

11. プレキャストで設計された換気塔の工期短縮

社名:大成建設(株)

氏名:森山 毅子彦

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某換気塔他工事
(2) 規模(延床面積、階数)	地下1階、地上6階、塔屋8階(施工対象は塔屋の一部)
(3) 用途	道路施設(換気塔)
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	神奈川県
(6) 施工期間	全体工期 : 2015年1月~2017年2月 塔屋部分 : 2016年4月~2016年9月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の 問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 設計段階からプレキャスト化されている工事において、さらなる工期短縮を図る必要があった。 ▪ 換気塔は、平面9m×9mと狭隘で、建物屋上から高さ33.5m(1FLから62m)あり、内部は床がなく吹き抜けとなっている。 ▪ 部材はプレキャスト化され、内装工事もほとんどないため、施工上、合理化できる範囲は限られている。 ▪ 部材は全てカラーコンクリート製で、全体的な色むらが懸念された。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 施工効率の向上や内部工事の並行作業により塔屋の工程を6ヶ月→5ヶ月へと1ヶ月短縮する。 ▪ 工期短縮の中での品質確保および工事を円滑に実施する。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 建入調整方法の合理化やFEM解析を使つての施工手順の検討により、サイクル工程を6日→5日と短縮した。 ▪ 現場打ちコンクリートとなっている換気塔頂部をプレキャスト化し、現場打ち部をゼロとした。 ▪ 総組足場とし、吹き抜け内部にはステージを架設することで、上下作業を可能とした。 ▪ カラーコンクリートのモックアップを製作し、カラーコンクリートの色合いの許容範囲を設定することで、塔全体の色合いの統一感を確保した。
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Q(品質) ▪ C(コスト) ▪ D(工期) ▪ S(安全) ▪ E(環境) ▪ その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 工期短縮の中で、全体の建入精度を確保した。 ▪ 色合いの許容範囲を設定することで、塔全体の色むらを防止した。 — ▪ 塔屋部分の工期を1ヶ月短縮できた。 ▪ ステージの架設により、作業区画を明確にして、作業の安全性を確保した。 — —

プレキャストで設計された換気塔の工期短縮

大成建設株式会社 建築本部
森山毅子彦

1. はじめに

現在、国土交通省を中心とし、将来的な建設技術者や労働者の減少対策、および生産性向上に向けたプレキャスト（以下 PCa）化へ取り組みが盛んに行われており、これに日本建設業連合会も共同で取り組んでいる。これまで、高層マンションなどの PCa 化は進んでおり、RC 積層工法における柱梁部材やバルコニー板にプレキャスト鉄筋コンクリート（以下 PCaRC）が使用されている。また、学校や倉庫などでは、プレストレストコンクリート（以下 PC）構造の PCa 圧着工法が適用される物件も多い。

本工事の換気塔部分は、施工条件、カラーコンクリートの使用、工期短縮など総合的に検討し、プレキャストプレストレストコンクリート（以下 PCaPC）構造にて設計されている。PCa 建物の場合、設計段階で既に施工合理化が検討されており、特に本工事のような塔体の施工においては、内部工事も少なく、工種も限定されているため、施工段階で合理化を検討できる余地は少ない。

その中で、塔体部分の更なる工期短縮に向けて取り組んだ事例について報告する。

2. 工事概要

工事概要を下記に示す。本工事は、平面 9m×9m、建物屋上から高さ 33.5m（1F Lから 62m）の煙突状となった高速道路に付随する換気塔の建設工事である（図-1、写真-1）。この換気塔工事は本体建物の躯体工事完了後に引き続き施工する手順にて計画されており、高速道路工事と並行して施工することとなっている。当社施工部分は、塔体部分および本体建物の内装工事で、高速道路および本体建物は、土木工事として別発注された他社工事である。塔体躯体はカラーコンクリートによる PCaPC 造であり、表面を割り肌模様とした仕上げとなっている。

- 【工事概要】
- (1) 工事名称：某換気塔他建築工事
 - (2) 建設地：神奈川県
 - (3) 規模：地下 1 階 地上 6 階 塔体 8 階
(施工対象は塔体部分および本体建物の内装工事)
 - (4) 用途：道路施設（換気塔）
 - (5) 主要構造：RC 造（塔体部は PCaPC 造）
 - (6) 施工期間：塔体部分：2016 年 4 月～2016 年 9 月
(全体工期：2015 年 1 月～2017 年 2 月)

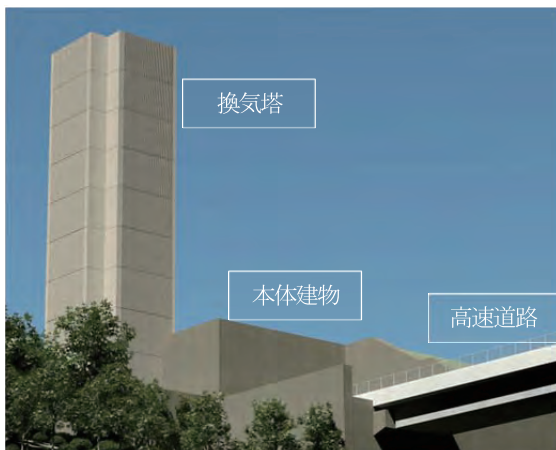


図-1 換気塔部パース



写真-1 換気塔全景

工事範囲および仮設計画図を図-2に、工事エリア全景を写真-2に示す。当社工事は、本体建物の屋上からの塔体躯体であり、作業エリアは本体建物の屋上となっている。建方揚重機は、部材荷捌用として90tonクローラクレーンおよび建方用として120tonクローラクレーンを配置しており、外部足場は屋上から、内部足場は本体建物の最下階床から設置している。

塔体工事完了・クローラクレーン解体後に、土木工事に引き渡し、本体建物の一部は、他社工事に最終的に盛土される。

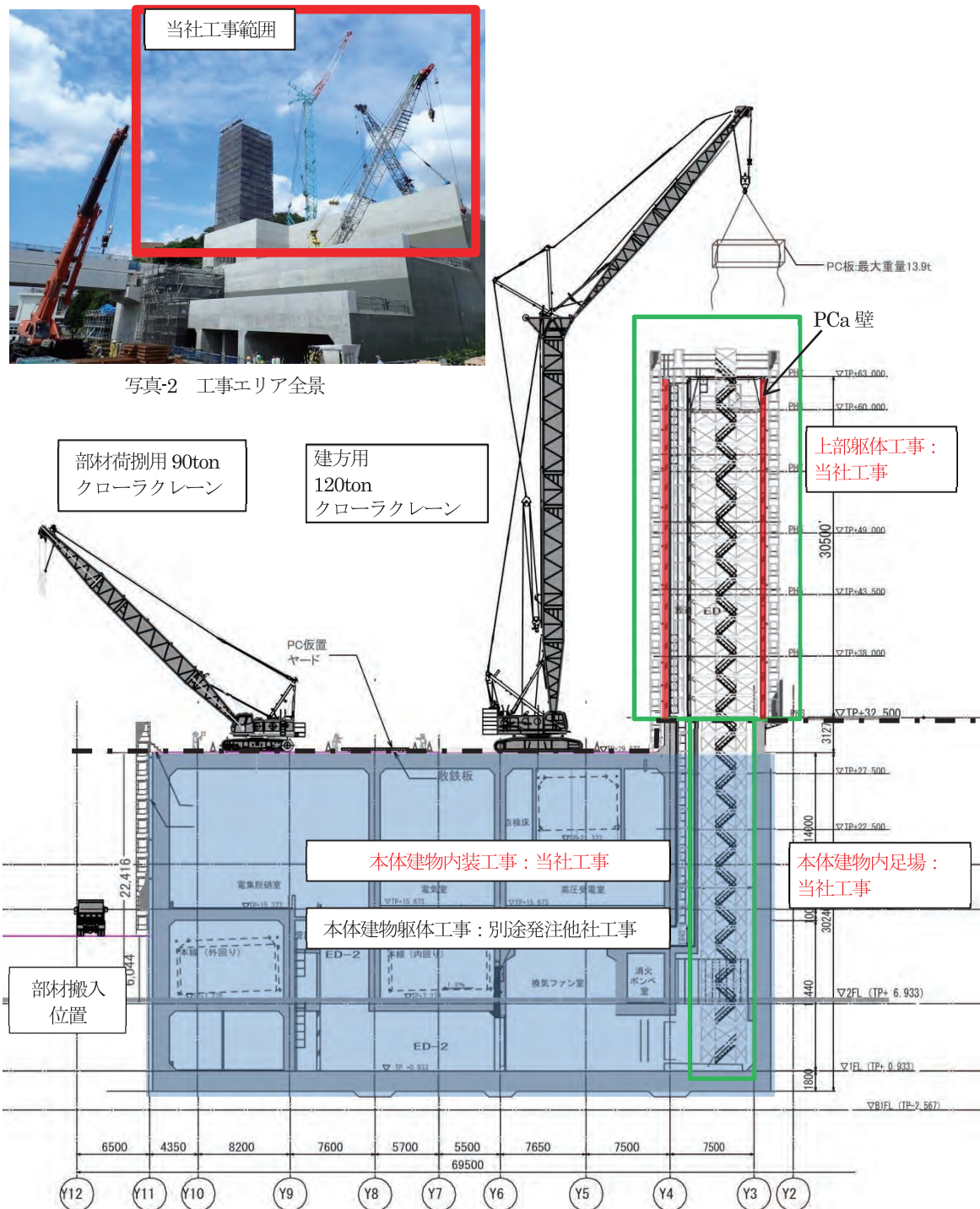


図-2 仮設計画図 (立面)

