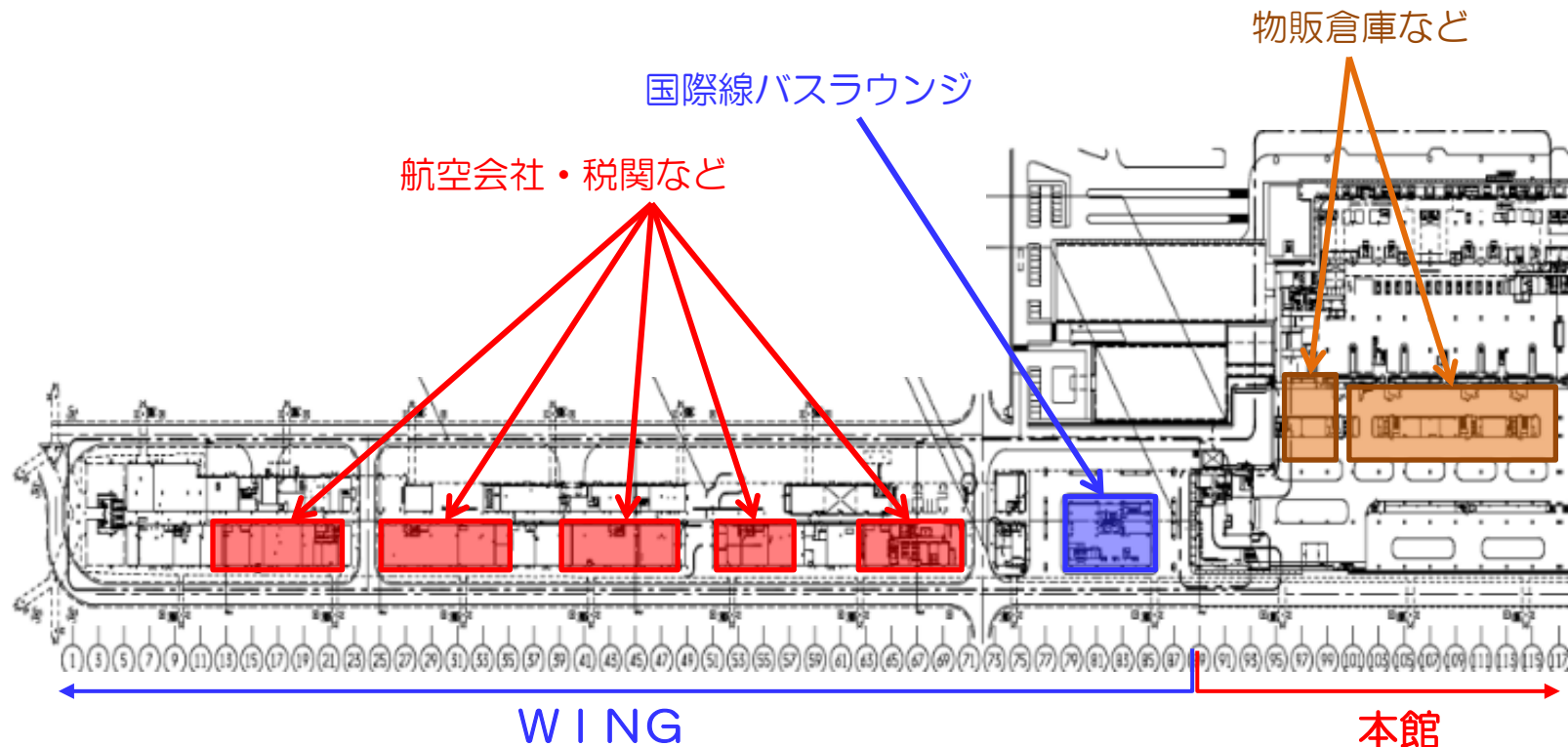
ジャッキアップ工事を実施するための課題

- ①隣接柱との相対変形角 $1/600$ を守りながら、長い建物を如何に効率よく、後工程に影響のないようジャッキアップを行うか。
- ②関空ジャッキアップ工事経験のない作業員に如何に安全で問題なく施工できるか。
- ③テナント、航空会社にジャッキアップの影響を与えず、クレームのない施工ができるか。



ジャッキアップ工事を実施するための課題

- ①隣接柱との相対変形角 $1/600$ を守りながら、長い建物を如何に効率よく、後工程に影響のないようジャッキアップを行うか。
- ②関空ジャッキアップ工事経験のない作業員に如何に安全で問題なく施工できるか。
- ③テナント、航空会社にジャッキアップの影響を与えず、クレームのない施工ができるか。

