

東海道新幹線近接地における施工とスタジオ工事の報告 —NHK新静岡放送会館建設工事—

永井嘉隆 * 大曲章雅 * 松林丈晴 * 杉勝博 * 岡本正臣 * 佐藤春喜 *

本工事は約55年間運用され、老朽化したNHK静岡放送会館を移転整備するものである。建設地はJR静岡駅から東へ約600mにあり、東海道新幹線高架に市道を挟んで隣接している。主体構造は基礎免震+PCaPC構造である。基礎、躯体工事、地上高さ約60mの通信鉄塔工事では日本の大動脈である東海道新幹線の運行に支障を及ぼさないよう様々な取組みを行った。本稿では東海道新幹線近接施工の取組みと当社が初めて手がけた日本放送協会の地方局のスタジオ工事について報告を行う。

キーワード：東海道新幹線、営業線近接工事、鉄塔工事、スタジオ工事

1. はじめに

旧局舎は、日本放送協会（以下、NHK）の静岡局としては3代目の建物となり、55年間に亘り運用されていた。建物は全国のNHK放送局の中でも古い部類に入り、老朽化した放送局が順次建替えを行う中であって、2013年10月に、建設用地（旧静岡ガス㈱本社跡地：東海道新幹線営業路線沿い）が決定、静岡局の建替え・移転計画が具体化し、2018年3月開局に向け四代目となる新局舎の建設・移転プロジェクトがスタートした。

今回の建設工事では、いかなる災害時にも対応できる放送機能の強化、緊急報道等情報発信・マネジメント機能強化、県民や地域住民に親しまれる放送局の3点をコンセプトに『防災放送局』を実現する。これは東海地震などを念頭に災害報道に特に力を入れるべき局との位置づけがなされている。

当工事は、東海道新幹線沿線での近接工事でJR東海新幹線鉄道事業本部（以下、JR新幹線本部）及び同静岡支社静岡保線所（以下、JR静岡保線所）との各施工フェーズにおける協議・対策に関する取組を報告する。併せ

て、当社として初となるNHK放送会館のスタジオ工事についても報告する。

2. 工事概要

工事名称：NHK新静岡放送会館建設工事

工事場所：静岡県静岡市駿河区八幡1-1-1、他

発注者：日本放送協会

設計監理：株式会社NTTファシリティーズ

建物用途：放送局（事務所）

敷地面積：4,105.39㎡

建築面積：2,256.88㎡

延床面積：5,958.88㎡

本体構造：免震構造、プレキャストプレストレストコンクリート（PCaPC）構造（一部鉄筋コンクリート造、鉄骨造）、直接基礎（地盤改良）

通信鉄塔：鉄骨造

規模：地上4階、地下0階、塔屋0階

建物最高高さ：18.95m

鉄塔最高高さ：65.75m（鉄塔本体43.3m）

実施工期：平成28年3月1日～平成29年9月29日
（19ヶ月）



Fig. 1.1 全景パース（南面）



Fig. 2.1 内観パース（ハートプラザ）

* 名古屋支店 NHK静岡作業所

3. JR協議について

本建物は新幹線高架から幅9mの道路を挟んだ敷地に計画され、新幹線高架側は建物と道路境界に余地がない状態であった。新幹線近接工事について、NHK・(株)NTTファシリティーズによりJR東海との事前協議が行われており、主な同意事項は以下ようになっていた。

- ①JR 静岡保線所と作業方法の打合せ後に工事着手する。
- ②基礎工、建屋建設時、通信鉄塔（以下、鉄塔）建設時に協議を行う。
- ③掘削時と山留施工時は近接区分Ⅱ（Fig. 3.1）の範囲に係るため高架の変位測定を行う。

工事着手にあたり、JR 静岡保線所と全体工事の概要について打合せを行い、以下の要望事項が出された。

- ・新幹線高架から 30m 以内での揚重及び重機作業は事前協議（施工方法、安全対策の検討）を行うこと。
- ・近接工事『重機使用』承諾願を JR 静岡保線所長宛提出すること。
- ・基礎工（掘削、山留め施工）時の新幹線高架の変位測定を実施すること。
- ・高架側の重機作業は夜間作業で検討してほしい。

夜間工事の場合、新幹線への送電が切られる時間帯（深夜0時～5時）での作業となる。準備・片付け時間を考えると1日実質4時間程度しか作業が出来ないこととなる。

しかしながら夜間工事との厳しい要望に対して、各施工フェーズでの施工方法・安全対策について協議を重ねることで日中作業の承認を得ることができた。ただし、鉄塔工事については、鉄塔の最高高さが建物を含め地上か

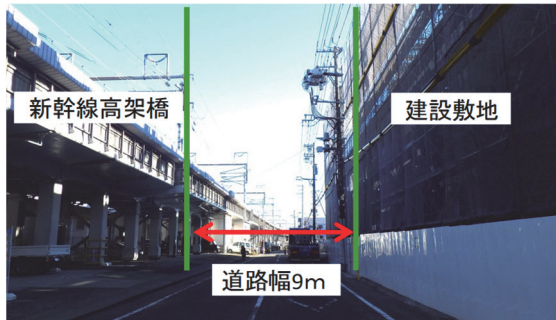


Photo. 3.1 建設地と高架橋の位置関係

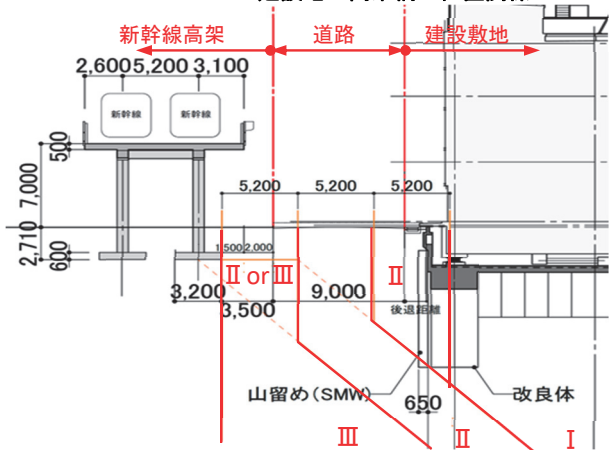


Fig. 3.1 掘削時影響線（JR規定）

ら65mあり、JRからは転倒・倒壊など万が一の場合の影響が大きいため夜間工事との要望が強く、夜間作業の方針で計画することとした。

次章 4. 施工計画では、各施工フェーズの施工計画についてJR協議の内容を踏まえて報告する。

なお、日中のクレーン作業は、重機が転倒しても新幹線高架にブームが届かない位置で行い、クレーン設置位置・ブーム長さ・旋回の管理監視を徹底することで可能となった。

4. 施工計画

4. 1 排水計画

敷地内地下水位はGL-2.0mと高く、掘削最深部GL-5.85mまでの水位低下を目的にDW(ディープウェル) 3ヶ所を用いて排水を行なった。揚水された地下水は、SMW 外部に各2ヶ所ずつの計6箇所RW(リチャージウェル)を設置して進めたが、実際は2ヶ所のDWで対応出来た。

また、揚水した地下水は水質検査を行ないSMW・地盤改良工事の施工水として利用することで仮設水道の使用量を削減することができた。

4. 2 山留工事

SMW 工事では、当初三点式杭打機のリーダー長が25.5mあることから、新幹線側の施工は夜間作業とするよう指導された。深夜作業では時間がかかる上に、何より近隣に対し騒音で多大な迷惑をかけるとともに危険の度合いが増すことを説明し、地質調査を追加し地耐力の確認をして、必要に応じ地盤改良を行い、鉄板敷きの上で重機を安定させた状態で作業をすることで、日中作業の承認をお願いした。しかしJR東海から更に地震時の対応策も要望されたため、地震時の転倒対策として、SMW 施工機本体の後方に反力体となる重機(0.7クラスのバックホウ)をワイヤーで連結する方法(Fig. 4.1)を提案した結果、JR新幹線本部の承認が得られ日中作業が可能となった。

