

設計施工物件における既存地下躯体を利用した合理化の提案

Proposal for Rationalization Using Existing Underground Framework

福元 宏幸*1	千葉 秀一*2	佐藤 久恵*2
Hiroyuki Fukumoto	Shuichi Chiba	Hisae Sato
大橋 達也*3	山口 圭一*4	山田 大*4
Tatsuya Ohashi	Keiichi Yamaguchi	Hiroshi Yamada

要旨

本報告は、設計・施工案件において、設計・技術・工務部間が連携して積極的に合理化を図った結果、その技術提案が評価されて受注につながった事例である。本物件は既存の2棟の建屋を解体し、1つの敷地にまとめる計画であった。発注者より提示されたパイロットプランでは、既存躯体と新築躯体の外形ラインがほぼ一致しており、大部分の既存地下躯体を解体することが前提として計画されていた。しかし、当社は既存地下躯体の山留め利用や、柱スパンの検討・調整により、解体工事のボリュームを削減し、工期短縮・コスト低減だけでなく、環境に配慮した計画を提案し、それを実現することができた。受注後のさらなる合理化提案を含めて、今後も増加が予想される同種工事の計画の一助となるよう、本計画の特徴や施工状況を紹介する。

キーワード：合理化提案 既存躯体山留め利用 既存躯体解体量削減

1. はじめに

本計画は渋谷駅の東側、宮益坂近くに位置し、地区計画による容積率割増と斜線制限の緩和認定（建築基準法第68条の5の5）を受けるべく、2敷地合筆のプロジェクトであった。外装デザインコンペに加え、設計・技術・工務部間が一体となり、合理化プランの技術提案を行った。外装デザインは石目調を骨格とし、シックな様相でありながらアクセントをもたせた外壁とサッシをリズムカルな縦基調に配することで、渋谷のダイナミズムを表現した（写真1）。エントランスには高級感を演出するため、大理石のゴハレベージュとホワイトオニックスを採用し、光の透過性を最大限に生かす光壁のデザインとした。構造計画では東側のコア部分を片持ちスラブとすることで、7.2mグリッドの採用と専有面積の最大化を実現した。また、地下ピット部分を合理化（既存躯体利用を最大化）することで、工期短縮とコスト低減を実現した。



写真1 外観写真

表1 工事概要

建 物 名：MIYAMASU TOWER	地上解体工期：2022年1月～2022年7月
工事名称：（仮称）渋谷一丁目計画新築工事	新築工期：2022年8月～2024年2月（22.5カ月）
工事場所：東京都渋谷区渋谷1-10-11 他	※地下躯体解体含む
建築用途：事務所・物販店舗（1F）	建物高さ：41.1m
発 注 者：東急不動産株式会社	延べ面積：4704.61㎡
監 修：株式会社パートナーズ企画	構造規模：鉄骨造（地下部分一部SRC造）
設計監理：株式会社鴻池組東京本店一級建築士事務所	地下1階 地上9階
施 工：株式会社鴻池組東京本店	

*1 東京本店 建築部 *2 東京本店 建築技術部 *3 設計本部 建築設計第1部 *4 設計本部 建築設計第2部

2. 受注前提案時の計画

2.1 地上階パイロットプランと地上階の提案

外装デザインコンペという主目的に加え、さらに発注者から提示されたパイロットプランに対して効果的な VE と安全・環境に配慮した計画を実現するため、変更提案を行った。

地上階における検討項目は、1)機械駐車と構造躯体の干渉、2)柱スパン、3)これら変更に伴う共用部の配置検討の3点である。図1にパイロットプラン、図2に提案プランを示す。

柱スパンを6400mmから7200mmに拡大し、機械駐車・ターンテーブルをスパン内に納めることで、1階の梁との干渉を避け、地下1階の必要階高を最小限に抑える工夫を行った。また、スパン割変更によりエントランスにも余裕が生まれ、打合せ・待合スペースを設けることで、事務所ビルとしてのユーティリティを向上させた。エントランスホールに面しては庭園を設け、リラックスしながらの打合せや待合が可能となった。