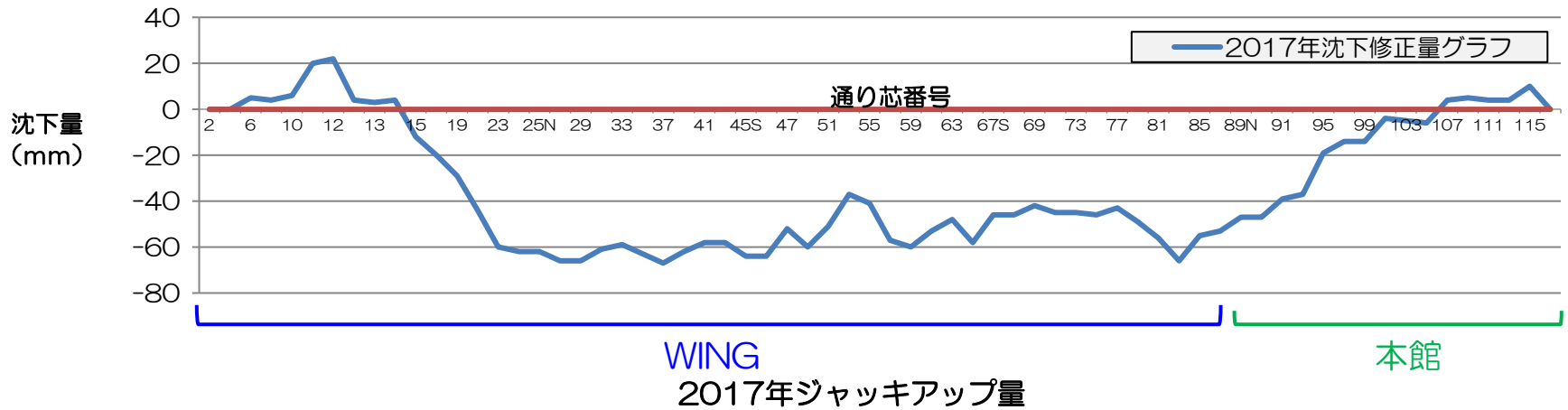


課題①隣接柱との相対変形角1/600を守りながら、長い建物を如何に効率よく、後工程に影響のないようジャッキアップを行うか。

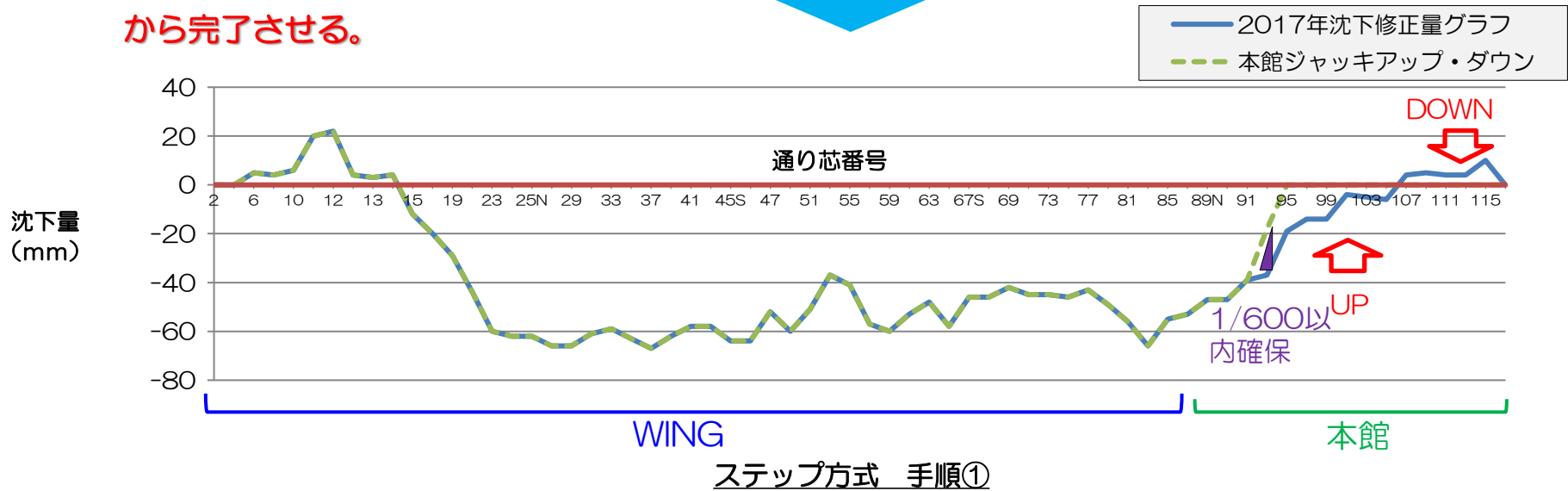
対策① 3方式の比較検討によるジャッキアップ手順の改善

検討案	従来方式（周回）	検討案（ブロック方式）	検討案（ステップ方式）
工法概略			
移動距離	大	小	中
後工程への影響	×	○	○
品質管理難易度	凸凹に対応したジャッキアップが必要 △	ブロックの境目では4スパン程度かけて勾配を1/600にしないといけない。そのため1回あたりのジャッキアップ量算出が難 ×	②の均一化により管理が簡素化 ○
全体工期	△	△	○
コスト	△	△	○