塔体部概要を図-3 および図-4 に示す。本工事の塔体躯体は、施工条件や省力化、カラーコンクリート使用など総合的な観点から、最上部の一部を場所打ちコンクリートとする以外は、PCaPC 構造として設計されている。

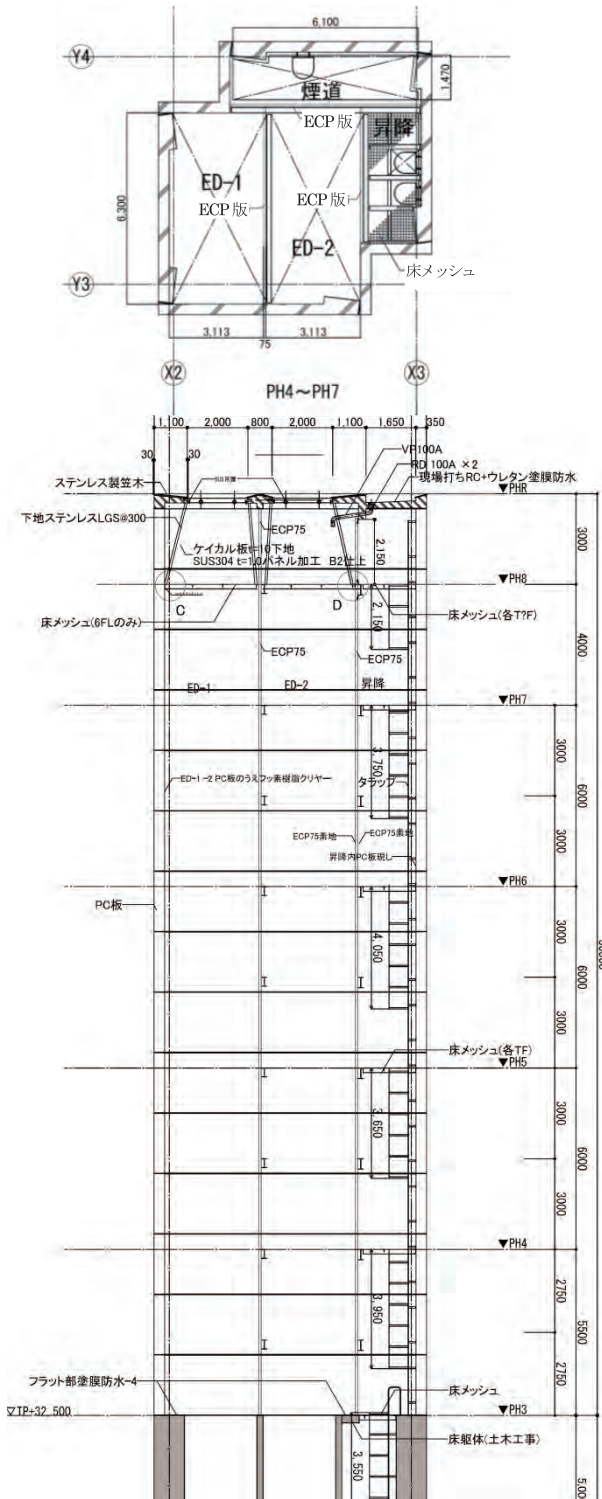


図-3 塔体部概要

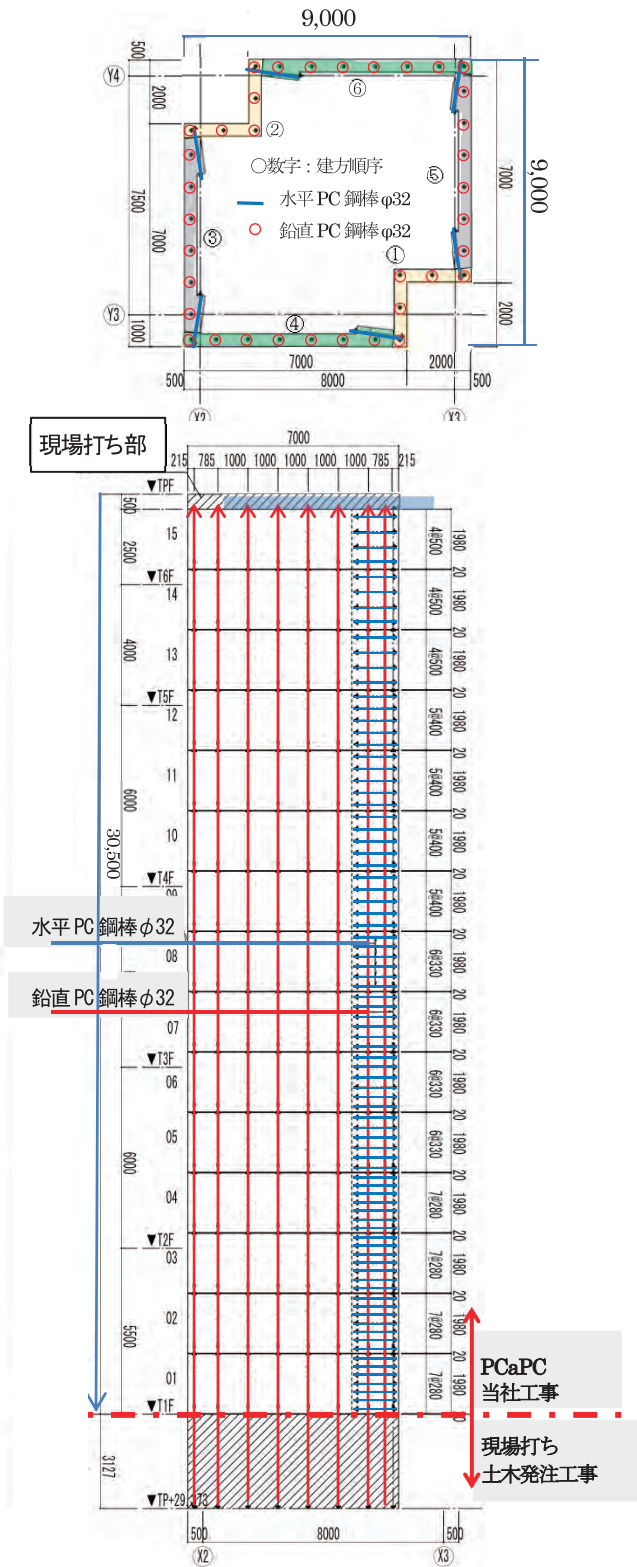


図-4 塔体部壁分割位置および PC 鋼棒配置図

塔体部は平面的に6分割(図-5、写真-3)とし、高さ2mの壁部材を目地モルタルを介して15段積みあげ、鉛直方向はPC鋼棒による圧着接合と鉄筋接続の併用工法、水平方向の接続はPC鋼棒による圧着工法により接続する構造である。

換気塔内部工事としては、鉄骨梁取付、ECP板による間仕切り壁、昇降タラップ、メッシュシートスラブ工事、外壁内部側に断熱材貼り付けなどがある。

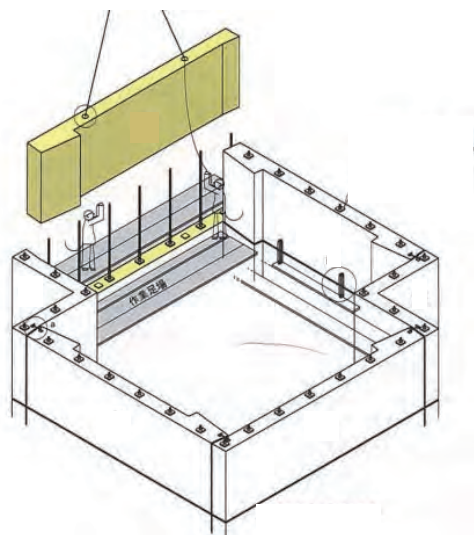


図-5 部材分割イメージ



写真-3 PCa 壁部材

3. 課題

全体工程の調整により、塔体部分の施工期間を1か月間短縮する必要が生じた。1か月間短縮して建物屋上からクレーンを撤去するためには、次の工事完了が条件となる。

- ①塔体躯体工事の完了および外部足場の撤去
- ②内部間仕切り壁(ECP板の取付)と内部足場の撤去

工事は塔体部分のみのため、内部工事が少なく、躯体工事もPCa部材の圧着工法であり、目地モルタルの打設や目地モルタルの強度発現を確認した後のプレストレス導入など工程上の制限が多い。

また、塔体躯体が全てカラーコンクリート仕様であったことから、PCa部材の全体的な色むらや頂部パラペット部の場所打ちコンクリートとの色違いなどのクリアすべき意匠上の課題もあった。

4. 実施方策および実施結果

全体工程およびサイクル工程の当初工程および実施工程を図-6に示す。もともと工種も少なく大幅に工程を短縮することが厳しい中で、一つ一つの手順の見直しや作業効率の向上により、工程短縮を図った。

この工程短縮の方策として、下記の①～④の検討により、複合的に1か月短縮する計画とした。また、この短縮方策の補完、および色むらによる部材入れ替えや補修などのリスクを排除するため、⑤と⑥についても検討した。

- ①FEM解析を用いた施工手順の検討によるサイクル工程の短縮(6日→5日)
- ②最上部場所打ちコンクリートのPCa化
- ③外壁吸水防止剤のPC工場での先行塗布
- ④躯体工事中のECP板取付
- ⑤建入調整方法の検討
- ⑥カラーコンクリートの色合い許容範囲の事前設定