スパン割の変更を可能にしたのは、コア部分を片持ちスラブとしたことによる。コア部分の外壁側の柱を削減したことで、有効スペースが生まれ、レントابل比の向上につながった。さらに鉄骨の合理化も実現され、約100tの削減が可能となった。

パイロットプラン

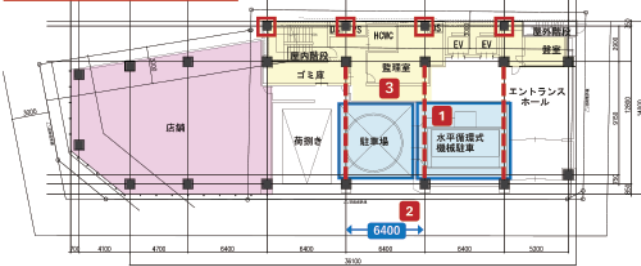


図1 パイロットプラン1階平面図

提案プラン

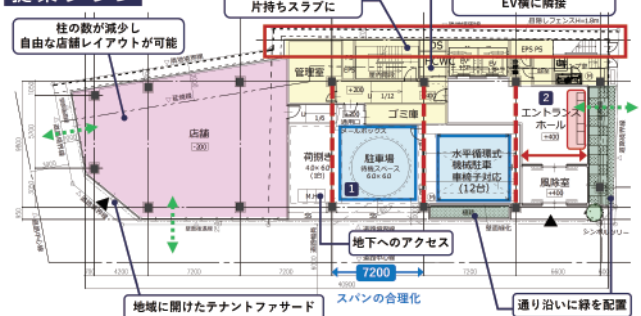


図2 提案プラン1階平面図

2.2 地下階パイロットプランと地下階の提案

パイロットプランでは新築地下外壁が既存地下外壁とほぼ同位置にあるため、ほとんどが撤去範囲となっていた(図3)。地下躯体解体範囲の検証は大きな VE 要素や環境配慮要素、工期短縮につながるため、積極的に取り組むべき点である。地下階についての検討項目は、地下諸室の平面検討、地下躯体解体範囲の検討、既存躯体底盤の残置検証の3点である。

平面検討として、柱スパンの見直しにより、地下諸室(機械駐車、ボンベ庫など)を合理的に配置し、同時に、地下躯体の位置も見直し、地下階のボリュームを低減した(図4・図5)。これにより生まれた床面積の削減分を基準階に還元し、レントابل比の向上に寄与している。地下階のボリュームを低減することにより、既存地下躯体の解体範囲を最小限に抑え、山留め壁として利用する計画とした。