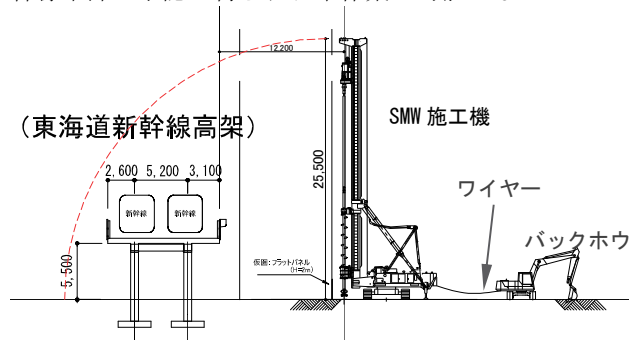


Fig. 4.1 重機転倒防止対策

4. 3 新幹線高架の変位測定

SMW 工事と掘削工事が新幹線高架基礎に対する掘削の近接程度の区分Ⅱ(要注意範囲)となっている(Fig. 3.1)ことから、SMW 工事・掘削工事中は高架柱の垂直・水平変位を計測し、JR 静岡保線所に定期的に報告を行なった。

測定は高架柱の3箇所 (Photo. 4.1) で水平・垂直の変位をレベルとトランシットを用いて測定し、工事期間中異常は発生しなかった。



Photo. 4.1 高架橋測定位置

4.4 地盤改良工事

深層混合処理工法による地盤改良工事においても山留工事と同様の対策を行うこととなったが、さらに先行掘削して作業地盤を3m下げ、重機の位置を低くすることで安全性を高めた Fig. 4.2 に示す計画を、JR 静岡保線所に提案した。このことにより少しずつではあるが、JR 東海と良好な関係を築けるようになった。

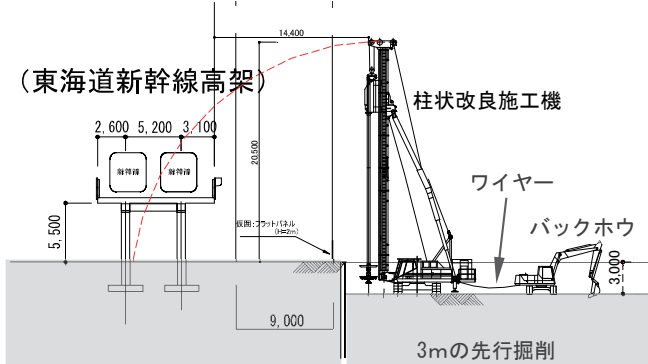


Fig. 4.2 重機転倒防止対策

4.5 免震下部基礎工事

免震装置は3種類の支承27基 (天然ゴム系積層ゴム支承8基、鉛プラグ入り積層ゴム支承13基、弾性すべり支承6基) と減衰装置であるオイルダンパー8基となっている。一部底版が斜めになっている部分に支承が設置されているなど施工難度も高かった (Fig. 4.3)。

免震下部基礎は、コンクリート強度が60N/mm²となっていたため「品質管理委員会」を開催し、技術研究所及び監理者と協議の上、低熱ポルトランドセメントを使用した高流動コンクリートを採用することとした。

モックアップによる試験施工の管理値は、充填率90%最大空隙径20mmと非常に厳しい設定であった。充填率は、試験施工の1回目、2回目とも十分クリアできたが、空隙径については、管理値内の数値とならず、40mmを超えるものがあつたが、2回目の施工結果を元に原因分析と実施工に対する改善提案を行うことで、総合判断として合格となった。

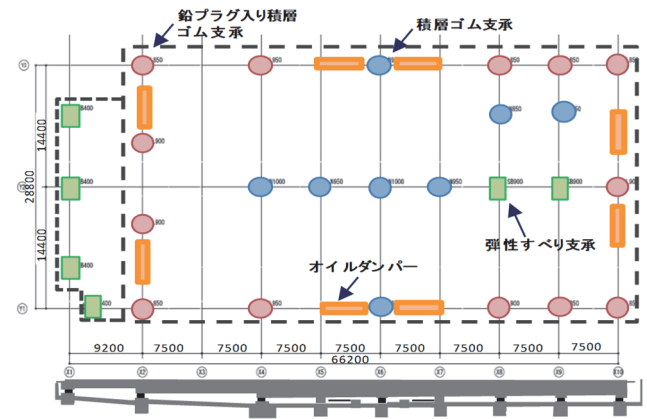


Fig. 4.3 免震装置配置図

4.6 PCaPCI工事

PCaPC 工事では、PCa 梁の重量が20tを超えるため200tクローラークレーンによる建方作業となること、南北方向は建物が敷地いっぱい、揚重機を外周に配置することが出来ないことから、短辺方向2スパンのうち新幹線高架と反対側の1スパンのPCa 梁建方を後施工とし、その間に構台を設ける計画とした。これにより、クレーンが新幹線高架への影響範囲に入らない建方計画とし、新幹線側を重点看視エリアとすることで、日中作業の承諾を得られた (Fig. 4.4)。

建方は高架側のPCa 部材を先行して施工していきることにより、建方済みのPC 架構が万が一のクレーン転倒時にブームの支えになるように計画した (Fig. 4.5~4.6)。

また、本建物の構造的特徴として小梁を鉄骨造とした複合構造となっている。鉄骨小梁はPCa 梁のPC 鋼線緊

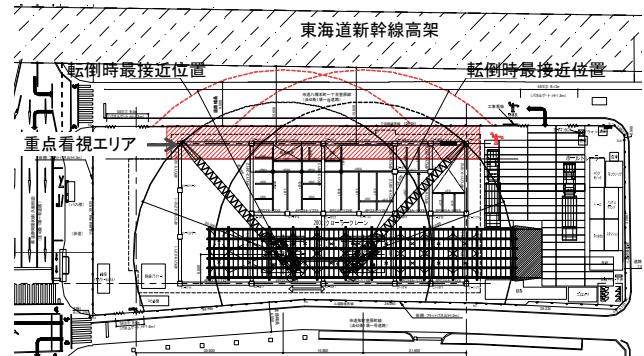


Fig. 4.4 PC 建方工事計画図

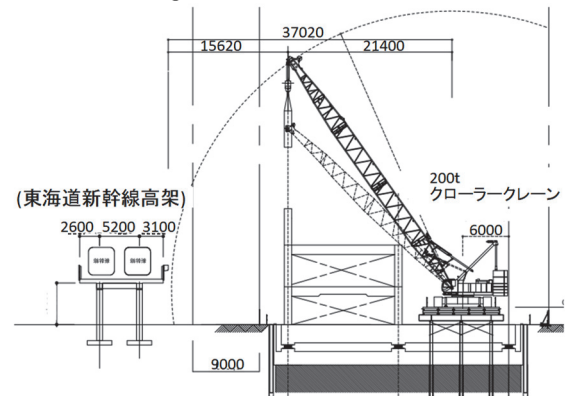


Fig. 4.5 PC 建方工事計画図

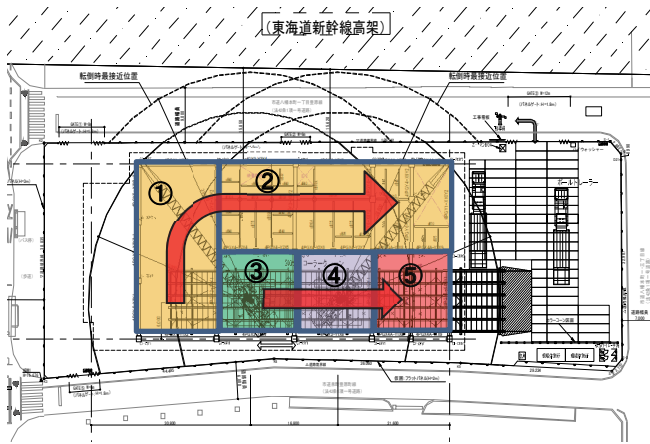


Fig. 4.6 PC部材建方順序計画

張後でなければ本締めが出来ない上に、構台部分は構台解体と平行してPCa梁・鉄骨小梁取付けしてPC架構のグリッドを固めていくため、施工性が悪く困難を伴った。

製作段階では、鉄骨小梁のアンカーボルト(L型)、打込み金物などを、PC鋼線及びPC鋼線緊張部を避けて配置する必要がある上、床段差の大きい箇所は鉄骨小梁上部がPCa梁より上に飛び出す等、全てのアンカー埋込み部でアンカーボルト据付位置の確認調整を行なう必要があった (Fig. 4.7)。この調整作業には多大な労力を要した。