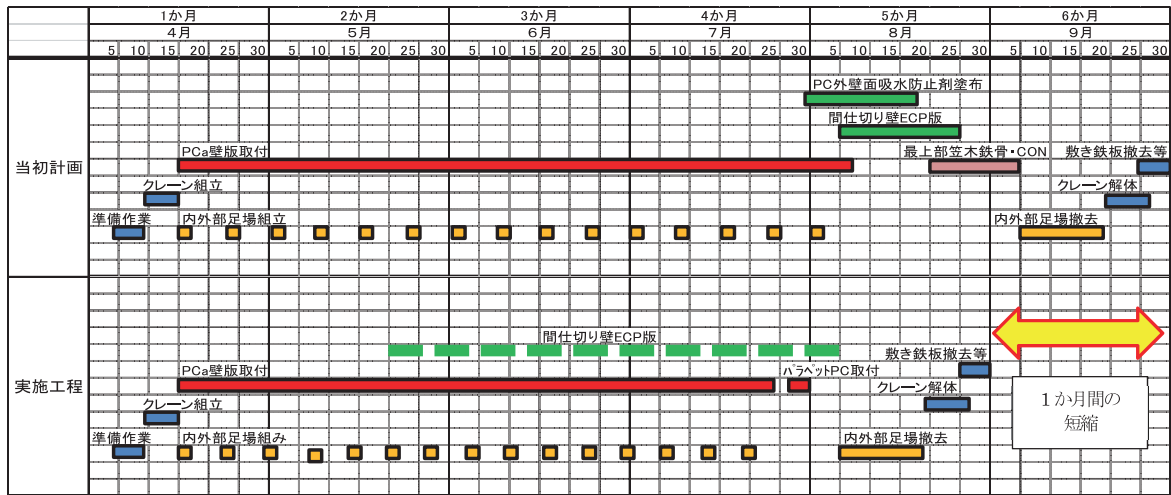


図-6 当初工程と実施工程の比較

(1) FEM解析を用いた施工手順の検討によるサイクル工程の短縮

本工事のような納まりの場合、部材を拘束せずに、接合面にプレストレスを導入するには、①鉛直目地モルタル⇒②水平PC鋼棒緊張⇒③水平目地モルタル⇒④鉛直PC鋼棒緊張とした水平方向PC鋼棒の緊張を先行するPC施工手順となる。この場合、1段あたりの施工サイクルは最低6日となる。

また、水平目地モルタルは水平PC鋼棒緊張後の充填となるため、PC緊張のための目地モルタルのプレストレス導入時強度（本工事では20N/mm²以上）の確認が2回となるなど施工日数が伸びる要素もある。

そのため、サイクル工程を短縮させる施工手順として、水平・鉛直目地モルタルの同時施工後に、PC鋼棒を連続緊張する手順を検討した。この手順の検討において、プレストレスによって生じる接合面、および部材応力を確認するため、緊張手順ごとに図-7のような解析モデルによるFEM解析を行った。この解析により、接合面に与えられる応力が構造上必要なプレストレス以上であり、かつ、部材に生じる引張応力が許容値以下であることを確認した。

決定した緊張手順を図-8に示す。1層目下部躯体断面が塔体部より大きく、拘束効果が大きいことから、1段目は水平PC鋼棒を先行緊張とし、2段目以降は、①目地モルタル施工（水平→鉛直）⇒②鉛直PC鋼棒緊張（写真-4）⇒③水平PC鋼棒緊張（写真-5）とした。これにより、施工サイクルを最短5日とすることができ、当初計画から工程をおよそ2週間短縮することができた。

また、各段の施工時に行う目地モルタルのプレストレス導入時強度の確認は、工事監理者の承認の上、簡易圧縮試験機により行った。これにより、導入時強度の確認を適宜実施できることで、緊張作業をスムーズに実施することができた。

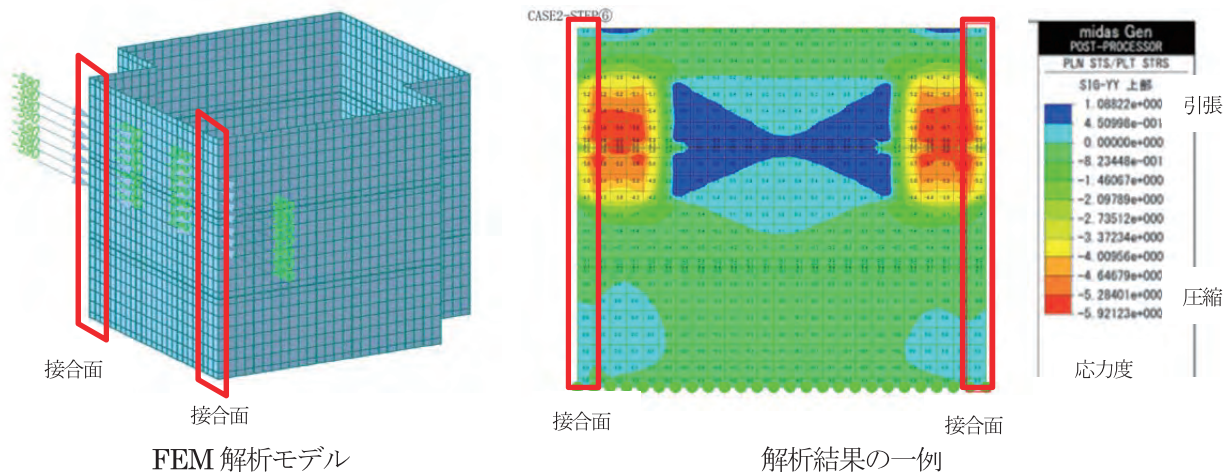
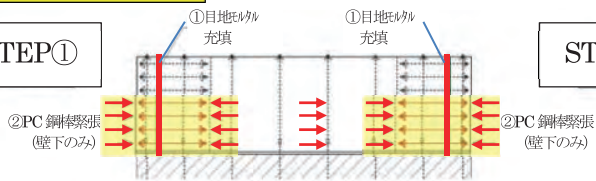


図-7 FEM解析モデルと解析結果の一例

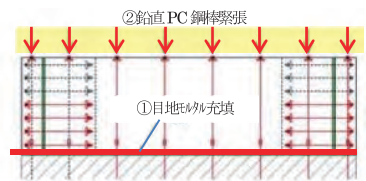
1 段目壁版のみ

STEP①



1 段目壁版 ①鉛直目地モルタル充填
②水平 PC 鋼棒緊張 (壁下部のみ)
(モルタル強度確認後)

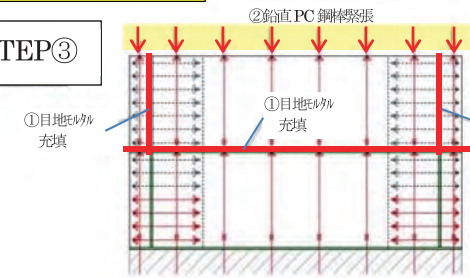
STEP②



1 段目壁版 ①水平目地モルタル充填
②鉛直 PC 鋼棒緊張 (モルタル強度確認後)

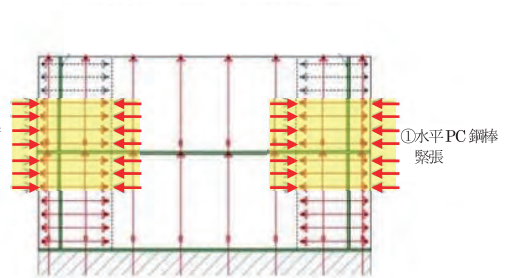
2 段目壁版以降

STEP③



2 段目壁版 ①目地モルタル充填 (水平⇒鉛直)
②鉛直 PC 鋼棒緊張 (モルタル強度確認後)

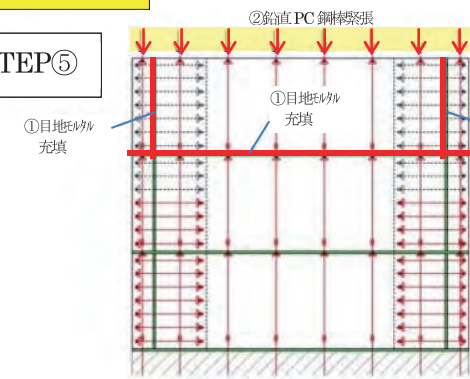
STEP④



2 段目壁版 ①水平 PC 鋼棒緊張 (モルタル強度確認後)

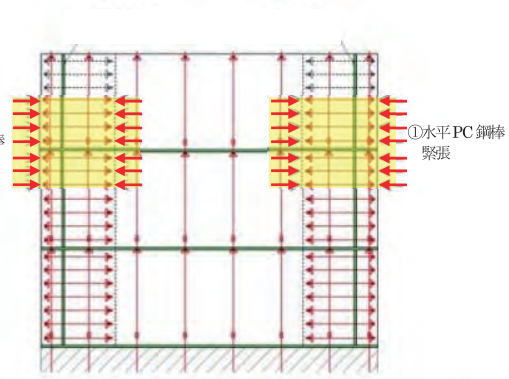
3 段目壁版

STEP⑤



3 段目壁版 ①目地モルタル充填 (水平⇒鉛直)
②鉛直 PC 鋼棒緊張 (モルタル強度確認後)

STEP⑥



3 段目壁版 ①水平 PC 鋼棒緊張 (モルタル強度確認後)

図-8 採用した緊張手順



写真-4 接合用鉛直 PC 鋼棒配置状況



写真-5 接合用水平 PC 鋼棒配置状況

(2) 最上部場所打ちコンクリートのPCa化

当初計画において、最上部パラペット部の頂部から0.5mの範囲は、形状の面から現場打ちコンクリートとしており、この部分もカラーコンクリートの仕様であった。場所打ちコンクリート部をカラーコンクリートとする場合、ミキサー車で顔料を混入することとなり、PCa部材と色合いを合わせる事が難しいため、PCa化することとした(写真-6、写真-7)。また、PCa化することで養生期間や吸水防止剤の塗布工事を含めた工程を短縮できた。