断面検討では、新設底盤を既存躯体内に納めることで、

パイロットプラン

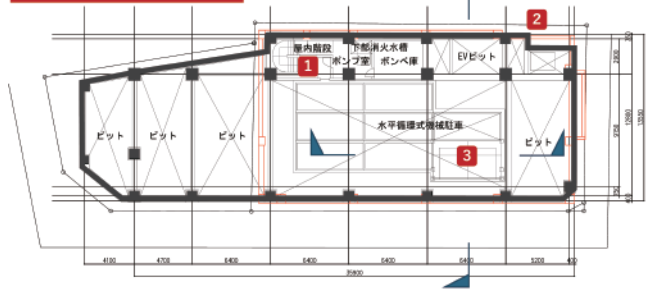


図3 パイロットプラン地下階平面図

提案プラン

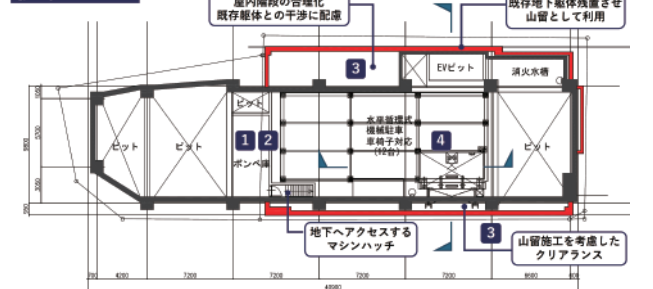


図4 提案プラン地下階平面図

提案

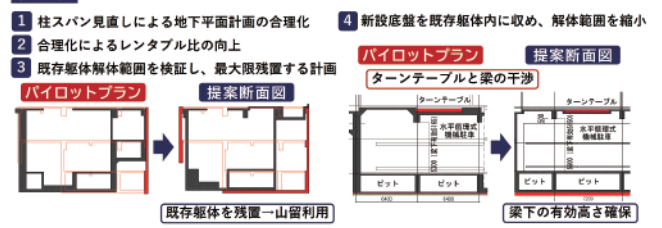


図5 提案内容・地下階断面図比較

解体範囲を縮小した。また、柱スパンの検証と機械駐車・ターンテーブルをスパン内に納めることで、1 階梁との干渉を解消し、機械駐車の有効高さの合理化を実現し、既存躯体底盤の解体が不要となった。

図6・図7にパイロットプランと提案プランの既存杭・躯体と新築躯体の重ね図を示す。既存躯体の山留め利用により、地中障害撤去の範囲が削減され、山留め親杭打設のためのBG解体が63ヶ所から0ヶ所に減少した。また、柱スパンの変更により杭の位置も変わり、パイロットプランと比較して、既存杭干渉による杭解体が11ヶ所から6ヶ所に減少した。これにより、地下障害撤去工事の期間が6カ月から3カ月に短縮された。提案により、騒音や工期、コストの低減につながるとともに、地域住民にも配慮できた。

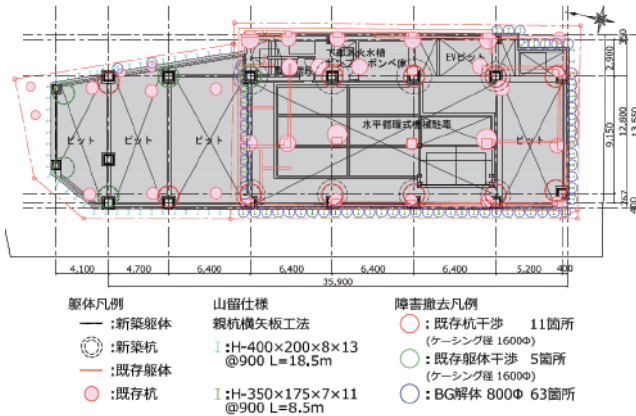


図6 パイロットプラン既存重ね図

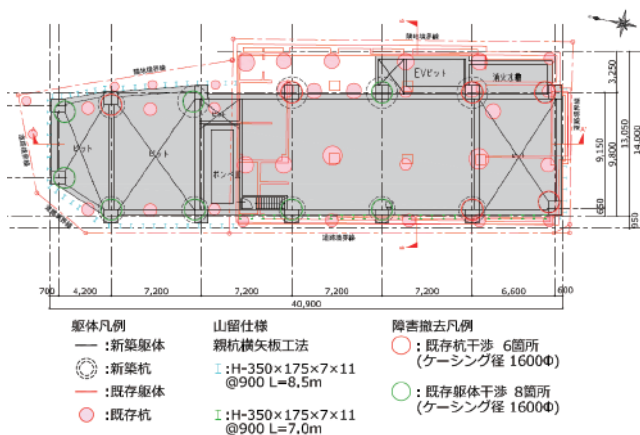


図7 提案プラン既存重ね図

2.3 仮設計画

当初の計画では、既存建物2棟を解体し、1敷地とする予定であったが、北側の建物については既存の地下躯体が存在しなかったため、新たに山留め（親杭横矢板壁）を計画した。一方南側の建物では既存の地下躯体を山留め利用

とし、新築躯体がはみ出る部分にのみ親杭を設置する計画とした。新築部分を黒で、既存壁を山留め利用した部分を赤で表示している（図8）。

敷地北側にゲートを設け、構台を設置した。掘削深さが約9.1mと深いため、切梁を2段架設する計画とした。既存の耐圧盤の上に新築建物の地下部分と基礎を配置した。新築地下階の主な用途は、機械駐車（水平循環型2段）である。