ステップ方式の手順

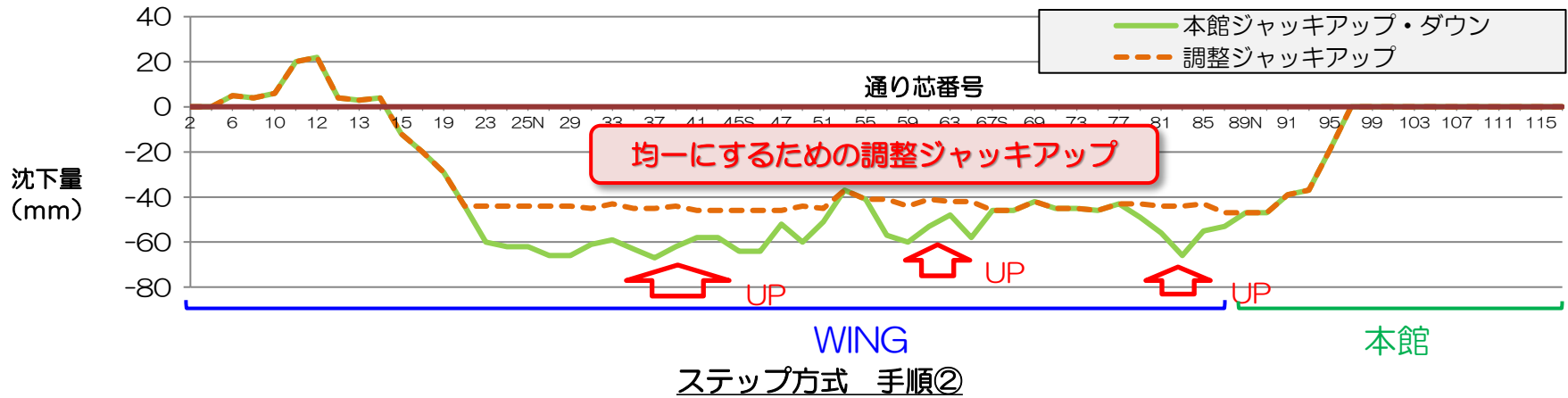


手順1：ジャッキアップ量の少ない本館側から完了させる。

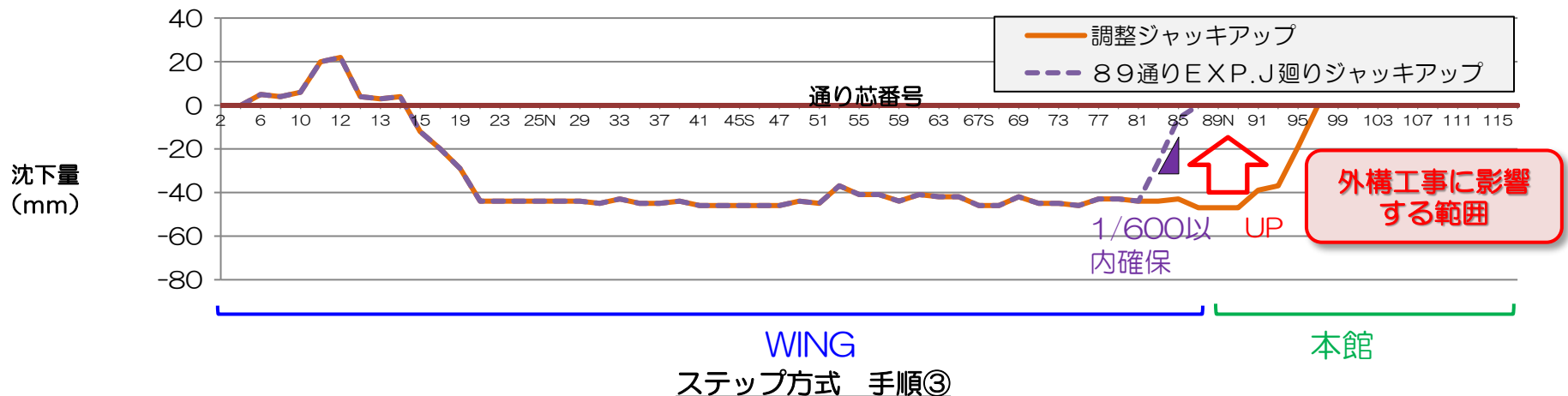


ステップ方式の手順

手順2：WINGの不規則に沈下している範囲の柱レベルを揃える。

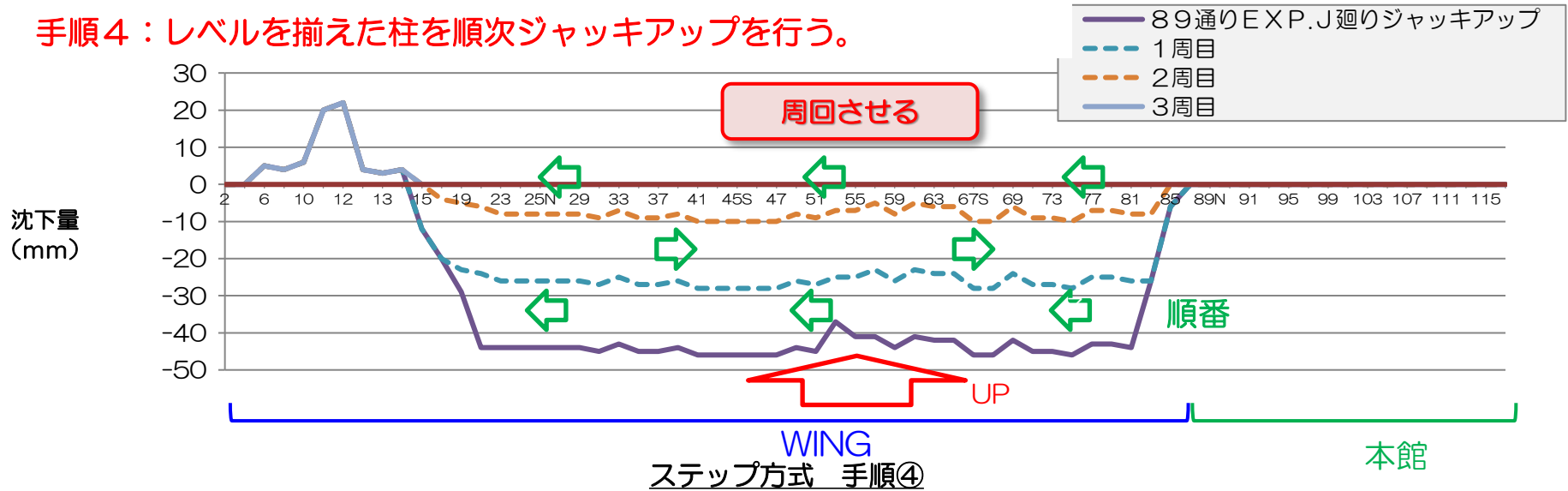


手順3：外構工事着手に影響する範囲（本館とWINGのEXP.J付近一帯）のジャッキアップを行う。



ステップ方式の手順

手順4：レベルを揃えた柱を順次ジャッキアップを行う。