写真-6 最上部 PCa 部材取付状況①



写真-7 最上部 PCa 部材取付状況②

(3) 外壁吸水防止剤のPC工場での先行塗布

当初工程では、PCa壁部材の建方完了後に外壁の吸水防止剤の塗布工事を行い、同時に内部のECP板を施工する工程であったが、吸水防止剤の塗布をPCa板製作工場のストック時に行う計画とした。(写真-8)

塗装は、コンクリート打設から養生期間を置いた後に、含水率を確認して行った。

また、部材は、外壁面が割り肌模様のため、転倒防止の上、縦置きとしてストックした。



写真-8 PC工場での吸水防止剤塗布完了後仮置き状況

(4) 躯体工事中のECP板取付

前述の通り、当初工程では、外壁の吸水防止剤塗布工程に合わせてECP板を設置することとしていたが、ECP板の取付作業も前倒しすることで、この期間を短縮することが出来る。

そのため、内部足場を総組足場とし、ECP板の搬入後に、ECP板施工部とPCa施工エリアの中間部をステージングすることで上下に平面区画を行い、作業の安全性を確保してECP板の取付を行った(写真-9)。ECP板は、部材架設のない目地モルタル外部型枠施工時など内部作業と調整して搬入した。

ECP板の取り付けは、PCa部材組立完了から1週間後に完了することが出来、吸水防止剤の塗布先行と合わせて、工程を2週間早期に完



写真-9 内部 ECP 板の状況

了することが出来た。

(5) 建入調整方法の検討

塔体のため、内部にスラブがないことから、一般的な壁の建て入れ調整に使用するサポート等が使用できない。本工事では、壁1部材の高さが2mと低いことから、調整も可能であると判断し、壁下部の両端2カ所に設置した鉄骨用の油圧式調整治具により建入を調整した(写真-10)。また、部材ずれ防止のため、部材に取り付けたガイドアングルにより位置調整を行った。

建入精度については、部材ズレおよび壁板の鉛直度はそれぞれで±3mm以内と精度よく設置することが出来、管理目標値以内とすることが出来た。



写真-10 建入調整治具

(6) カラーコンクリートの色合い許容範囲の事前設定

本工事では、外壁のカラーコンクリート表面がそのまま外部仕上げ面となる。この外部表面は、割れ肌模様(写真-11)となっており、製作では型枠面に設置したモールドスターにより、この模様を成形している。

この仕上げとなるカラーコンクリートの仕上がり色について、色合いの範囲を5段階に設定したモックアップを作成し、許容範囲を設定することで塔体全体の色合いの統一感を確保した。

カラーコンクリートの目標とする色彩はマンセル値で2.5Y7.5/1とし、使用する顔料は無機系の白と黄としている。顔料は、PC工場の生コンプラントでのコンクリート練り混ぜ時に混入するが、この顔料を混入することで、圧縮強度の低下が懸念された。そのため、色調整、圧縮強度の確認を目的として、顔料の混入量(添加率)だけでなく水セメント比や調合を変えた試験練り(表-1)を行い、最終的に監理者に確認のうえ、製作したサンプル(写真-12)により目標とする色彩の顔料の混入量を決定した。

決定した目標色は顔料の添加量を5%とした調合番号⑫とし、その許容範囲は3%~7%までとした。モックアップは、目標色(5%)と許容範囲の上下限値の添加量(3%、7%)、およびNG色として2%、8%の添加量について製作した(写真-13)。

モックアップは、PC工場と工事場所の2カ所に用意し、PC工場での製品検査時、部材搬入時の受入検査時、および製品検査時の色合いの指標とした。

この許容範囲を設定したモックアップの作成により、当社を含め、施主・監理者・PC工場が共通認識を持つことで工場での製品検査や、現地での受入検査を円滑に実施することができ、施工中、および外部足場解体後においても、色ムラもほとんどなかった。



写真-11 PCa 壁面状況

表-1 カラーコンクリート試験練り時の調合計画

step	回数	打設日	調合番号	細骨材 混合比 (S1:S2)	W/C (%)	顔料 添加量 (%)	顔料 混合比 (黄:白)
step1	第1回	2015/9/11	①	50:50	37.1	0.0	10:90
			②			37.1	
			③			47.0	
			④			29.0	
step2	第2回	2015/10/2	⑤	50:50	37.1	4.0	20:80
			⑥	60:40			
			⑦	70:30			
step3	第3回	2015/10/16	⑧	50:50	37.1	4.0	15:85
			⑨			3.0	
			⑩			2.0	
	第4回	2015/10/22	⑪			6.0	
			⑫			5.0	
	第5回	2015/10/30	⑬			7.0	
			⑭			8.0	
			⑮			10.0	

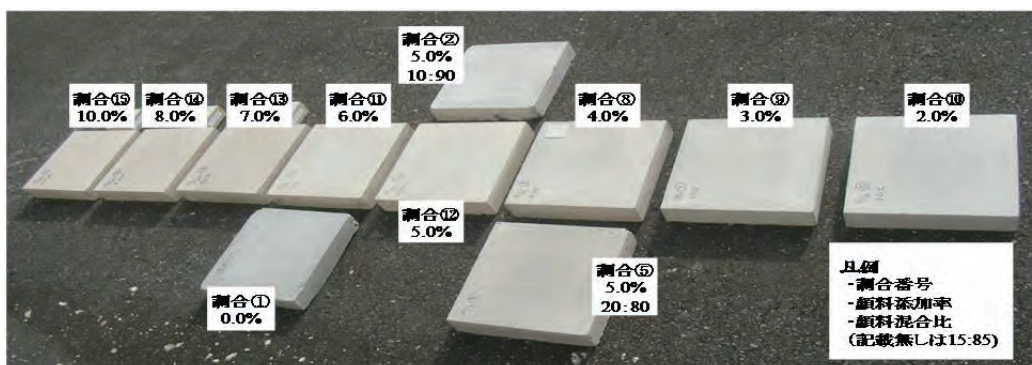


写真-12 カラーコンクリートの試験練り結果

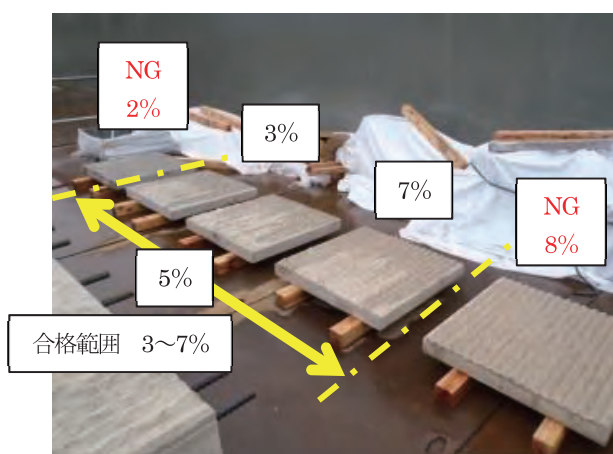


写真-13 モックアップ作成による色合いの許容範囲

5. 効果

- ・ FEM解析を用いて作業手順の検討によりサイクル工程を6日→5日にでき、全体で工期を2週間短縮することが出来た。
- ・ 最上部場所打ちコンクリートのPCa化、外壁吸水防止剤のPC工場での先行塗布および躯体工事中のECP板取付により、全体で工期を2週間短縮することが出来た。
- ・ カラーコンクリートの色合い許容範囲の事前設定することで、色ムラもほとんどなく、手戻り作業による工程遅延はなかった。

6. まとめ

塔体工事、PC構造、カラーコンクリートとあまり一般的ではない事例であるが、計画段階でPCa化された物件において、工期短縮およびさらなる合理化を目指した事例について紹介した。

今回は、工事条件による制約や工種も限られるなど改善余地が少ないと思われる物件であったが、予定工期を1か月短縮することができた。また、様々な改善に向けた取り組みを行うことで、作業所員の意欲も向上し、現場作業員を含めて一体となって工事に取り組むことが出来た。

12. 急傾斜地での高層マンション施工の合理化

社名： 東急建設株式会社

氏名： 中原 健介

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	某集合住宅新築工事
(2) 規模(延床面積、階数)	延床面積:25,796㎡、地下2階、地上26階
(3) 用途	共同住宅
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	神奈川県
(6) 施工期間	2013年7月～2015年8月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 (施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 敷地内の高低差が17mあり、作業スペースが少ない。 ▪ 大型車両の搬入には、高い敷地側のゲートしか使用出来ない。 ▪ 岩盤で構成された本敷地の掘削は、別途であり、杭工事から本工事である。 ▪ 法面勾配に沿ったオーバーハング躯体があり、精度確保の難易度が高い。 ▪ 部位(柱・梁・スラブ)によりコンクリート強度が異なる設計となっている。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 与えられた敷地条件において、ヤードの有効活用を図る。 ▪ 労務の平準化、技能労働者の少人数化による生産性向上を図る。 ▪ 要求された施工精度の確保を図る。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 高い地盤から橋梁的な構台架設による、作業スペースの確保 ▪ ロードカッター使用による岩盤での杭の位置精度確保 ▪ 地下躯体における狭いヤードでの先行鉄筋地組の実施 ▪ クレーン稼働効率と搬入効率を同時に考慮したタイムスケジュール管理 ▪ 内部共用廊下の先行施工による内装仕上げ材運搬 ▪ ポンプとホッパー併用によるコンクリート強度打ち分け打設
(4) 改善による効果	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> ▪ ロードカッターの使用により、杭の施工精度確保した。 ▪ 先行地組鉄筋により配筋精度を確保した。 ▪ C(コスト) ▪ D(工期) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 総合的な合理化による施工生産性が向上した。 ▪ 搬入に制約がある高層建物において、仕上げ材の搬入も含め8日サイクルで躯体工事を実施した。 ▪ S(安全) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 先行地組鉄筋による現地高所作業を削減した。 ▪ 内部共用廊下の先行施工により、後工事の足元安全確保が確保できた。 ▪ E(環境) ▪ その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> ▪ サイクル管理や先行地組等により、労務の平準化と作業歩掛り向上を図り、安定した最小限の作業員確保で工事を進められた