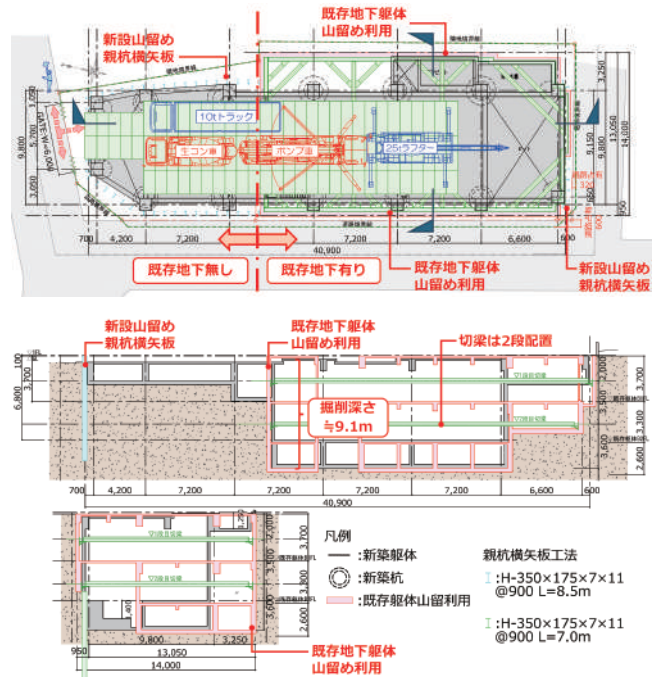


図8 提案時 仮設計画図

2.4 工程比較

パイロット工程と提案時の工程の比較を表2に示す。既存躯体の山留め利用の合理化により約3カ月、地下部分の設計合理化により1.5カ月、地上部分の設計合理化により0.5カ月の短縮が可能となった。これにより全体でパイロット工程から5カ月の工期短縮を提案した。

表2 比較工程表

パイロット工程											
年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
地上解体											
地下躯体											
基礎解体											
新築工事期間 (22ヵ月)											
事業全体期間 (22ヵ月)											
提案工程											
年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
地上解体											
地下躯体											
基礎解体											
新築工事期間 (20ヵ月)											
事業全体期間 (22ヵ月)											

3. 受注後の実施設計によるさらなる合理化計画

受注後の実施設計期間中において地下形状の検討を行い、さらなる合理化を図った。

3.1 設計

水平循環式機械駐車を平面的に広げて駐車台数を確保し、2段から1段に変更した(図9・図10)。同時に地下諸室の平面の検討を行い、レイアウトを変更した。駐車場の平面範囲を広げた結果、地下躯体が浅くなり、既存躯体の解体量がさらに減少した。