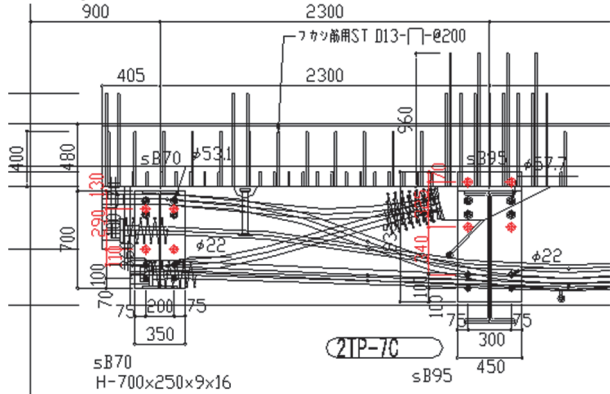


Fig. 4.7 PC梁鉄骨小梁アンカー位置検討図

4.7 鉄塔建方工事

JR協議結果に基づき、鉄塔の建方は柱脚部と塔体部に分けて計画し、1・2節の柱脚部は新幹線高架へ影響しない範囲で日中の建方計画とし、3～9節の塔体部は各節をブロックとして地組を行い、夜間の建方計画とした。各ブロックの揚重は、既製の吊り天秤と新たに製作したビームと本体の柱4カ所の本設のボルト孔を利用した柱型の吊り治具を製作し、HTBによる摩

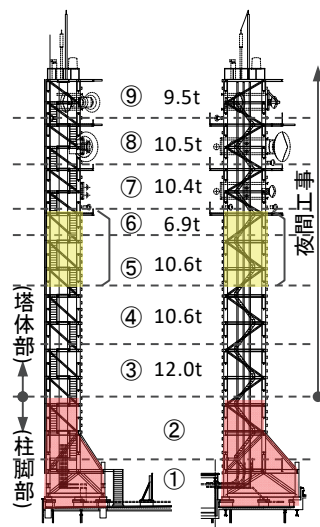


Fig. 4.8 鉄塔ブロック割

擦接合で本設ボルト孔を保護しながら水平を保持して吊上げる計画とした (Fig. 4.8~Fig. 4.11)。

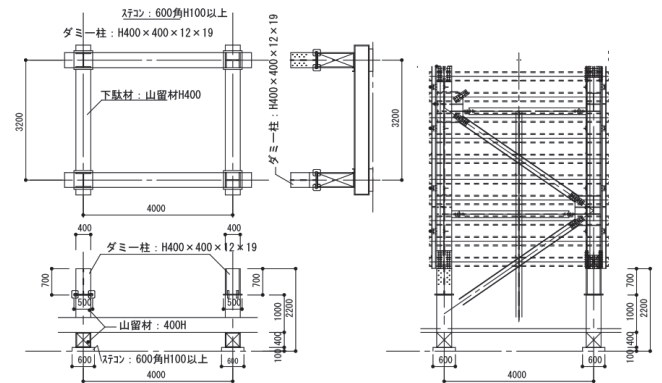


Fig. 4.9 鉄塔の地組治具計画

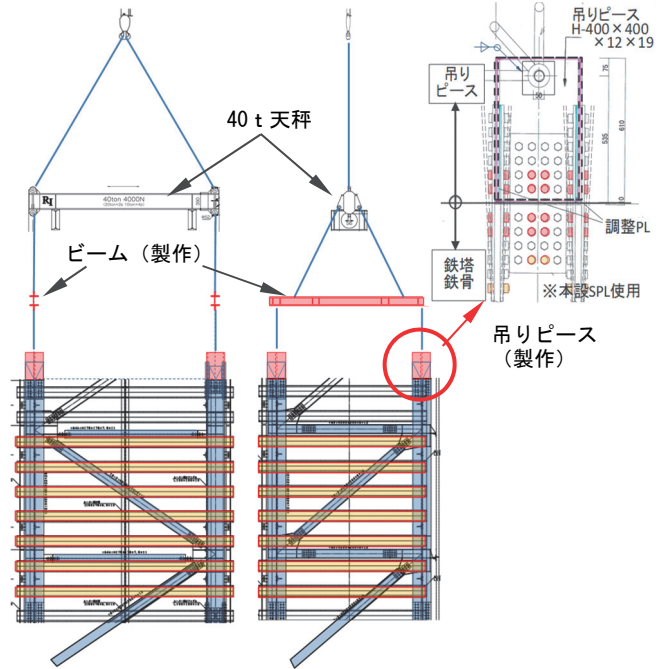


Fig. 4.10 鉄塔地組ブロック吊り上げ治具

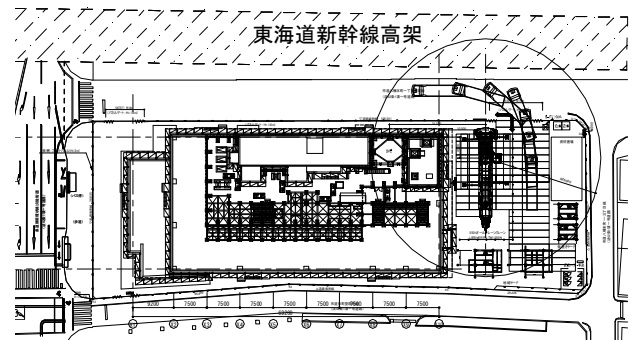
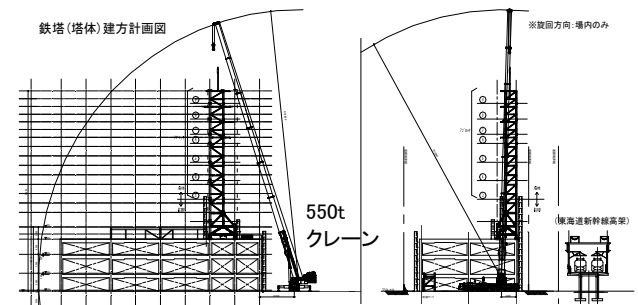


Fig. 4.11 鉄塔建方クレーン計画

5. 施工

5. 1 山留工事

SMW 工事では、免震層スペースを確保するため山留心材を本設利用する合成壁となっていたため、本設の施工管理が求められた。合成壁は当社開発の ATOMiK II 合成壁を提案し採用され施工を行った。

5. 2 地盤改良工事

地盤改良工事は、GL-3m まで先行掘削したレベルを作業地盤とした上で、SMW 施工機にバックホウをワイヤーで繋いだ転倒防止対策を行い施工を行った (Photo. 5. 1)。

掘削時に未処理で残存していた既製杭の抜き取り作業の際、地下水が湧き出たが、捨てコン下に水抜き道を設ける処理を行った。また、GL-3m までの先行掘削したことで掘削土を一般残土として処分でき、余掘部分の汚泥処分費を削減することができた。



Photo. 5. 1 深層混合処理重機転倒防止対策

5. 3 PCaPC 工事

5. 3. 1 概要

本体構造の PCaPC は、「PC 圧着関節工法」を採用しており、この工法は PCa 柱に RC 造の「あご」を設け、そこに PCa 梁を載せ、PC 鋼線によって PCa 柱と PCa 梁を圧着接合し、一体化させる工法である (Fig. 5. 1)。

今回の建物は、PCa 柱が 69 ピース、PCa 梁が 93 ピースで構成されている。鉄骨小梁は、195 ピースとなっている。なお、基礎部は RC 構造となっている。

PCa 部材 (コンクリート設計基準強度 $60\text{N}/\text{mm}^2$) は、PCa 柱と PCa 梁を別々の工場で製作し工期の短縮を図った。PCa 梁部材は一次緊張として工場で導入力 $105\text{kN}/\text{本}$ のプレテンションをかけ、現場へ搬入される。現場での PCa 柱・梁部材の接合は PC 鋼線をポストテンション方式で緊張を行い圧着接合した (Fig. 5. 1)。