1. 工事概要

本工事敷地は、某私鉄駅から徒歩 2 分の位置にあり、岩盤で構成された丘陵部を造成してつくられた場所である。北側と西側からアクセスでき、敷地内およびアクセス道路にも約 17m の高低差がある。

また、駅近傍ということで、北側道路は、商店街となっており、大型の工事車両の通行は制限があり、ほとんど使用出来ない状況である。

写真 1 に建物全景写真を、表 1 に工事概要を、図 1 に敷地配置図・1階平面図を示す。本建物は、地下 2 階、地上 26 階、塔屋 1 階、最高高さ 88.78m、住戸数 279 戸の共同住宅である。写真 1 右側の敷地内レベルの高い方が建築基準法上の地上 1 階となり、敷地内レベルの低い方の写真 1 左側の地上部分で見えている部分が地下 1・2 階に該当する。

本建物は、地下 2 階から地上 2 階までが在来工法で、地上 2 階の柱から最上階までは、PCa 工法が採用されている構造となっている。

本工事は、基礎底盤部分までの造成工事が別途となっており、敷地内の約 17m の擁壁工事や岩盤掘削による基礎底までの造成が完了した状態で建築工事に着手した。

本工事の予定期間は、首都圏地域で労務不足が顕著となる傾向にあり、契約工期を満足するため、労務を確保できるかが大きな課題であった。



写真 1 建物全景写真(北側より撮影)

表 1 工事概要

工事件名	某集合住宅新築工事		
工事場所	神奈川県		
建物用途	共同住宅 279 戸		
設計・監理	他社設計		
規模	地下 2 階、地上 26 階、塔屋 1 階		
主要構造	RC造		
敷地面積	5653.96 m ²	建築面積	1120.84 m ²
施延床面積	25.796.45 m ²	最高高さ	88.78m
実施工期	2013 年 7 月～2015 年 8 月 (26.0 ヶ月)		

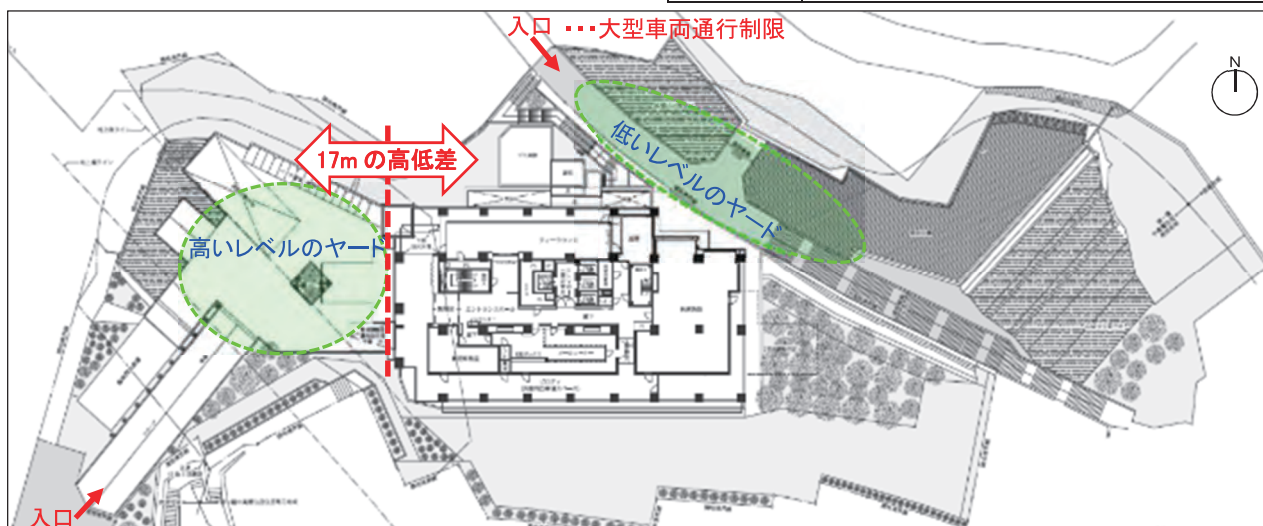


図 1 敷地配置図・1階平面図

2. 改善内容

① 杭工事の精度管理

(1)問題点

本建物の杭は、場所打ち鋼管コンクリート杭であり、杭径 2,000mm、杭長 5m である。本敷地が地表面から岩盤で構成されているため、削孔開始時に、岩の割れ目に沿って、削孔が進み、杭位置がズれることが懸念された。

また、当該敷地のレベルが低い地盤には、接続道路が狭いため、大型の杭打機を搬入できないという問題もあった。

(2)改善内容

大型杭打機が搬入できないという問題に対しては、手掘兼用の機械掘深礎工法を採用し、大型機械を使用しない施工とした。

杭の位置ズレの問題に対しては、岩盤上に杭位置の墨出しを行い、予めロードカッターを使用し、岩盤に切れ目を入れることで、掘り始めに生じる位置ズレを防止した。この際のカッターの深さは、100mm とした。

図 2-1 に本工事における杭工事の施工フローを示す。杭の掘削は、ライナープレートによる山留を設置して、主要部分を機械掘削とし、外周部の整形及び杭先端部は人力により行った。杭の鋼管建込み後、測量により位置確認をし、山留と鋼管の間にキャンバーを設置して、鋼管位置を固定した。杭コンクリート打設に際しては、コンクリートをオーバーフローさせて取り除き、杭天端を左官で押さえることで、杭頭処理の後工程を省略した。

(3)改善による効果

杭の鋼管の搬入が、高いレベル地盤に設置した搬入ゲートしか使用できなかったため、杭鋼管は、構台上からクレーンを使用して設置せざるを得ない状況であったが、ロードカッターを使用して杭孔の位置精度を向上させたため、最大誤差 20mm 以内の精度を確保できた。

また、杭天端のレベル精度に関しても、杭孔の山留を使用して、杭鋼管を固定したため、- 20mm 以内の誤差に納めることができた。

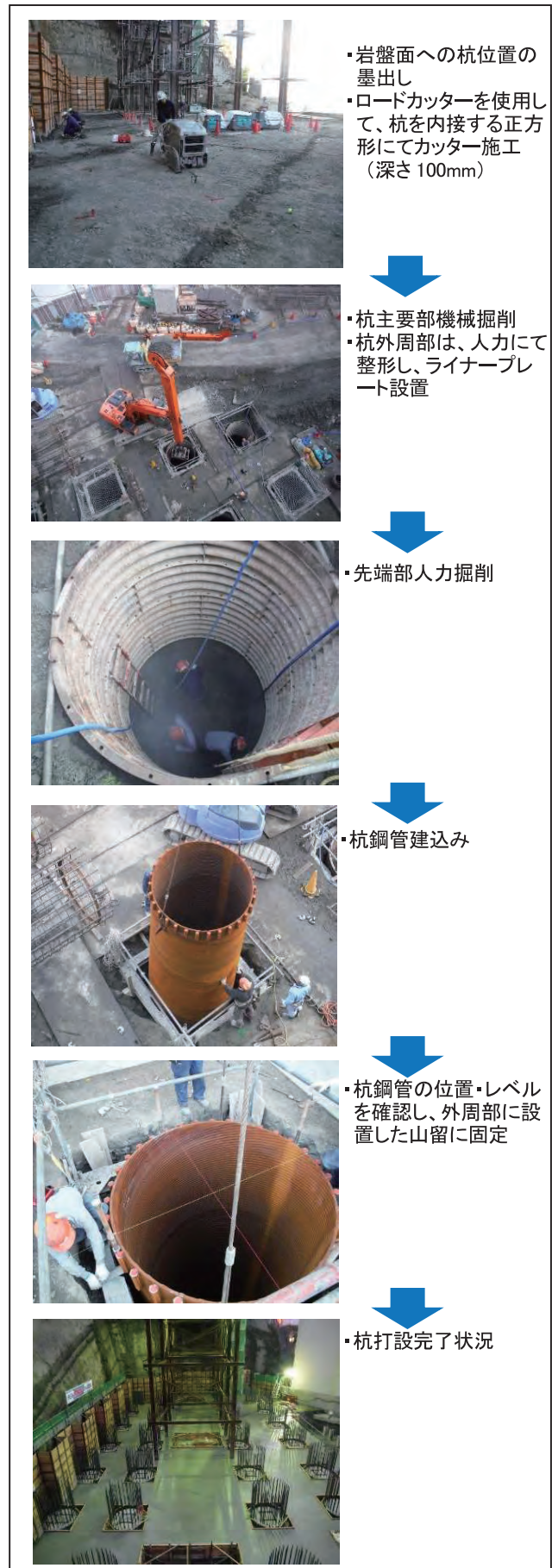


図 2-1 杭工事施工フロー

② 作業ヤードと搬入路の確保

(1)問題点

図 2-2 に本工事の地下部分の仮設計画平面図を示す。工事の搬出入用として、南西側に 1 ゲート、北側に 2 ゲートを設置する計画としたが、北側に設置した 2 ゲートは、大型の工事車両の通行規制があり、ダンプと生コン車、及び 4t 車までしか使用できず、その他の大型車両は全て 1 ゲートを使用する必要があった。