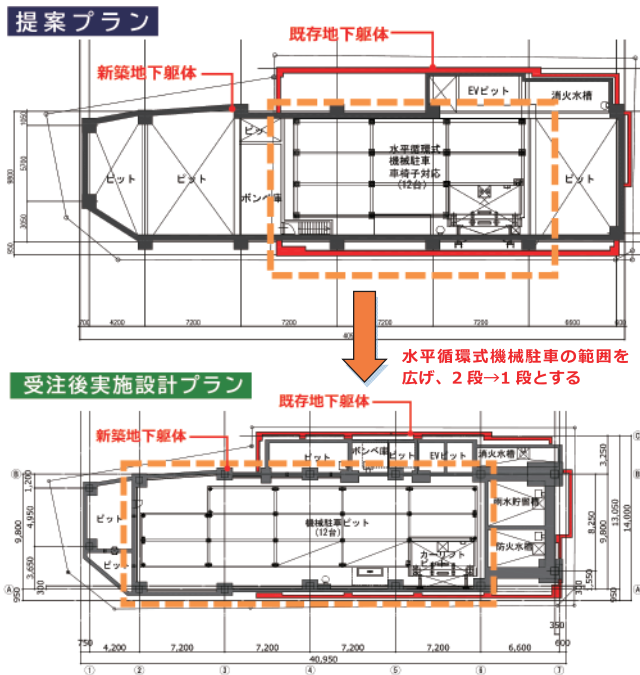


図9 提案プラン・実施設計プランの平面図比較

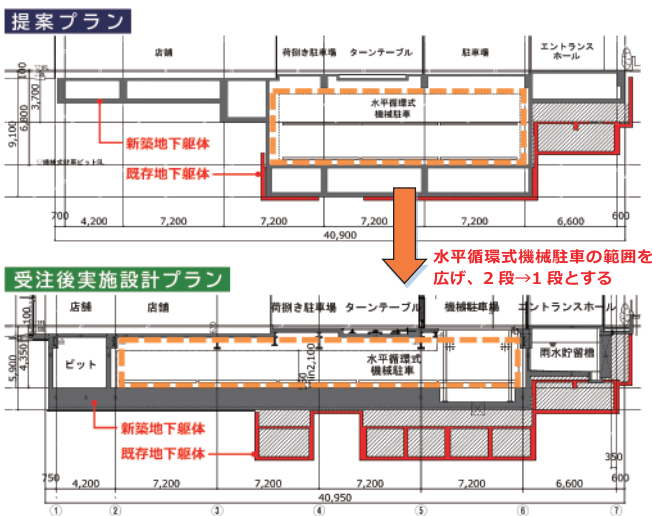


図10 提案プラン・実施設計プランの断面図比較

3.2 施工計画

機械駐車を2段から1段に変更したことで、掘削深さを9.1mから6.0mまで浅くすることが可能となり、切梁を2段から1段に合理化できた。掘削深さや切梁段数の減少に伴い、構台組立を2段階に分けて行った。北側建物部分に構台を構築し、マットスラブ打設までは、構台より地下躯体を構築する計画とした(図11)。これにより、構台杭用のBG削孔の削減を実現した。また新築地下のマットスラブ形式の耐圧盤を構築後、その上から置構台形式で作業構台を拡張する計画とした(図12)。

これにより既存地下躯体解体時に構台杭がなくなり、施工性が向上した。

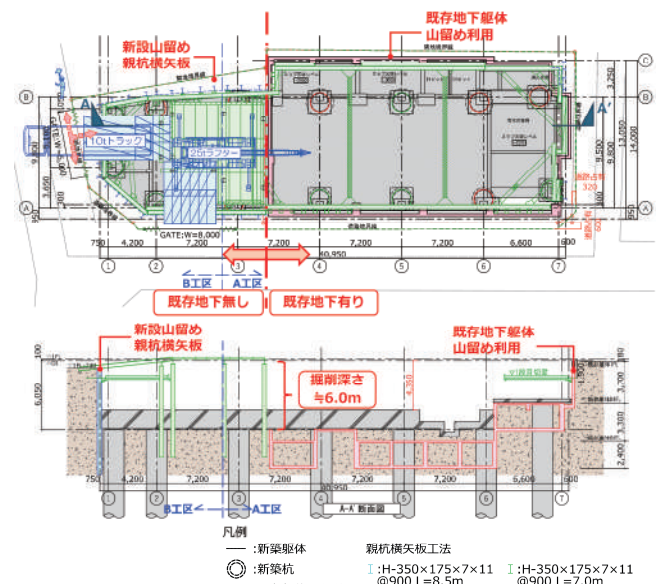


図11 実施設計時 仮設計画図ステップ1

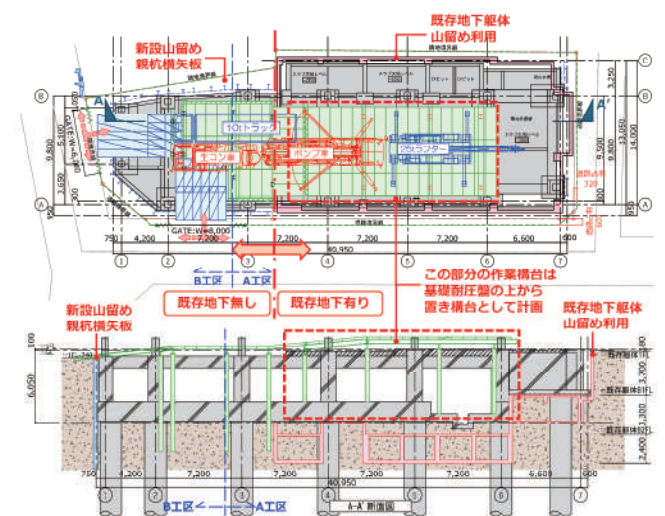


図12 実施設計時 仮設計画図ステップ2

4. 地下外壁利用構造検討

既存の地下外壁を山留めとして利用するにあたり、次の手順で構造検討を行った。

4.1 検討モデル図の作成と側圧の設定

山留め架構の設計に用いる地盤定数は、土質・N 値および土質試験結果から判断し、図 13 に示す値とした。また、地下の既存躯体、掘削深さ等の断面を併せて示す。地下水位は既存躯体の底盤より低い位置であったため、水压は考慮しなかった。なお、この時点での切梁高さは想定位置である。