PCa 柱の建て入れは PCa 梁の PC 鋼線緊張による部材の軸方向の縮みで生じる倒れを考慮し、設計事務所と協議し、5mm を限度に外倒しとした。全体的に許容範囲の精度に収めることが出来たが、屏風建てとなったため施工効率が非常に悪くなった。また、鉄骨小梁は L 形状の梁、PCa 柱・梁の両方に取合う梁があり精度確保に苦慮した。

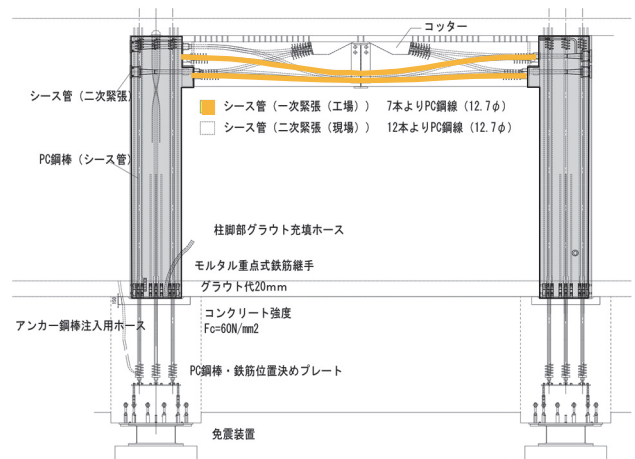


Fig. 5. 1 免震ゴムと PCaPC 部材接合図

5. 3. 2 PCa 柱柱脚部の精度確保

基礎内の免震ゴムと PCa 柱を接合する PC 鋼棒・鉄筋位置精度は、免震装置の上部プレートに仮設のアンカーフレーム (Fig. 5. 2, Photo. 5. 2) を設けて確保した。

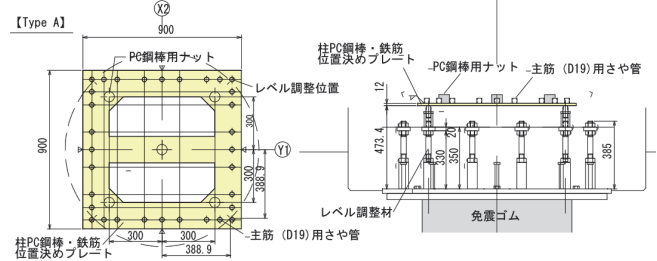


Fig. 5. 2 免震ゴム上部 PC 柱接合部



Photo. 5. 2 PC 鋼棒及び鉄筋位置アンカーフレーム

5. 3. 3 PCaPC 工事工程

PCaPC 工事の工程は次の通りである。

工事全体の流れは、①免震基礎躯体 PC 鋼棒設置②免震基礎躯体打設③PCa 柱建込み④PCa 梁架設⑤鉄骨小梁取付⑥デッキ敷込み⑦次節柱建込み、以降は③から⑥を繰り返す、1フロア 17 日サイクルで施工した (Table. 5. 1)。

PCa 柱及び PCa 梁の工程としては、次の通りとなる。

PCa 柱は、①搬入・荷卸②PC 鋼棒・小梁鉄骨ベース (一部)・仮設仕込み③接着剤塗布④建起し⑤定位置へ吊降し⑥PC 鋼棒カプラー接続⑦建て入れ精度測定⑧鋼棒の仮締め⑨PC 鋼棒緊張⑩グラウト注入という工程で施工を行った (Photo. 5. 3)。

PCa 梁は、①搬入・荷降し②型枠・トップ筋・小梁鉄骨ベース・仮設仕込み③柱間へ吊降し④梁架設⑤目地幅調整・KPJ 接続⑥仮固定⑦PC 鋼線挿入⑧目地モルタル⑨PC 鋼線緊張⑩グラウト注入という工程で施工を行った。

Table 5.1 PCaPC 工事工程

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
PCaPC 工事																						
PCaPC 外工事																						
クローレン 使用者	P	C																				



Photo 5.3 PCa 柱建方状況



Photo 5.4 鉄骨小梁架設状況

PCa 柱の建込みは 1 日 7~8 本, PCa 梁の取付は 1 日 7~10 本のペースで施工を行った。

PCa 部材の緊張は, PCa 柱については, 各節毎建起し完了後に行ったが, PCa 梁については, 構台がある区間の梁の取付が後工程となるため, 短辺方向の梁の緊張は構台区間の建方後とした。鉄骨小梁は PCa 梁の PC 鋼線の緊張による影響を防ぐため, 片側のみボルト本締めし, 他方は緊張後に本締めを行った (Photo. 5.4)。PCa 柱・梁の緊張時の導入力を Table 5.2 に示す。最大 5mm を限度に外周の柱を外側に倒して建方したが, 緊張後の変位測定では, 内側に平均 6mm 程度変位していたものの, 施工精度としては満足の行く結果となった (Photo. 5.5)。

Table 5.2 PCaPC 緊張導入力

PCa柱	32φ	450kN/本	PCa梁	X方向	110kN/本
	36φ	650kN/本		Y方向	125kN/本



Photo 5.5 PCa 柱・梁緊張作業状況

5. 4 鉄塔工事

5. 4. 1 概要

鉄塔は, 建物屋上から高さ 43.3m (地上から 65m) の四角平面H形鋼構造で溶融亜鉛めっき仕上げである。

通信設備 (各種アンテナ類) の設置及びメンテナンススペースとなるプラットホームが, 電波送受信方向に張り出す形で 4 段設けられている。鉄塔塔体の中央には通信用の配管スペース (導波管・ケーブル受け部材) に垂直ラダーが 4 列配置されており, それを囲む形で昇降階段が配置されている。

外装は, ルーバー (ファインフロア) で景観との調和を図ったデザインとなっている。

工事に先立ち「鉄塔分科会」を開催し, NHK放送技術担当者と協議・打合せを繰り返し, 通信設備の情報共有, 鉄塔の使い勝手, 納まりの調整を行った。鉄塔の仮組検査は製作工場での柱脚部+塔体部を組立て, NHK放送技術担当者立会いで 2 回実施した (Photo. 5.6)。

また, 原寸・製品検査・めっき仕上がり等の監理者検査を柱脚部及び塔体部それぞれについて実施した。



Photo 5.6 製作工場での鉄塔鉄骨仮組状況

5. 4. 1 JR 協議結果対応

鉄塔の建方は柱脚部と塔体部に分けて施工し, 柱脚部 (1・2 節) は新幹線高架に影響しない範囲で, 120t 油圧クレーンにより日中作業で建方を行った。

1・2 節建方・本締めの完了後, 柱脚部を PCa 柱と PC 鋼棒で接続するため, 柱脚躯体工事を進め, コンクリートの圧縮強度 30N/mm² 以上を確認し, 柱脚のアンカーボルト (PC 鋼棒) を 680kN で緊張し PCa 柱と一体化した (Fig. 5.3)。

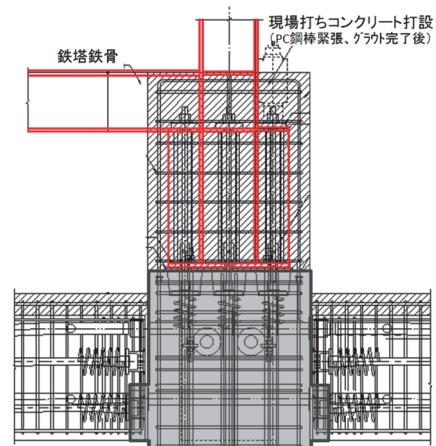


Fig. 5.3 鉄塔柱脚・PC 柱接合部納まり図

塔体部 (3~9 節) の 7 ブロックはブロック毎に分けて地上で地組を行い, 夜間作業で 1 晩 1 ブロックを基本と

し、新幹線の送電が止まる午前0時～5時の中で①準備②ブロック積上げ③ジョイント作業④クレーン開放⑤片付けまでを行う作業スケジュールとした。ブロック重量が少ない6節は5節と合体して1ブロック（総重量17.4t）として建方を行うこととした。各ブロックの地組は50t油圧クレーンを使用して行った。

地組ブロックの建方重機は敷地内でジブが出せないため、メインブームのみで揚程・作業半径が確保できる550t油圧クレーン（リープヘル社製：メインブーム84mY型ガイ付仕様）を採用し、夜間作業6日間で建方した。