また、敷地内に高低差が 17m あり、資機材の搬出入に主体的に利用する 1 ゲートは、工事敷地内の高い位置にあるため、地下部分に使用する杭鋼管や鉄筋などの大型資材を全て高い位置から搬入し、低い地盤に降ろす必要があった。

さらに、工事敷地内の建物位置以外は、法面となっている部分が多く、作業ヤードの確保が困難であった。

(2)改善内容

地下工事段階での工事敷地内の資材の搬入動線の確保、及び作業ヤードの確保を目的として、高い側にある 1 ゲートから、手延べ式で仮設構台を架設する計画とした。図 2-3 に構台の架設状況を示す。構台の架設に関しては、一般的な地下を掘削しながら架設する構台と異なり、掘削が完了した状態で架設するため、大部分の作業が高所での作業となり、一般的な鉄骨建方と同様の水平ネット等の安全設備が必要であった。

(3)改善による効果

構台杭が貫通する地下躯体部分の形状が複雑であり、躯体施工時の構台と干渉する恐れがあったため、構台の施工精度は、通常の本設鉄骨工事と同様の管理を行なった。この結果、地下躯体が構台と干渉することなく、資機材の搬入・場内運搬等を円滑に行え、当初懸念されていた作業スペース問題も解決できた。

なお、手延べ式であるため、構台杭の接合が工程上クリティカルにならないと判断し、構台杭の接合には、現場溶接を採用することで、コストダウンを図った。

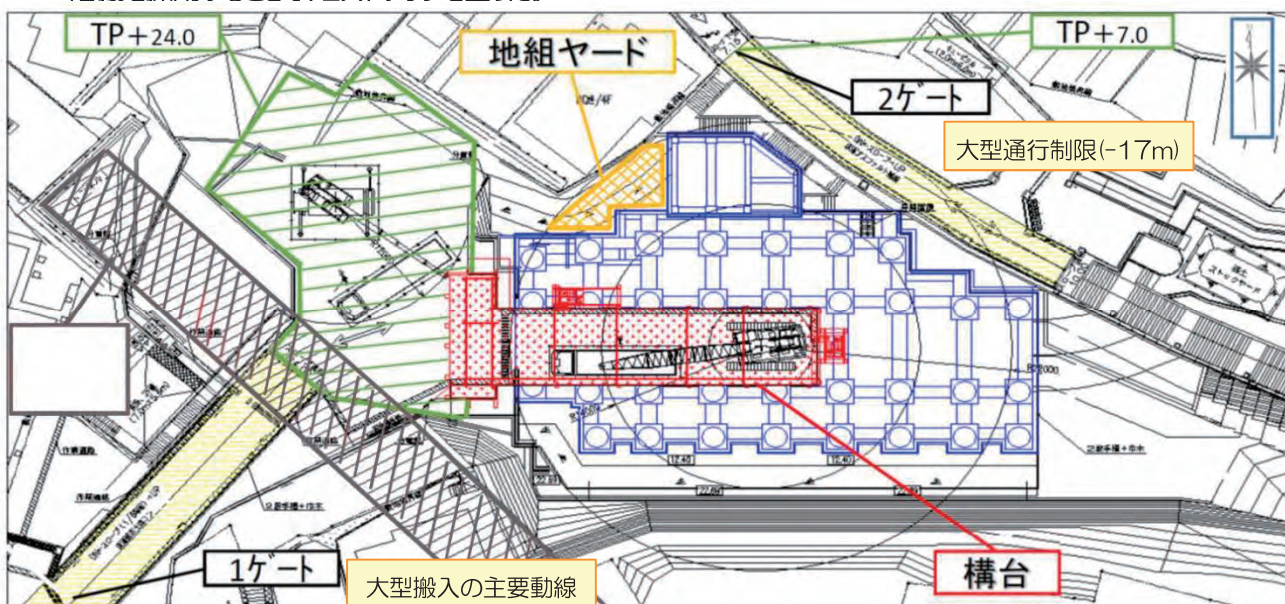


図 2-2 地下工事仮設計画平面図



図 2-3 構台の架設状況

③ 地下先行鉄筋地組による効率化

(1)問題点

地下部分の躯体工事は、作業スペースが非常に狭い上、階高(5,550~6,550 mm)が高く、作業性が悪いため、工程に影響を与える恐れがあった。

また、隣接する法面の勾配と同じ勾配でオーバーハングしている部分(図 2-4)が地下躯体にあり、施工精度の確保と施工時の安全に留意する必要があった。

(2)改善内容

地下躯体の施工性を向上させるため、地中梁部分に二線メッシュ工法、柱・梁・壁部分に鉄筋地組工法を採用した。

(3)改善による効果

地中梁部分に二線メッシュ工法を採用することで、配筋の作業性と施工精度が向上し、主筋受け架台や施工用の仮設足場が部分的に省略できた。

柱・梁・壁部分に鉄筋地組工法(写真 2-1)を採用することで、作業性が向上し、階高の高い本建物においての高所作業が低減し、安全性も向上した。

また、オーバーハングした柱部分(写真 2-2)に関しては、主筋配筋の精度が継手作業に影響するため、現場に現寸図を作成して地組を行うことで、施工精度を確保した。

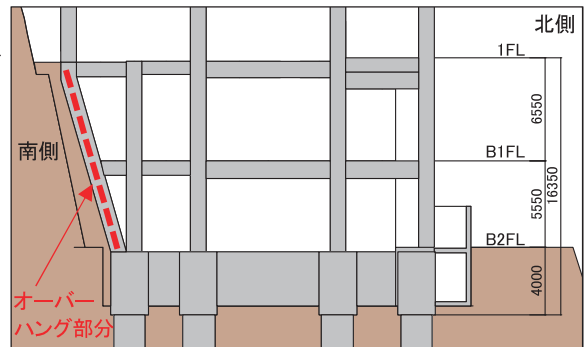


図 2-4 地下躯体断面



写真 2-1 梁鉄筋地組状況

④ コンクリート強度打ち分け

(1)問題点

柱梁とスラブには強度の異なるコンクリートが使用されており、敷地ヤード内にポンプ車を 2 台配置出来ないこと、ポンプ車 1 台による強度打ち分け打設では、強度種類を変えるときの洗浄作業等により打設時間が長くなり、打ち重ね時間管理などのコンクリート品質への影響が懸念された。

(2)改善内容

ポンプ車 1 台に加え、ホッパーを使用してコンクリート打設を行った。ホッパーを使用して柱梁強度のコンクリートを先行して打設し、追ってポンプ車でスラブ強度のコンクリートを打設した。コンクリート強度の打ち分け部分は、スラブの内側とし(写真 2-3)、スラブのハーフ PCa のトラス筋を利用してラス網を設置し、打ち分け範囲の管理を行った。

(3)改善による効果

強度の異なるコンクリートの打設を、異なる打設機械で打設することで、打ち重ね時間の管理が容易になり品質を確保できた。

また、コンクリート強度の打ち分け範囲の管理が容易になり、品質確保、打設時間の短縮に繋がった。



写真 2-2 オーバーハングした柱の施工状況



写真 2-3 コンクリート打設状況・強度打ち分け範囲

⑤ 躯体工事と内装工事のサイクル工程管理

(1)問題点

本建物は高層であるため、躯体工事と内装仕上げ工事を並行して進める必要があった。しかし、本敷地に配置された 2 箇所の搬出入ゲートのうち、北側のゲートには搬入制限があり、大型車両の搬入は、西側 1 箇所のゲートで躯体資材と内装仕上げ資材の搬入を処理しなければならない課題があった。

また、内装仕上げ材は、1F ヤードへの仮置きができないため、搬入後直ちに各階へ揚重し、共用廊下を使用して各部屋へ運搬する必要があった。

(2)改善内容

躯体工事を限られた作業スペースや資材置場で効率よく実施するため、鉄骨階段の先建てや制振ダンパーの地組を行い、表 2-1 に示すサイクルで施工を行った。サイクル工程を遵守するため、躯体工事の作業を平準化し、施工メンバーを固定することで、作業員の当作業所における熟練度の向上を図った。

内装仕上げ材の搬入は、躯体工事のサイクル工程に合わせてサイクル化した。各階への揚重は、2 基の工事用 EV を使用し、各室への運搬効率を向上させるため、内廊下の二重床を先行施工(写真 2-4)し、スラブ段差による障害を解消した。

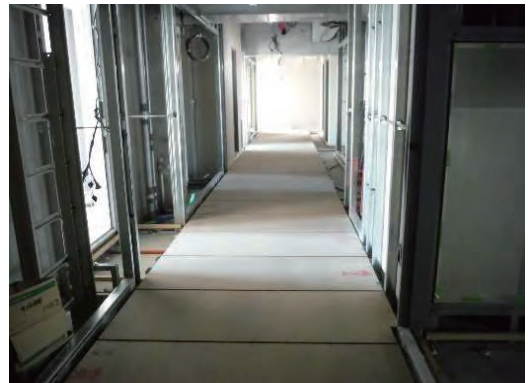


写真 2-4 内廊下先行施工状況

表 2-1 躯体工事・内装仕上げ資材搬入サイクル

	Step1	Step2	Step3	Step4	Step5	Step6	Step7	Step8
躯体工事	柱PCa	梁PCa①	スラブPCa①	梁PCa②	スラブPCa②	鉄骨階段	足場	CON
内装仕上げ 資材搬入	廊下置床 造作 アスロック	ガラス 洗面 ALC	AW	住戸置床 LGS クロス	家具 玄関石	UB	耐火PB 住戸PB	住戸PB キッチン

(3)改善による効果

躯体工事、内装仕上げ工事の両資材の搬入に関する工事の遅れは無かった。躯体工事においては人員配置・サイクル工程の固定により、計画通りに上棟できた。内装仕上げ資材の搬入も躯体工事を行いながら順当に搬入でき、各部屋への運搬も安全でスムーズに行え、工事を進めることが出来た。