手順5：残ったWING先端のジャッキダウンを行う。



課題②未経験作業員への教育

対策②手順書の作成と現地現物指導

ジャッキアップ未経験作業員

問題点①

ジャッキアップの方法が分からない。



対 策

作業手順書を作成し、教育を行う。

問題点②

ジャッキ機材の操作方法が分からない。



対 策

ジャッキ操作手順作成し、教育を行う。

問題点③

ジャッキアップのルールが分からない

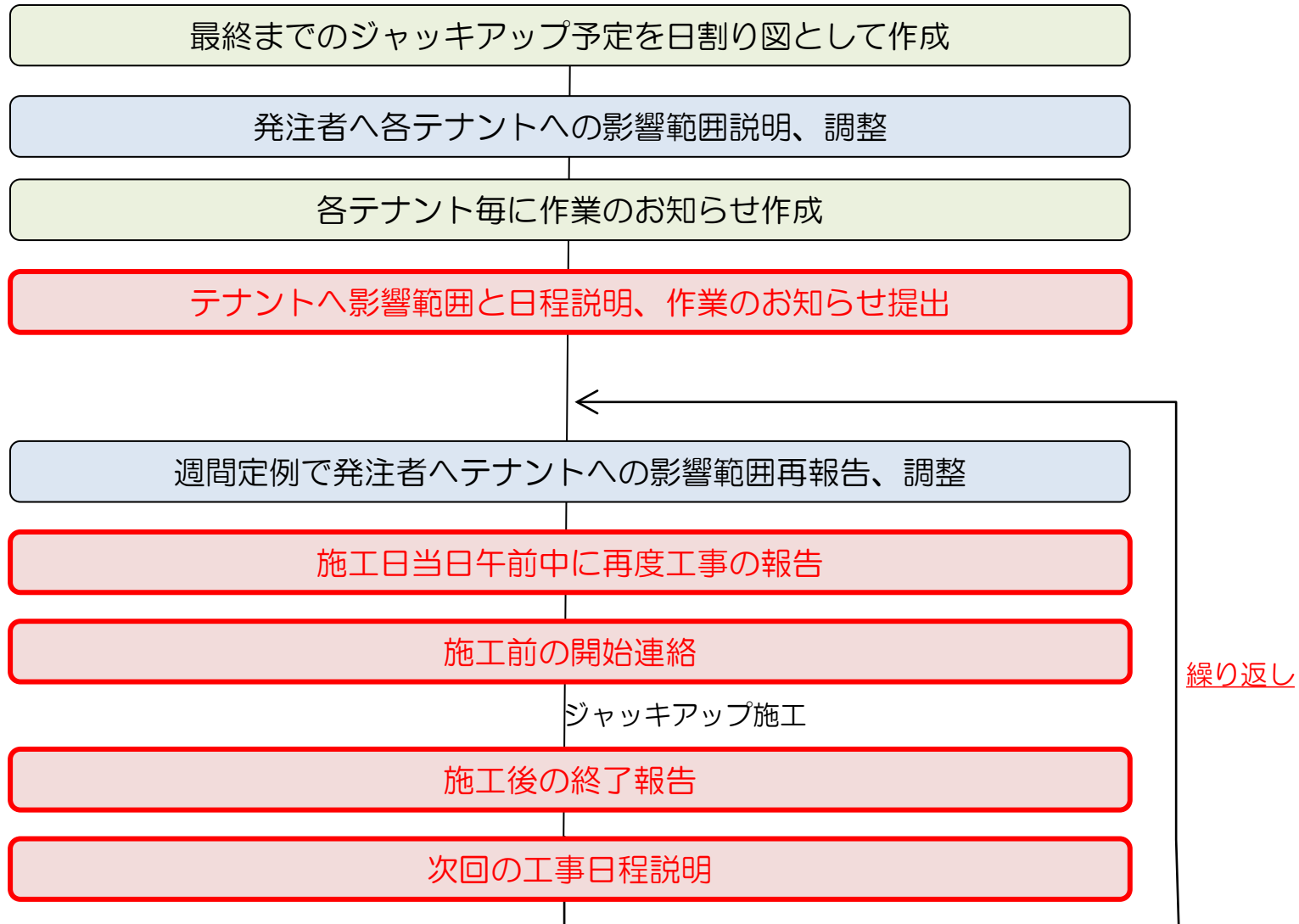


対 策

ジャッキアップ専用の作業指示書を作成し運用を図る。

課題③クレームのない施工をするには