550t油圧クレーン採用にあたり、地組ブロックがある狭いスペースで組立・解体及びブームの伸縮作業が容易にできる方法を検討し、“リフター”を使用することで狭いスペースでブーム取付けが可能となり、組立・解体作業をスムーズに行うことができた（Photo. 5.7, 5.8）。



Photo. 5.7 リフターによる550tクレーン組立作業状況



Photo. 5.8 リフターによる550tクレーン組立作業状況

5. 4. 2 地組作業

鉄塔鉄骨の地組作業にあたり、地組架台+ダミー柱を水平・直角に組立てて、地組ブロックの定規を作成して各ブロックを地組し、組立て精度を確保した。各ブロック建起し調整後、ブロック取合い以外はボルト本締めを完了させた。地組の段階で外装仕上げ材、電気設備ボックス・配管・照明器具等取付可能なものは全て取付し、高所での作業を無くす計画とした。3節～9節の部材を5・6節1ブロックとした6ブロックに分けて組立てした（Photo. 5.9）。

地組ブロックの建方においては、各ブロックの地組み精度は特に重要であるため、建入れ精度を±2mm以内で



Photo. 5.9 地組ヤード及び地組状況

管理した。

5. 4. 3 地組ブロック建方（夜間工事）

夜間工事は新幹線送電停止の深夜0時から5時までの5時間であるが、JR側の諸事情により変更もあるので必ずJR静岡保線所へ確認を取り作業を開始した。

時間の制約があること、近隣住民への配慮もあることから、1晩1ブロックの建方で計画し着手した。タイムスケジュールは、クレーンブーム伸縮30分、ブロック揚重作業30分、仮ボルト及びクレーン開放90分、地上片付け、550tクレーンブーム伸縮30分で朝4時には作業を終了した。ジョイント部のボルト本締め、階段調整、外装材の調整は翌日日中作業で行った。各ブロックは、吊り天秤、ビーム、本体の柱4ヵ所の本設のボルト穴を利用した柱型の吊り治具（4台）を使用しHTBで固定し、水平に吊上げを行った。その状況をPhoto. 5.10, 5.11に示す。これにより、ブロック建方後はレバーブロックにて取付けの微調整を行うのみで済み、建方作業の効率がアップし、クレーンの開放時間を短縮することができた。

安全面では地組による無足場作業での建方で昇降は本設の階段で行え、外部手摺、外装ルーバー材により転落防止対策を先行できたことにより安全性が向上した。また、道具類の落下防止対策としてはハーネス線を使用し、ボルトなどの小物については、外装材に垂直ネットを固定し、本締め作業が完了するまで養生を行い、新幹線高架への飛来落下防止対策とした。

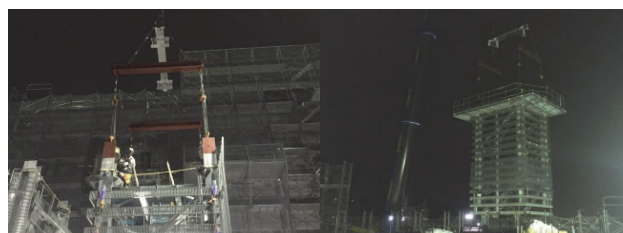


Photo. 5.10 地組治具からの地切り作業状況

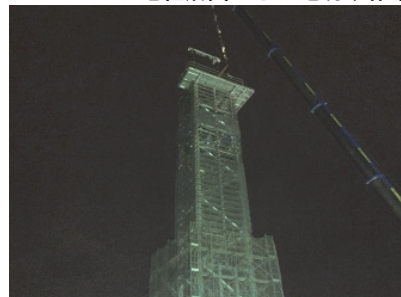


Photo. 5.11 地組ブロック建方状況

5. 4. 4 工程について

当初鉄塔工事は日中作業での計画で進めており、鉄塔建方後に外部足場組立、外装材取付、電気設備工事の各作業を行ない約3ヶ月のスケジュールで計画していた（Table 5.3）。JR協議により夜間作業の対応となり、建方計画の再検討を行い、鉄塔塔体部の地組及び夜間での建方となった。当初の計画では鉄塔建方日数の短縮は見

込めなかったが、仮設工事、外装仕上げ工事、電気設備工事を地組期間中に行うことができたため工期短縮が可能となり、当初計画より約1ヶ月工期短縮ができた。

Table 5.3 鉄塔建方工程

	1	2	3
当初計画	鉄塔建方→外部足場組→外装仕上げ→電気設備→外部足場解体		
実施計画	3ヶ月:全体工期		
柱脚部	1-2節建方 14日間:アンカー根巻CON-緊張		1ヶ月短縮
塔体部(地組)	3-9節地組 21日間:7ブロック地組		
外装仕上げ(地組)		外装仕上げ 7日間:盤・照明・配管作業	
電気設備(地組)		14日間	
積上げ(夜間)		7ブロック建方 6日間(夜間)	



Photo. 5.12 鉄塔建方完了状況(屋上より)

5.4.5 建方精度管理について

鉄塔の建方精度管理は通常の鉄骨建方精度と同様、鉛直の倒れの精度をH/1000かつ10mm以下とし管理した。

鉄塔の建方精度をTable 5.4, Fig. 5.4に示す。鉛直方向の倒れの精度は節毎で最大4mm以内、全体で最大7mmと管理値以内に収めることができた。夜間に建方し日中建起しを行ったが、精度管理は通常の建方と同様、トランシットを用いて行った。精度を向上させるため、日中に測定したデータを元にFig. 5.5に示す厚さの違う金属ブロックを柱ウェブ上部に設置し、ボルト孔のクリアランスの範囲で調整し、水平精度は±2mmの精度で納めることができた。建方完了状況をPhoto. 5.12に示す。

Table 5.4 鉄塔建方精度

柱位置	柱の倒れ H/1000 かつ 10mm以下													
	2節		3節		4節		5-6節		7節		8節		9節	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
X1-Y2	+2	-2	+2	-2	+5	±0	±0	-4	-4	+2	-5	+4	-7	+1
X1-Y3	+1		+1		+5		±0		-2	-2		-2		
X2-Y2		-2		-3		-3		-2		+1			+4	

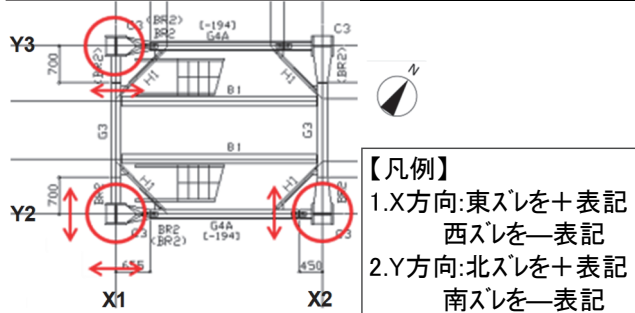


Fig. 5.4 鉄塔鉄骨建方精度

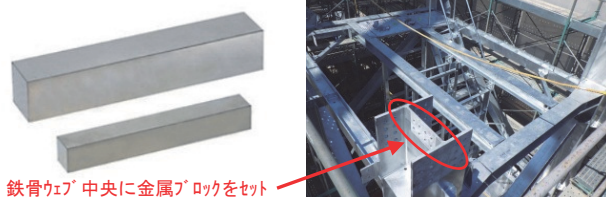


Fig. 5.5 鉄塔鉄骨水平精度調整ブロック

6. スタジオ工事

6.1 スタジオ高性能遮音構造について

各スタジオは外部からの振動・騒音が番組制作の支障とならないように、固定遮音壁の内側に完全浮構造(ボックスインボックス構造)で計画されている。

浮構造は、防振ゴムで支持された浮床の上に浮遮音壁・浮遮音天井と吸音壁・吸音天井で構成された二重構造となっている。

Fig. 6.1に代表的なスタジオの遮音構造の例を示す。なお、建具の防音仕様は、40dB・45dBとなっている。

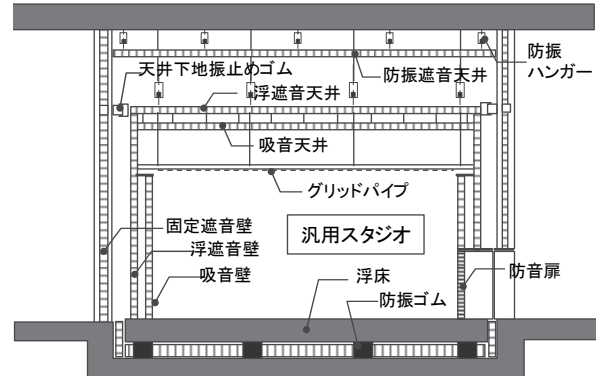


Fig. 6.1 スタジオの遮音構造

各スタジオの室内騒音レベルの要求性能は、汎用スタジオ・汎用スペース・ニューススタジオではNC-20, R/FMスタジオ・汎用コメントブースはNC-15となっている(Photo. 6.1, 6.2)。