3. まとめ

首都圏地域での労務不足を補うため、本作業所では、できる限り少ない作業員で施工することを目指し、様々な工夫を重ねた。その中で最も重要だったと感じたのは、所属や職種が異なる作業員間のコミュニケーションである。

本作業所では、作業員間のコミュニケーションを醸成するため、様々なイベントを実施した。その中で最も有効だったのは、近隣小学校の現場見学会(写真 2-5)である。現場の見学にとどまらず、仕上げ工事をメインに、安全を考慮したうえで、子供たちに作業を体験してもらったイベントを実施した。イベントの準備や実施を通し、作業所の一体感が醸成され、その結果、作業所の運営が円滑になり、生産性の向上(表 2-2)に繋がった。



写真 2-5 近隣小学校現場見学会

表 2-2 施工生産性

管理社員施工生産性	5,400 万円/人・月
作業員延べ労働時間	482,597 時間

13. 屋上防水層撤去時における下層階への漏水センサーの設置

社名：共立建設(株)

氏名：佐藤 芳博

事例概要

項目	内容
1. 工事概要	
(1) 工事名称	Sビル耐震対策工事
(2) 規模（延床面積、階数）	延床面積：2,491㎡、地上4階、搭屋1階
(3) 用途	送受信建物（通信機械収容建物）
(4) 主要構造	RC造
(5) 建設地	山形県
(6) 施工期間	2015年6月～2015年12月
(7) 工事費	—
(8) 設計者	—
2. 改善概要	
(1) 問題点・背景 （施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況）	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震補強のため、3階屋上部分の防水を一旦撤去するため、仮防水は実施するが、万一の漏水が懸念される。 ・壁撤去部の下階は通信機械室になっており、万一の漏水に備え、スラブ下面全面にビニール養生し、所々に樋を設置してバケツで水を受ける。 ・通常時は1日2回、降雨時は1日3回の点検を行う。 ・通信障害が発生した場合、数千万円から億単位の損害が発生する恐れがある。 ・現地を確認しないと漏水の有無が確認できない。
(2) 改善の目的	<ul style="list-style-type: none"> ・万一の漏水発生時は、タイムリーにメールによる通知を行い、迅速な対応をすることにより被害を最小限に抑える。 ・工事担当者・管理者等の休日・夜間降雨時の漏水の不安軽減、解消。
(3) 改善概要	<ul style="list-style-type: none"> ・屋上防水層撤去箇所、下階壁面、及び水受けバケツ内への漏水センサーの設置。 ・漏水等を感知した場合は、工事担当者等登録者の携帯電話に「漏水発生等」のメールが届く。
(4) 改善による効果	
・ Q（品質）	—
・ C（コスト）	—
・ D（工期）	—
・ S（安全）	漏水センサーがいち早く漏水を感知しメールが届き、迅速な対応が可能となる。
・ E（環境）	—
・ その他の効果	センサーを取付けることにより、夜間・休日の降雨時の不安が大幅に軽減した。

屋上防水層撤去時における下層階への漏水センサーの設置

共立建設株式会社 東北支店
佐藤 芳博

1. はじめに

本工事は昭和42年に竣工し、老朽化した建物の『耐震補強』工事です。

本建物は通信機械を収容している重要な建物であり、機械室は通信機械の障害となり得る漏水や粉塵発生・電磁波発生等を伴う作業は制限されている。

今回は、4階の外壁がセットバックしているため、外壁の撤去・新設に伴い3階屋上の既存防水層の一部を撤去せざるを得ず、下階への漏水が考えられることから、東北支店発案で開発中の漏水センサーの使用を検討することにしました。

同様の既存防水層の撤去を伴う工事は、耐震補強や発電設備増設の基礎工事等、全支店で実施されている。

施工管理条件として『降雨時点検』が義務付けられており、工事担当者は勿論関連する管理部門の心労は計り知れないものがあり、その軽減とワークライフバランス対策のひとつとして取組んだ事例です。

2. 工事概要

主要用途： 送受信所用建物
(通信機械収容建物)
構造規模： 鉄筋コンクリート造
(機械棟) 地上4階建
建築面積： 737.45㎡
延床面積： 2,491.30㎡

3. 現状の背景と問題点

耐震補強のため4階外壁の撤去・新設に伴い、3階屋上部分の防水を一旦撤去するため、仮防水は実施するものの、万一の漏水が懸念される(図-1・2)。

壁撤去部の下階は通信機械室になっており、従来工法では万一の漏水に備え、スラブ下全面にビニール養生し、所々に樋を設置してバケツで水を受けようになっている(図-3)。

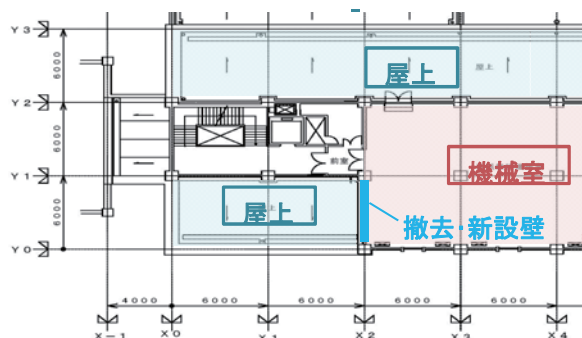


図-1 4階平面図

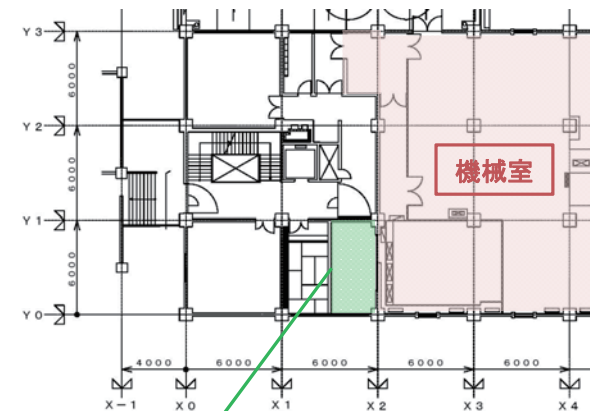


図-2 3階平面図

「降雨時点検」では、通常時は1日2回、降雨時は1日3回の点検を行う。

また、降雨翌日は休日でも点検実施。夜間や警報・注意報以上の降雨時は現地に点検の必要性を判断し、点検時間・回数を工事監理者と協議し決定することになっている。

降雨時、現地を確認しないと漏水の有無が確認できない工事担当者は「漏水してバケツから水があふれていないか…」、「壁際の養生の隙間から水が伝わってきていないか…」等、常に心配が頭から離れず、その負担・心労は計り知れない。

4. 改善の目的

- ① 万一の漏水発生時は、夜間・休日等現地にいない場合でもタイムリーにメールによる通知が入り、迅速な対応により被害を最小限に抑える。
- ② 工事担当者や関連管理部門等の休日・夜間降雨時の漏水の不安軽減、解消する。

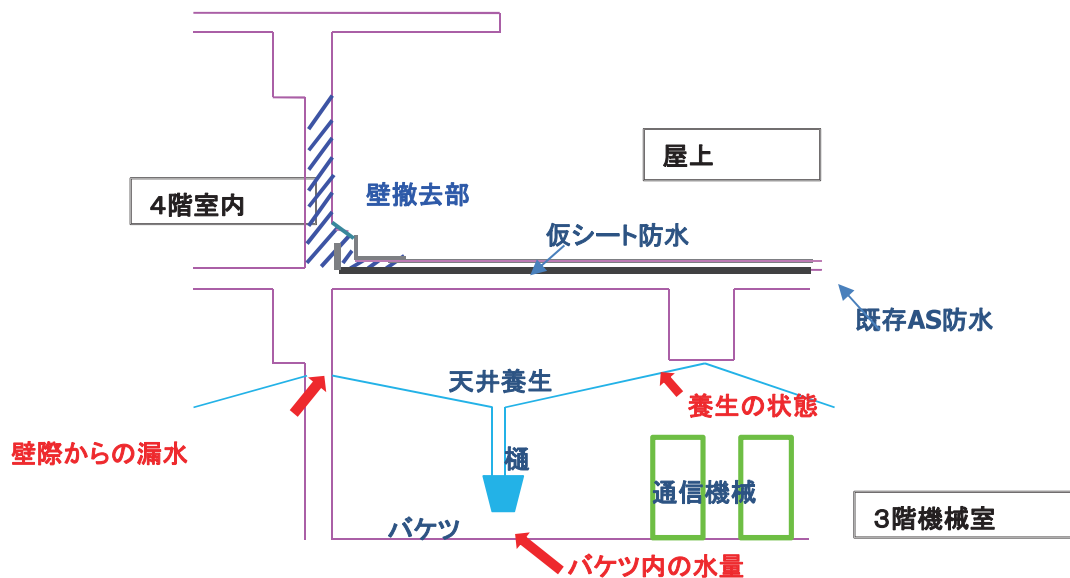


図-3 撤去部養生断面図

5. 改善案の概要

- ① 屋上防水層撤去箇所、下階壁面、及び水受けバケツ内への漏水センサーの設置（図-4）。
- ② 漏水等を感じた場合は、工事担当者等登録者の携帯電話に「漏水発生・復旧・停電・復電等」のメール着信（図-5）。