対策③テナントへの工事報告フローの作成

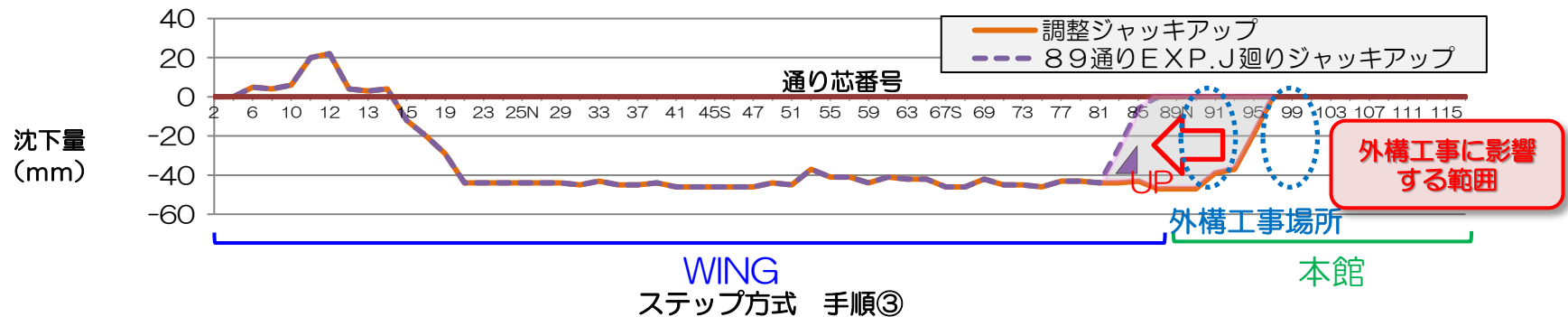


 : 対発注者 : 対テナント

対策①の実施結果

EXP.J付近一帯を先行ジャッキアップしたことで外構工事を予定通り着手することが出来た。

手順③：89通りEXP.J廻り（本館～WING間）のジャッキアップをブロック的に行い、完了させる。



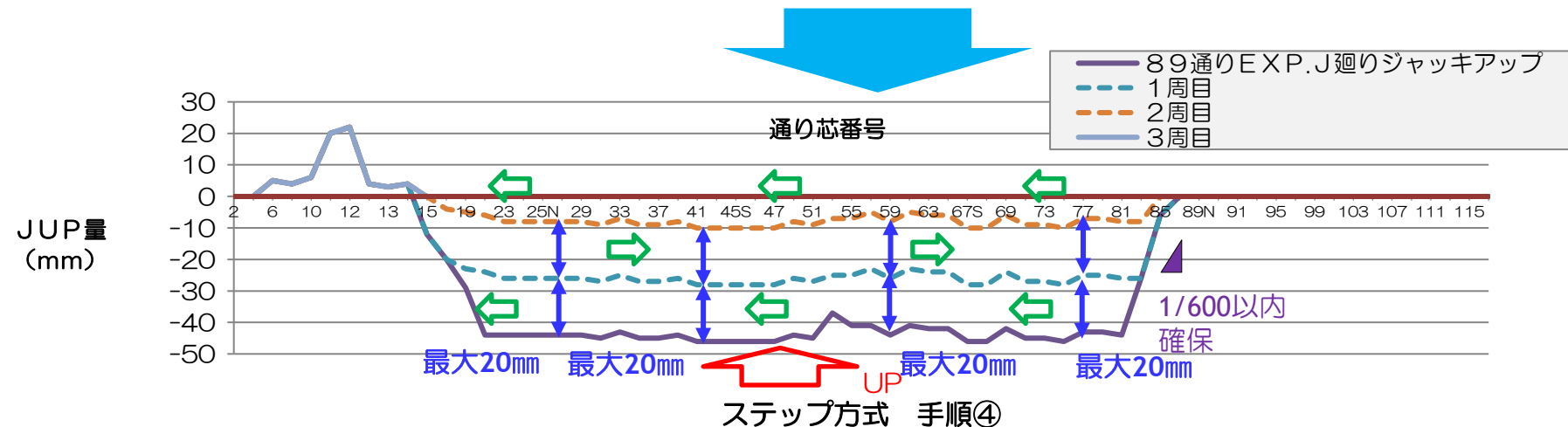
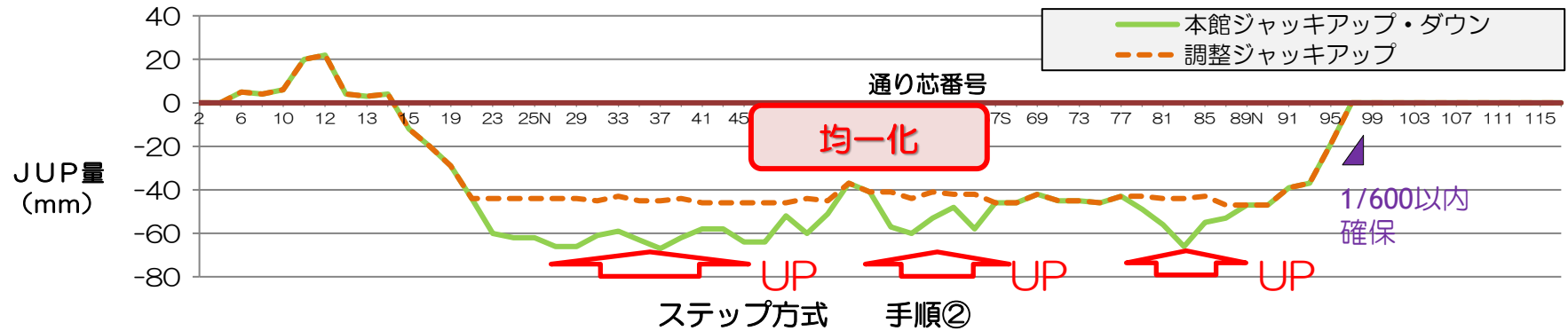
EXP.J付近一帯の先行ジャッキアップ状況