本工事を音響専門工事業者である(株)NHK アイテックに依頼することで、要求性能をクリアすることができた。

遮音壁・遮音天井の施工で遮音性能を低下させる主な要因としては、防音建具周りのパッキンの調整不足等がある。特に下記に挙げた固定遮音壁取合い部での遮音上の問題が起き易くなっている。

- ①: デッキスラブの山やリブと固定遮音壁の隙間
- ②: H鋼梁や鉄骨柱の耐火被覆と固定遮音壁の取合部

①については固定遮音壁が取合うフラットデッキは全て切断撤去し、コンクリート面に直に固定遮音壁下地(ランナー)を固定した。

②については鉄骨小梁が耐火被覆吹付けとなっており、そのため鉄骨小梁にハット型の先行金物を取付け、遮音性能及び耐火性能の低下防止を行った (Fig. 6.2)。

スタジオ工事では床の平滑性(後述)も求められており、床仕上げの前にスタジオドリー検査を実施した。

本工事のスタジオの遮音仕様は経験・実績に基づき細部にわたって詳細に検討された収まりとなっていた。また、設備貫通部も細部まで厳しい要求仕様となっていた。



Photo. 6.1 1階遮音対応場所

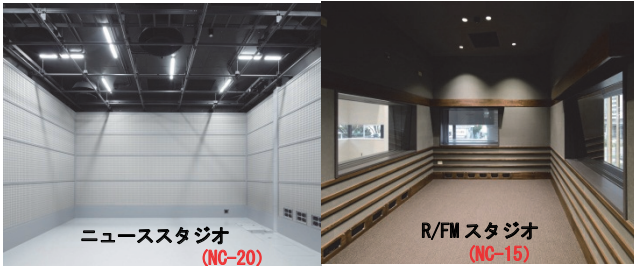


Photo. 6.2 2階遮音対応場所

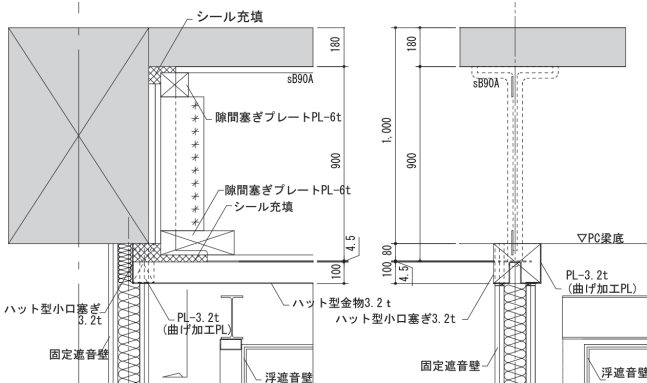


Fig. 6.2 鉄骨小梁の遮音壁・耐火被覆取合処理要領

6.2 内装工事

6.2.1 スタジオ内装工事

スタジオ内装工事は、Fig. 6.3 に示す流れで進めた。

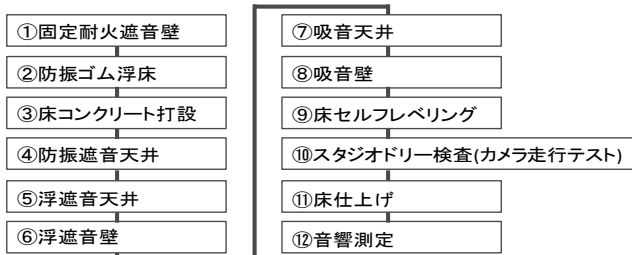


Fig. 6.3 スタジオ内装工事の流れ

6.2.2 防振ゴム浮床工事

本工事では、通常の床スラブ施工後、各スタジオにおいて、防振ゴム浮床を施工した。防振ゴム浮床は、Fig. 6.4, Photo. 6.3 に示すよう防振ゴムを設置後、グラスウールを敷込み、大引き材及びキーストンプレートをセットし、コンクリートを打設して浮床とする構造である。

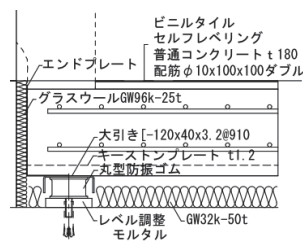


Fig. 6.4 防振床構造



Photo. 6.3 床防振ゴム

6.2.3 遮音天井工事

本工事の遮音天井は、防振遮音天井、浮遮音天井、吸音天井の3重で構成される (Fig. 6.5)。

防振遮音天井は、防振ハンガーを吊ボルトにて 900 ピッチで取付けた (Photo. 6.4)。施工中、防振ハンガー内で上部ボルトと下部ボルトが接触しないよう注意して取付けた。これ以降は通常の天井と同様、野縁・グラスウール充填、石膏ボード張りとなる。

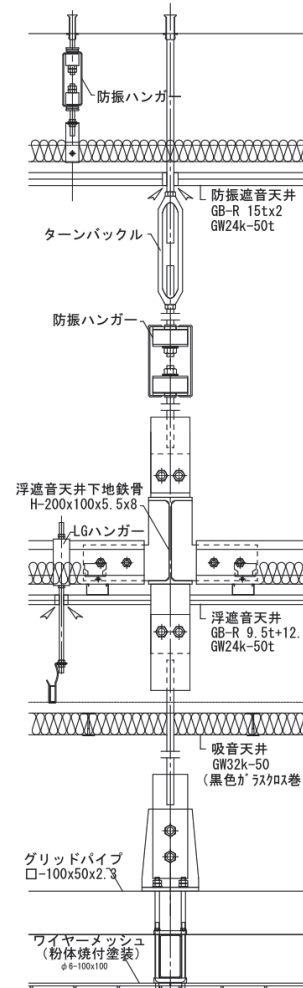


Fig. 6.5 遮音天井の構造



Photo. 6.4 防振遮音天井下地



Photo. 6.5 浮遮音天井



Photo. 6.6 吸音天井下地

石膏ボード張り時、躯体固定部分(設備配管、浮遮音天井下地鉄骨用吊ボルト等)にボードが接触しないように施工した。なお、吊ボルト貫通部は適切なクリアランスを設け、遮音シールで隙間処理を行った。

浮遮音天井は、防振遮音天井と同様だが Photo. 6.5 の写真に示すように下地として H 型鋼を使用している。なお、H 型鋼を吊るボルトには、防振ゴムを使用し防振構造としている。浮き遮音天井施工後、Photo. 6.6 に示す下地にグラスウールボードを施工し、吸音天井を形成した。

6. 2. 4 遮音壁工事

本工事の壁は、天井の構造と同様、固定耐火遮音壁、浮き遮音壁、吸音壁の 3 重構造となっている (Fig. 6.6, Photo. 6.7)。

固定遮音壁、浮遮音壁共、ボードと床や天井等の接合部は遮音シールで隙間処理を行なっている。



Fig. 6.6 遮音壁

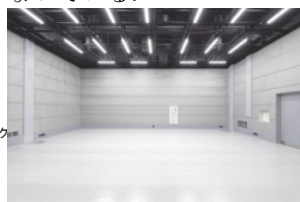


Photo. 6.7 遮音壁

6. 2. 5 スタジオドリー検査

スタジオ工事では、床の精度も特に重要となる。

本工事では、床のセルフレベルング施工後、床の平滑精度 (1m グリッドで±1mm の精度) 確認のために、実際のスタジオで使用するカメラを用いたドリー検査 (カメラ走行テスト) を実施した (Photo. 6.8)。カメラを搭載したペダスタル (台車) を走行させて画面の揺れがないかの確認を行った。不陸部分はその場で不陸調整 (ポリッシャー掛け、薄塗り補修) を行い合格するまで何度も走行させ、スタジオ内の隅々まで、床の平滑性を確認した。