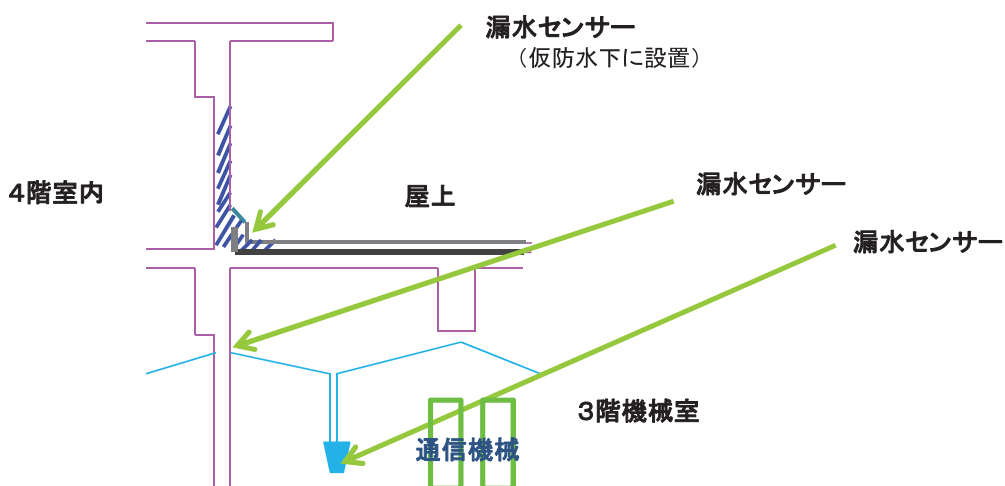


図-4 漏水センサー設置位置図

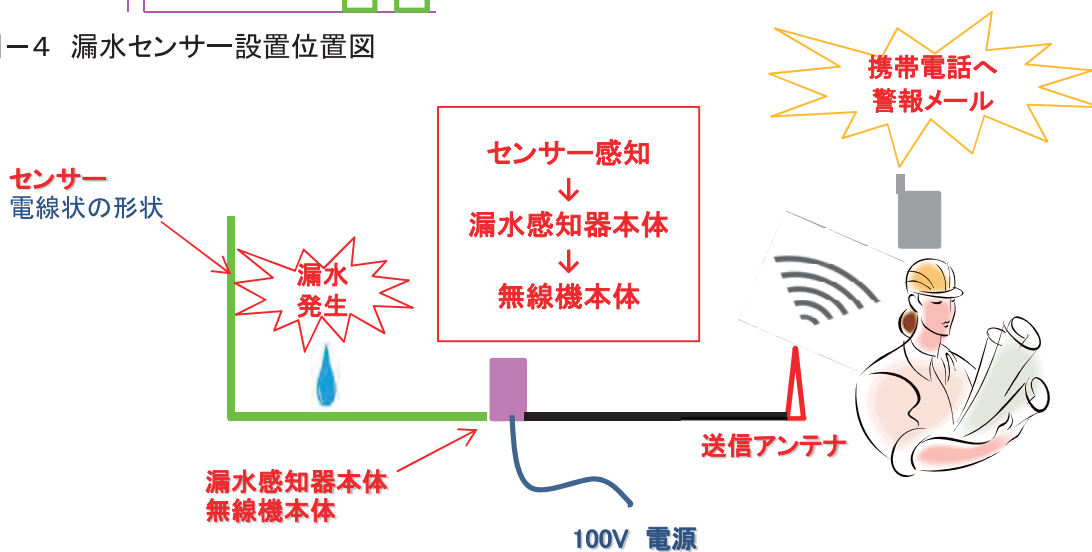


図-5 漏水感知、転送システム概要図

6. 漏水センサー設置の実施と課題への対応

a. 試作品漏水センサーの初めての実施運用

試作機を郡山・秋田で仮設置し、その仕組みと動作具合、センサーの取付箇所・方法等を検証し、仕組みの理解とより効果のある設置方法を検討した。

b. 設置場所、取付方法の検討

①設置場所：防水層撤去箇所周辺、3階機械室内の水受けバケツ内、及びRC壁面とした。

②センサー取付方法

・防水層撤去箇所：防水層切断箇所付近に地ばいで配線した(写真-1)。

・壁面：天井用目透し塩ビ見切材を壁面に粘着テープで固定し、その中にセンサーを這わせ壁面を伝わる滴を受けるようにした(写真-2)。

・水受けバケツ内：配線は壁際等を地ばいし、養生テープで配線を固定し、歩行者のつまづき等を防止した(写真-3)。

c. 設置することによる不具合等の検討

①携帯電波を利用するため、電磁波を発する送信アンテナを機械室内に設置できない。

解決策：隣室(旧パッケージ室)との間の建具にガラリが付いていたので、その隙間から配線を通し、電磁波の影響のない隣室に送信アンテナを設置した(写真-4)。

②100Vの電源が必要(機械室のコンセントは借用できない)

解決策：送信アンテナを設置した隣室にコンセントがあり、建物管理者に事情を説明しコンセント借用の許可が得られたので、感知器・無線機本体の設置が可能となった(写真-5)。

7. 改善案の実施状況



拡大写真

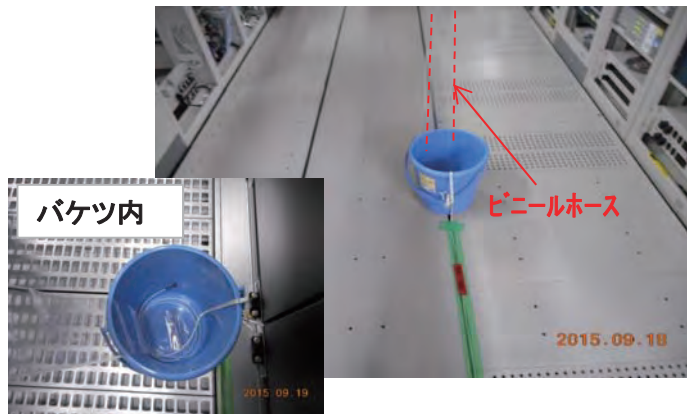


センサー

写真-1 屋上防水撤去部センサー



写真-2 内部壁センサー



バケツ内

ビニールホース

写真-3 機械室バケツ内センサー



写真-4 送信アンテナ



写真-5 感知器・無線機本体(2接点試作機)



写真-6 最新の装置(7接点)
ジュラルミン専用ケース入
W=400 H=600

8. 改善による効果

①コスト面

通信機械に障害が発生した場合、数千万円から、場合によっては、億単位の損害が発生する恐れがあり、施工に起因する場合は施工者に損害賠償が請求される。

新たな取組みのため、感知機本体、電工の配線手間、センサーコード代等の初期コストが発生したが、繰返しの使用が可能である。

また、試作機を改良した最新装置は7接点を400x600のジュラルミンケースにコンパクトに收容(写真-6)し、装置の保護と持ち運びを容易にした。

さらに、配線もコネクタの抜き差しだけに改良し、電工を頼まなくても設置が可能となった。

②安全面

漏水センサーがいち早く漏水を感知し、工事担当者及び登録者にメール(漏水発生・漏水復旧・停電:写真-7~9)が届き、迅速な対応により、被害を最小限に抑えることが可能となった。

工事中、実際に漏水センサーが反応したことはなかったが、設置時や週に1回の動作試験時に水をかけたり、停電になった場合の反応を試験したが問題なく機能し、類似工事に積極的に使用できることを確認できた。

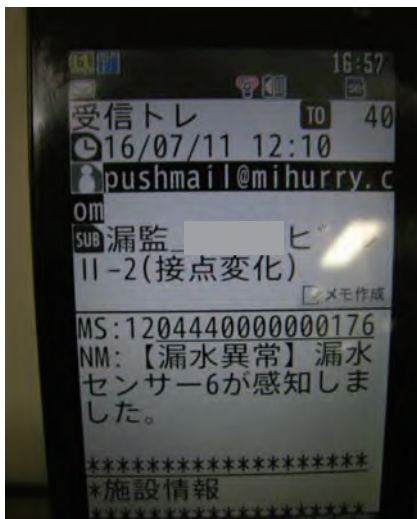


写真-7 着信メール画面
(漏水発生時)

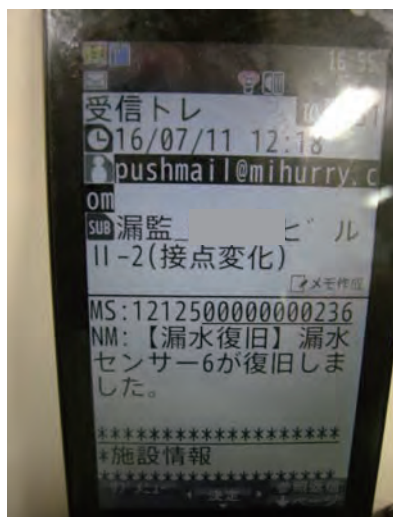


写真-8 着信メール画面
(漏水復旧時)



写真-9 着信メール画面
(停電時) 復電時もメール有り

③その他の効果

過信は禁物ではあるが、センサーを取付けることにより、夜間・休日の降雨時の不安が大幅に軽減し、気持ちに余裕が持てるようになりました。この効果は、掛かったコストだけでは計れない、大きな価値のあるものと感じた。

9. まとめ

降雨時に24時間体制で巡回するには、巡回要員として現場代理人以外の漏水点検者が必要となる。

今回、企業努力として使用した**漏水感知転送システム**を配備すれば、**過信は禁物**であるが施工担当者としては常時漏水のことが気になり、ドキドキしながら眠れない夜を過ごすことなく、とりあえずは安心して就寝することができ、多少なりとも気持ちに余裕が持てることは目に見えない大きな効果と感じた。

コスト削減を要求されている中で、このシステムが標準として採用されることは現状では難しいとしても、実用化、汎用化ができれば、**施工担当者の精神的・肉体的な負担軽減と管理側の不安の軽減・解消等**の効果は非常に大きいと思われ、ワークライフバランスにもつながる施策として、さらに進める価値があると考えます。