外構工事着手

対策①の実施結果

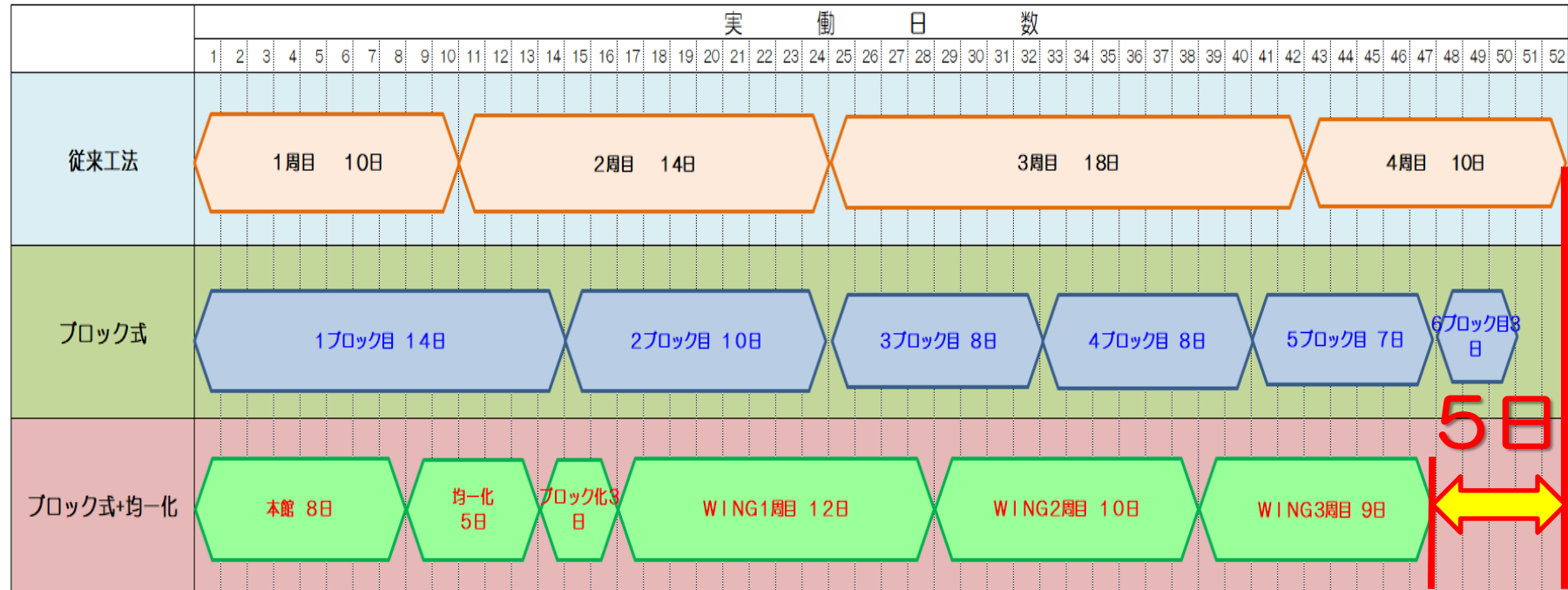
不規則に沈下してる範囲の柱レベルを予め揃えたことで、



管理値である相対変形角 $1/600$ の最大まで上げることができ、さらに各柱同じ量のジャッキアップが可能となり、ジャッキアップ量管理が簡素化された。

工程の短縮・施工品質の向上

対策①の実施結果

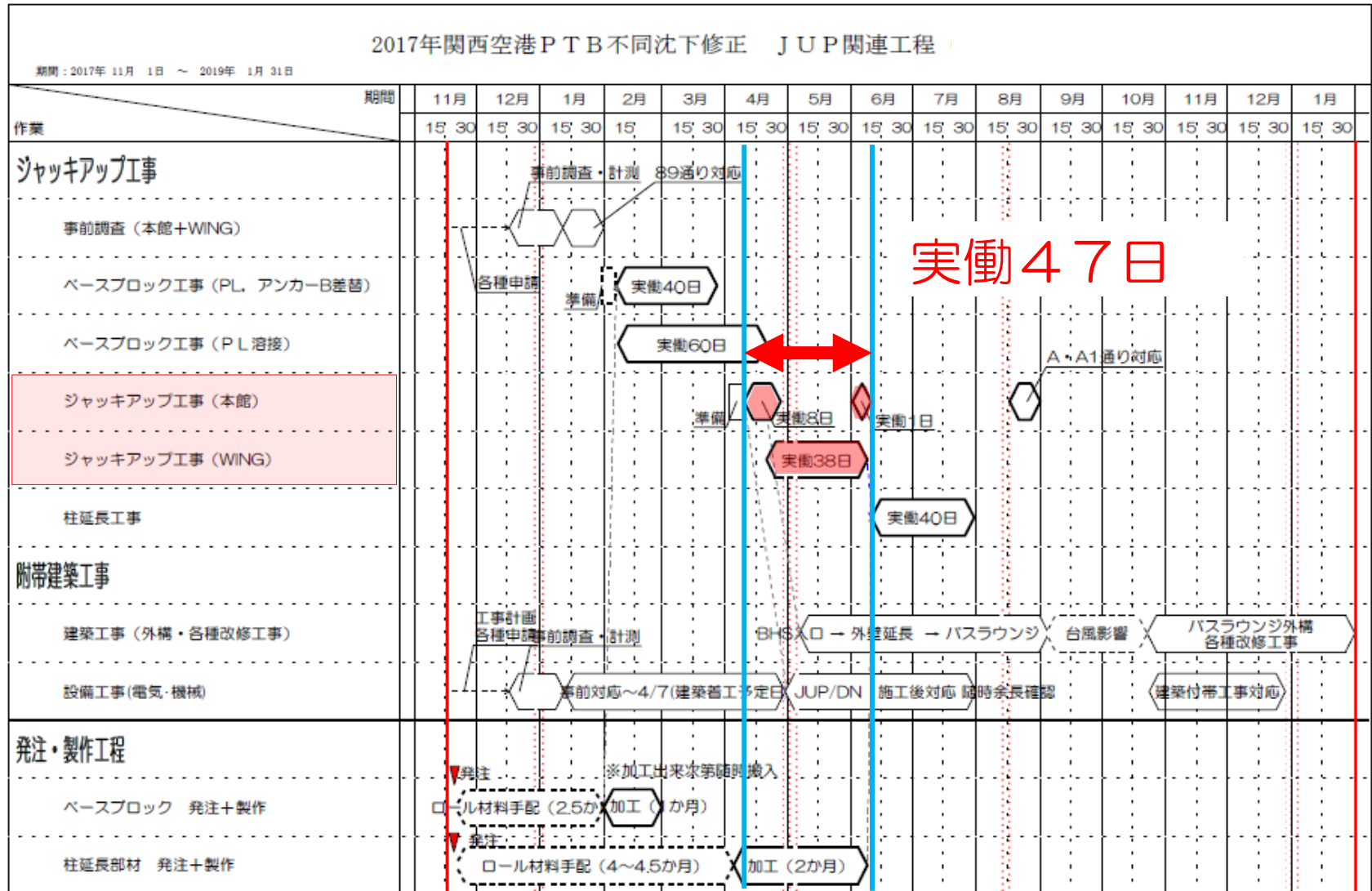


ジャッキアップ方法を改善したことにより、従来工法より**5日短縮**

工期を**5日短縮**できたことにより、作業員人工が減り**約150万円**の原価低減を図れた。

対策①の実施結果

ジャッキアップ方法を改善する事により、**47日で完了**することが出来た。



対策②の実施結果「手順書の作成と現地現物指導」

ジャッキアップ工事未経験作業員

問題点①

ジャッキアップの方法が分からない。

問題点②

ジャッキ機材の操作方法が分からない。

ジャッキアップ工事ステップ

STEP1
ジャッキで梁の既設フィラーを片側分取除く

注意

- ジャッキアップは既設梁の両側で行うこと
- ジャッキアップはフィラープレートが既設梁の両側でストッパする
- ジャッキの上には必ず座金があること
- フィラープレートは1枚ずつ取り除く
- 手動調整でフィラーシートを落とすことはない
- 既設フィラーの両側に、同じ高さの座金をつけるように調整する

STEP2
既設ボルトを撤去する（片側ずつ）

注意

- 両側に両方つけて撤去する
- ボルトを撤去しないように両側に両方つけて撤去する
- 撤去の順序は両方につける

STEP3
ベースブロックを用いた上げ位置調整（位置決め及び落下防止）

注意

- ベースブロックは既設梁の両側に設置する
- ベースブロックの両側は既設梁の両側に設置する
- ワイヤーの両端は既設梁の両側に設置する
- ワイヤーの両端は既設梁の両側に設置する
- ワイヤーの両端は既設梁の両側に設置する

STEP4
アンカーボルトを再セットしフィラープレートを挿入する

注意

- フィラープレートは既設梁の両側に設置する
- フィラープレートは既設梁の両側に設置する
- フィラープレートは既設梁の両側に設置する
- フィラープレートは既設梁の両側に設置する
- フィラープレートは既設梁の両側に設置する

写真付き手順書作成

油圧ユニット操作（ジャッキアップ）

レバーの中立を確認する	ジャッキ側のバルブを閉め込む ※右向き	黄色バルブ 開き 赤色バルブ 締め 青色バルブ 開き	ジャッキが腕木の中心か確認する
・レバーを左に入れる（ジャッキアップ） ・電源投入	・ジャッキが上がっているを確認する ・腕木に当たるまで上げる	・10MPaまでゲージが上がったら 電源をOFFにする ・腕木タッチ完了	本ジャッキアップ開始 ・ジャッキが上がり、柱もあがる ジャッキの側には絶対に立たないこと ・規定ジャッキアップ後電源をOFF