Photo. 6.8 スタジオドリー走行検査状況

ドリー検査で補修した部分を Fig. 6.7 左図に示す。また、最終的な床レベルについては、Fig. 6.7 右図に示すように 1m グリッドで測定し、±1.0mm 以内の精度で納めることができた。

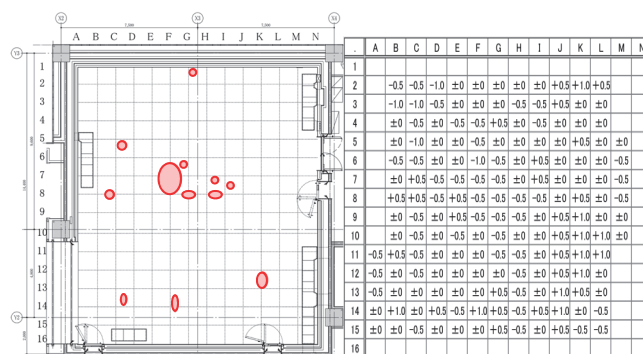


Fig. 6.7 床補修箇所及び床精度測定結果

6. 3 設備スタジオ遮音貫通部処理工事

6. 3. 1 遮音材料の性能について

物質の遮音性能 [透過損失 (dB)] は、

$$TL = 20 \times \log (\text{周波数} \times \text{質量} (\text{Kg}/\text{m}^2)) - 42.5$$

で計算され、面密度 Kg/m^2 の数字が大きい (重い材質・材料) ほど性能 (防音効果) がよくなる。なお、遮音性能は周波数帯によって透過損失が変わるが、以降 500Hz 帯の数値を示す。

6. 3. 2 空調ダクトの遮音壁貫通部処理

遮音壁を貫通するダクトの遮音処理について、本工事で検討した遮音方法を説明する。

1 点目は、遮音壁のダクト貫通部の透過損失は防音扉の最高遮音性能が 45dB であることから 45dB 以上とし、遮音シート (サンダムシート: 遮音性能は、両面貼りで $23\text{dB} \times 2 = 46\text{dB}$) を使用することとしていたが、検討の結果、スタジオの遮音壁の設計性能 (音圧レベル差) 65dB 以上を確保するため、鉛シート 1.0mm (32dB) の使用に変更した。

2 点目は、当初の遮音シートによる貫通部処理では、保温材の小口が閉じておらず遮音構造を形成できていなかった (Fig. 6.8 左図中点線部)。そのため、Fig. 6.8 右図に示すように、ダクト本体鉄部と鉛シートを直接 100mm 以上接触させ、保温材はその上に施工する様に変更した。

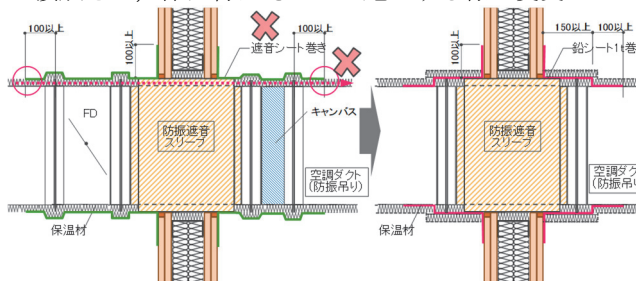


Fig. 6.8 空調ダクトの遮音壁貫通部処理検討結果

6. 3. 3 クロストーク対策

ダクト貫通部の処理については、ダクト本体の鉄部を透過した音がダクト内部から遮音壁を通過し、再びダクト本体を透過する「クロストーク」の危険性があるとのことから、当初は貫通部の処理を含め、サイレンサーまで一

体で遮音シートでの遮音施工を検討していたが、最終的には、スタジオ遮音壁貫通部は鉛シートを施工し、以降サイレンサーまでのダクト廻りに遮音シートを施工することとした (Photo. 6.9)。

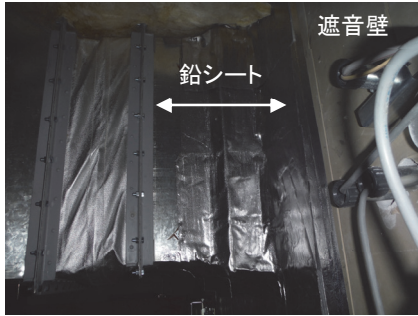


Photo. 6.9 ダクト貫通部鉛シート施工

6. 3. 4 電気配管ボックスの貫通部処理

遮音壁を貫通する配管については、金属管 (可とう管含む) であれば、壁面取合い部分を遮音シール施工のみで良く、樹脂管を使用した場合は、ダクトと同様に鉛シート 1mm を壁面及び配管に 100mm 迄の施工が必要である。

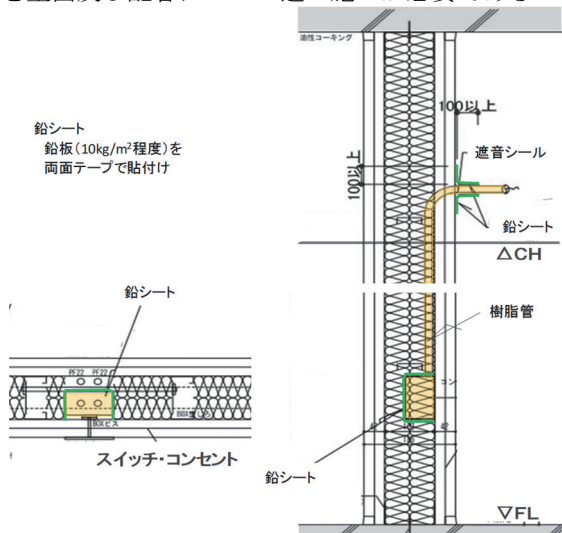


Fig. 6.9 配線器具用配管及びボックス取付け要領

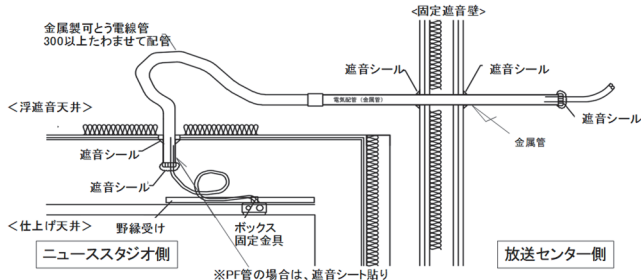


Fig. 6.10 浮遮音天井内配管配線要領

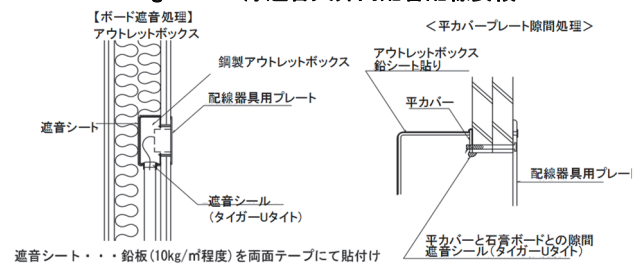


Fig. 6.11 遮音壁内ボックス取付け要領

遮音壁に埋め込むボックスについては、ボックス周りに 1mm の鉛を貼り、配管端部、ボード取り合い部分に遮音シールを施工した。(今回は鉛シート貼りとしたが、遮音壁用の既製品ボックスもある)

Fig. 6.9~6.11 に、遮音壁内配管・ボックス施工要領を示す。

6. 4 スタジオ防振床の振動測定

6. 4. 1 新幹線通過時の底版の振動測定

新幹線通過によるスタジオへの影響を把握するため、振動測定を行った。

建物の免震ピット底版のコンクリート強度発現時の 2016 年 10 月に、新幹線通過時の底版の鉛直振動を測定した。その結果を Fig. 6.12 左図に示す。さらに建物の躯体がほぼ完成した 2017 年 6 月に底版の振動測定を行った結果を Fig. 6.12 右図に示す。着工前の敷地境界での振動レベルは最大で概ね 66dB 程度であったが、底版の完成で、卓越する 8Hz 帯域の振動振幅は 1/4 程度となっていた。

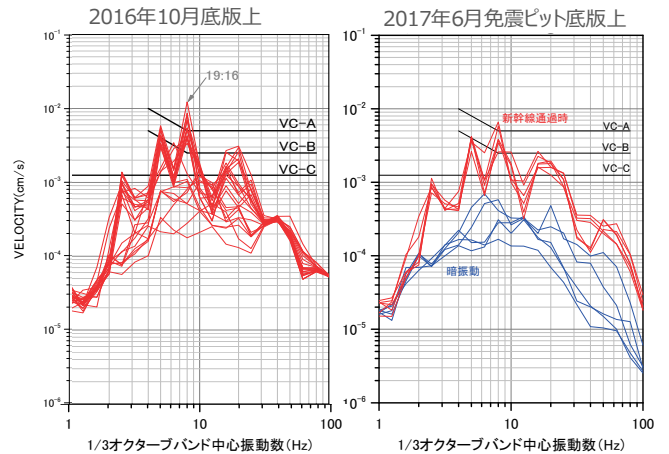
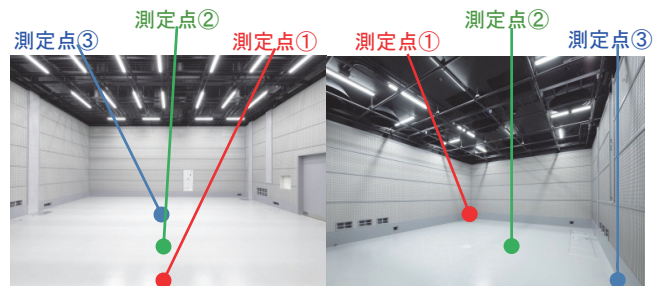


Fig. 6.12 免震ピット底版振動測定結果

本振動測定結果を踏まえて、スタジオの防振ゴム浮床の固有振動数は、新幹線による外乱との共振現象を避けるために、9Hz 以上、12Hz 未満を目標値とした。

6. 4. 2 新幹線通過時のスタジオ床の振動測定

1 階汎用スタジオ、ならびに 2 階ニューススタジオの防振浮床上の振動測定を行った。各スタジオの測定点を Photo. 6.10 に、例として 1 階汎用スタジオの浮床上部代表点での振動測定結果を Fig. 6.13 にそれぞれ示す。



1 階汎用スタジオ 2 階ニューススタジオ
Photo. 6.10 振動測定点

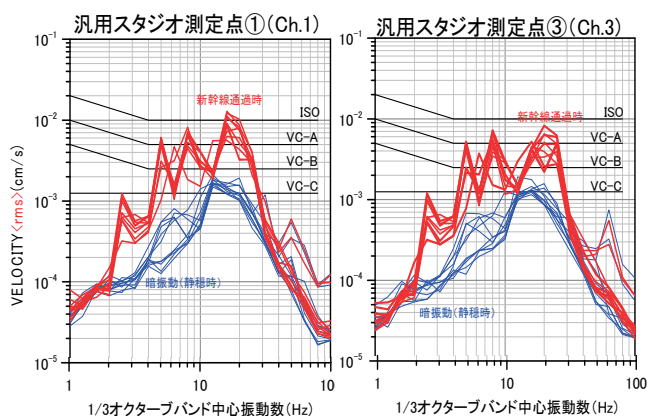


Fig. 6.13 1F 汎用スタジオ浮床上部振動測定結果

VCカーブ（精密機械の許容振動基準）と比較すると、

- 静穏時は、【VC-A】を十分に満足する。
- 新幹線通過時は【使用中の劇場 (ISO)】をほぼ満足するが、一部の車両（10本中3~4本程度）の通過時には、測定点によっては満足しない結果となっている。
- 全ての測定結果について、【日中の住宅 (ISO)】(Table 6.1 参照) を十分に満足する。

Table 6.1 精密機械の許容振動基準曲線 (抜粋)

基準曲線	速度応答 cm/s ($\times 10^{-3}$)	用途
居住空間 (ISO)	20	ほとんど体感されない振動。ほとんどの場合の睡眠区域に適用。コンピュータ装置、プローブ試験装置および低倍率(20倍以下)の顕微鏡には十分と考えられる。
使用中の劇場 (ISO)	10	振動が感じられない。敏感な睡眠区域に適切。ほとんどの場合、100倍以内の顕微鏡その他の低感度の装置に適切。
VC-A	5	400倍以下のほとんどの光学顕微鏡、マイクロバランス(微量天秤)、光学バランス、近接および投影露光装置に適切。

数多くの新幹線の通過時を対象とした本振動測定結果から、一部の車両通過時にはごく一部の人が若干振動を感じるレベルとなるが、実用上は何ら問題ないものと判断された。

汎用スタジオ、ニューススタジオの振動測定結果を、建築学会居住性能評価指針と照合した結果を Fig. 6.14 に示す。V-10 は 10% の人が振動を感じるレベルとされる。新幹線通過時 10 回測定の最大値で、汎用スタジオでは V-10 程度、ニューススタジオでは V-30 程度の評価結果となっている。

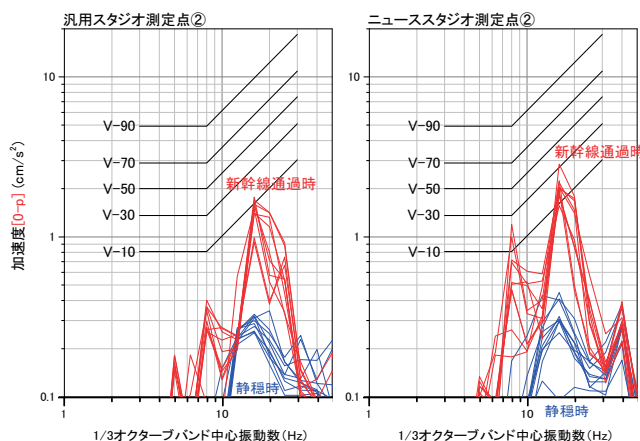


Fig. 6.14 建築学会居住性能評価指針

7. おわりに

本工事は東海道新幹線高架の近接工事として、また当社初のNHKの地方局として、平成28年3月より着工した。約18ヶ月の工期であったが、実施例が少ない工種が多く、他支店や他社の類似工事を参考として計画を行った。JR静岡保線所とタイムリーに協議を行うことで工事を円滑に進めることができた。建物の計画が敷地いっぱいであったため、揚重計画をはじめ様々な工夫が必要であった。山留工事・免震基礎施工・PCaPC工事・鉄塔工事・スタジオ工事等において、本社・技術研究所・支店と連携し着工当初から検討会を実施し、品質を確保することができた。

謝辞

本工事においては、本社建築事業本部、技術研究所の皆様、支店建築部、その他本工事に携わった全ての皆様から多大なるご支援、ご尽力をいただきました。また、NHK並びにNTTファシリティーズご担当者様には多大なご指導をいただき、ここに深く感謝の意を表します。

Reports on the Construction in the Tokaido Shinkansen Proximity and the Construction of the NHK Broadcasting Studio

Yoshitaka NAGAI, Akimasa OOMAGARI, Takeharu MATSUBAYASHI, Katsuhiro SUGI, Masafumi OKAMOTO, Haruki SATO

Abstract

In this project, we relocated and reconstructed the NHK Shizuoka Broadcasting Hall, which was operated for about 55 years and therefore became superannuated. The construction site was located approximately 600 meters to the east of the JR Shizuoka station, and was adjacent to the Tokaido-Shinkansen elevated railroad across the city road. The main structure of the studio was base seismic isolation + PcaPc structure. In constructing the foundation, the framework, and the 60-meter-tall communication tower, we made various efforts not to hinder the operation of the Tokaido Shinkansen, the Japanese aorta. In this paper, we report the approaches to the construction in the proximity of the Tokaido Shinkansen, and that of the NHK local broadcasting station, which our company has constructed for the first time.

Key words: Tokaido Shinkansen, Business line proximity construction, Studio construction