油圧ユニット操作（ジャッキダウン）

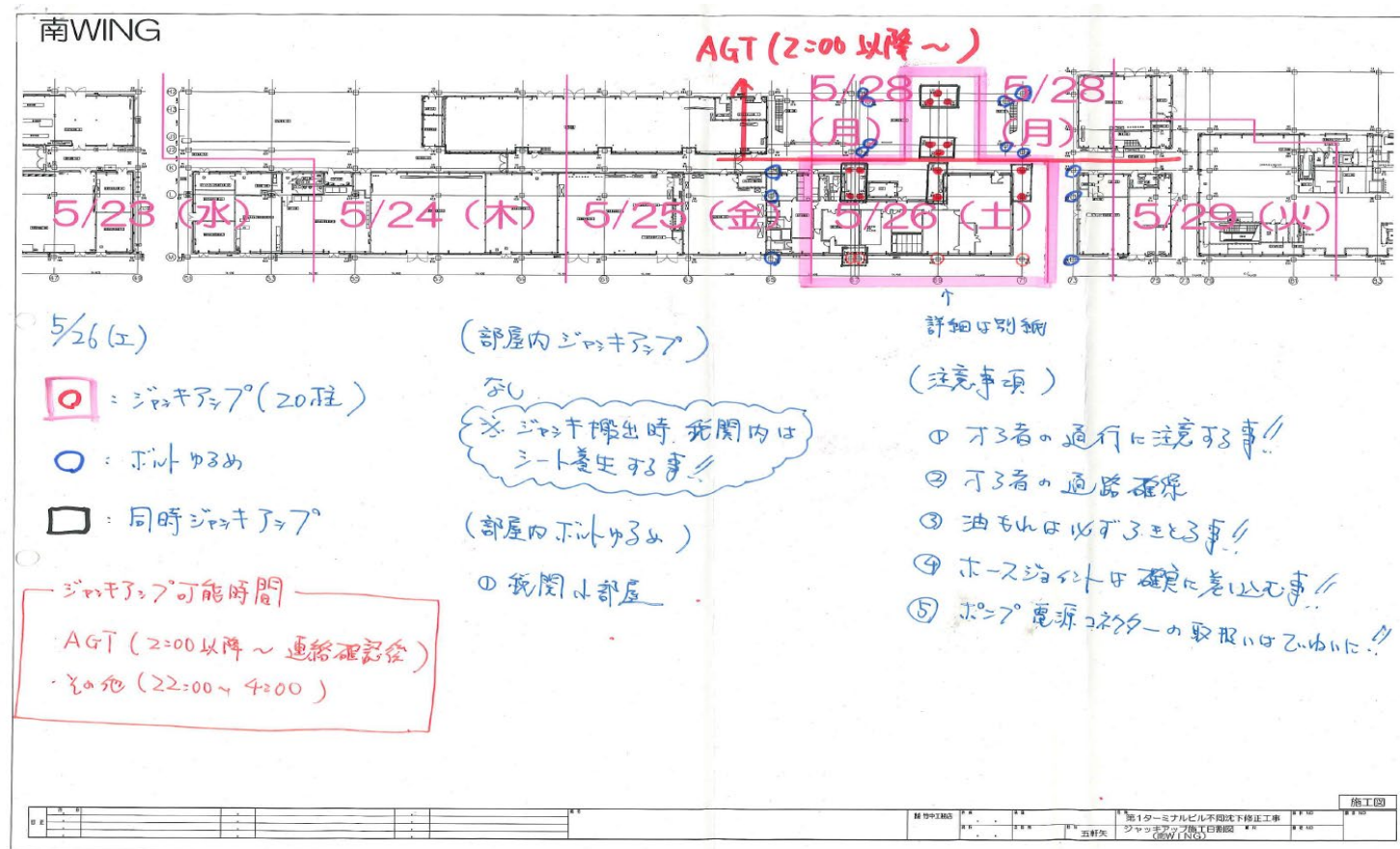
黄色バルブ 締め 赤色バルブ 締め 青色バルブ 開き	ジャッキ側のバルブを解放する ※左向き	レバーを右に切りかえる	赤のバルブをゆっくり解放し、 ジャッキが下がってきたら解放ストップ ジャッキの側には絶対に立たないこと
・柱が最後まで降りたら赤バルブ全開放	黄色バルブを解放する	・電源投入	・ジャッキが縮みきったら電源OFF レバーを左右に振り圧抜きをする

油圧装置操作手順作成

対策②の実施結果「手順書の作成と現地現物指導」

問題点③

ジャッキアップのルールが分からない



対策②の実施結果「手順書の作成と現地現物指導」

3つの資料を配布



説明会の実施状況

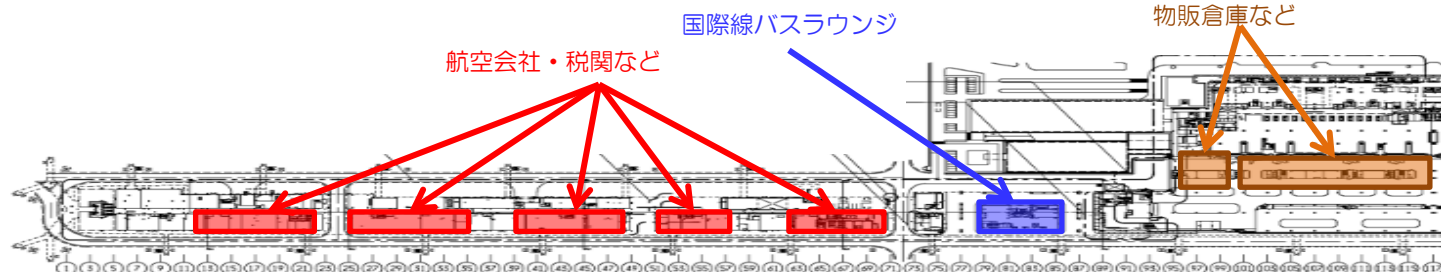


現地での指導状況

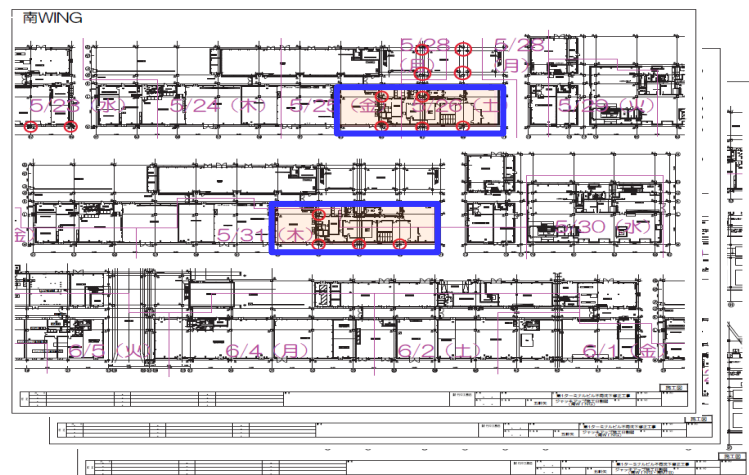
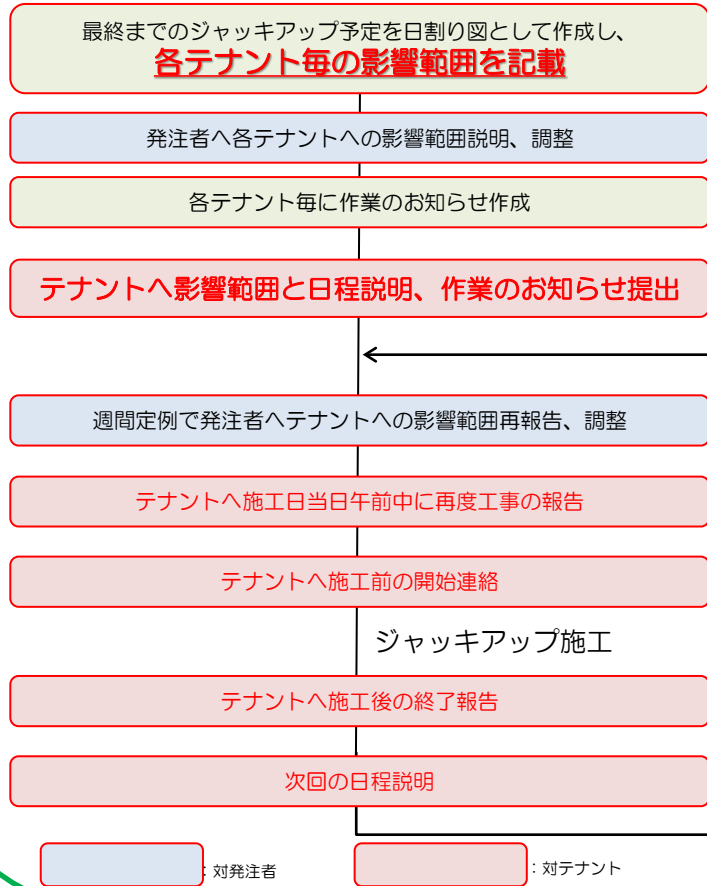
技術の継承

無事故無災害達成

対策③の実施結果「テナントへの工事報告フローの作成と実施」



テナントへの工事報告フロー



影響範囲記載の日割り図

関係者名		連絡先	
発注者	代表取締役 〇〇 〇〇	TEL	0120-1234-5678
テナント	代表取締役 〇〇 〇〇	TEL	0120-1234-5678
施工会社	代表取締役 〇〇 〇〇	TEL	0120-1234-5678
監督者	代表取締役 〇〇 〇〇	TEL	0120-1234-5678

作業のお知らせ

下記の通り、作業を行います。ご了承ください。

作業内容	作業日時	作業場所	作業内容	作業日時	作業場所
ジャッキアップ	5/28 (木) 5/29 (金) 5/30 (土) 5/31 (日)	南WING 1F	ジャッキアップ	6/4 (月) 6/2 (土) 5/1 (金)	南WING 1F

作業のお知らせ

本工事により、テナントの営業に支障を及ぼす可能性があります。ご了承ください。

作業のお知らせ

本工事により、テナントの営業に支障を及ぼす可能性があります。ご了承ください。

繰り返し

作業のお知らせ

対策③の実施結果「テナントへの工事報告フローの作成と実施」

その結果



テナント内部作業状況

テナントとの信用のアップに繋がり、信頼関係も築けたことで工事をスムーズに進めることができた。

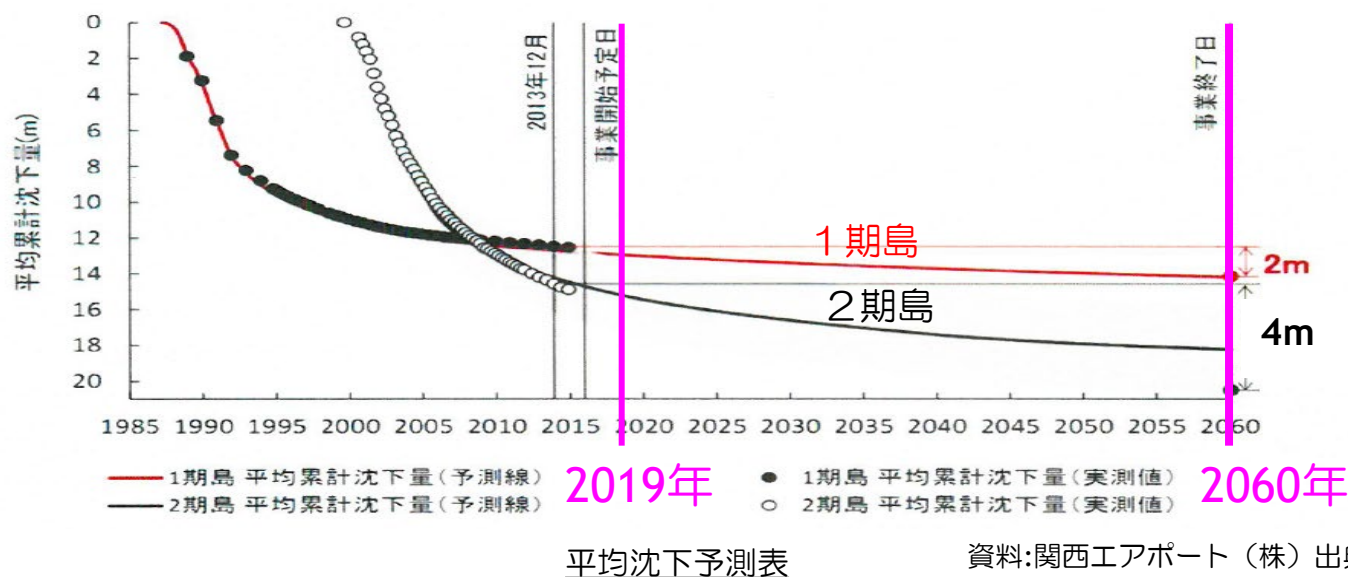
クレームなく工事を完了

結論

- Q : 均一化する調整ジャッキアップを行い、ジャッキアップ量が一定化されることで、管理が簡素化でき、管理値である相対変形角1/600以内で無事工事を完遂できた。
- C : 工程を短縮できたことで作業員人数を減らせ約150万低減できた。
- D : ジャッキアップ方法の改善と作業員にジャッキアップ方法を指導したことで5日縮めることができた。
- S : 現地現物で施工手順の指導と教育により、無事故無災害で終えることができた。

結論

- Q C D Sを達成したことにより、今後の工事受注に向けて、**お客様との信頼関係をより強いものにできた。**
- 今回の改善方法を今後の**ジャッキアップ工事にも水平展開を図り、技術の伝承とさらなる生産性の向上に寄与したい。**



今後も継続的にジャッキアップ工事が必要となる。

ご清聴ありがとうございました。