続いて既存外壁の背面に作用する側圧係数の設定を行う。図 14 のように赤線で書いているランキン・レザール法で求めた側圧を包括するように側圧係数を算定し、検討を行っ

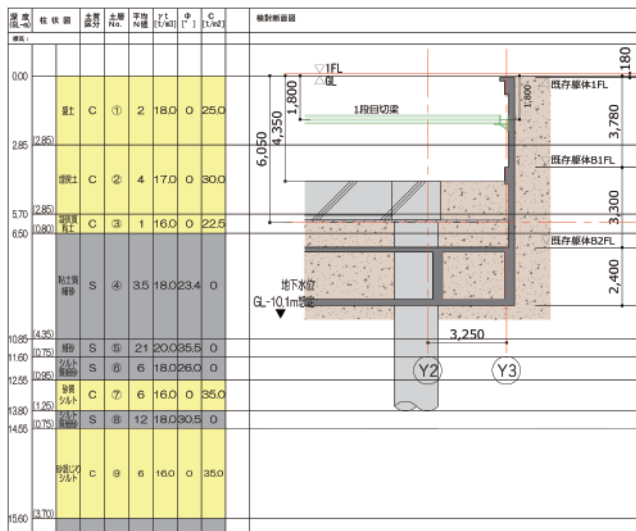


図 13 検討モデル図

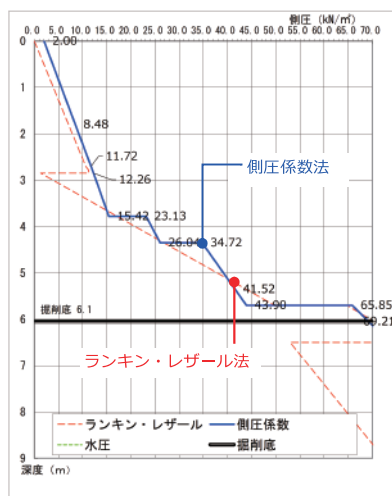


図 14 背面側側圧図

た。主働側圧を参考として 0.2~0.6 とし、上載荷重は 10kN/m² を見込んだ。

4.2 地下工事施工手順と地下外壁に作用する応力

地下外壁に作用する応力（曲げモーメント・せん断力）を施工ステップ毎に求めた。地下 1 階部分の FW25 と地下 2 階部分の FW25A がそれぞれ上部と下部で配筋が異なるため、「許容応力の異なる区分」かつ、切梁高さ、掘削レベル等「施工手順による区分」で①～⑥の節点位置を指定し計算を行った（図 15）。本検討では、構造フレーム解析ソフト（FAP3）を利用した。地下階の梁は解体せず残置する予定であったが、柱・梁はないものとして外壁でのみの不利側で検討する。図 16 は施工ステップ毎に解析した応力図・変位図をまとめたものである。

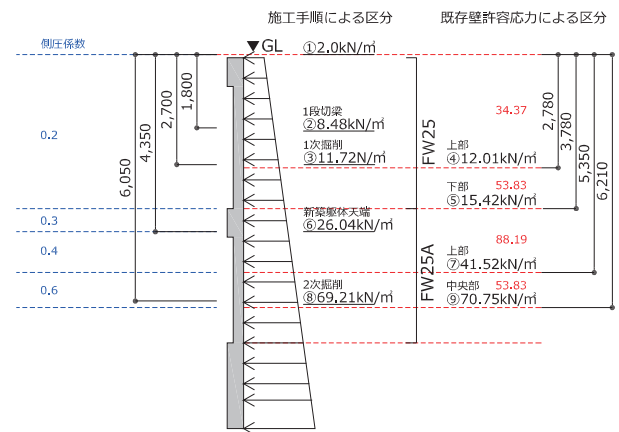


図 15 検討区分

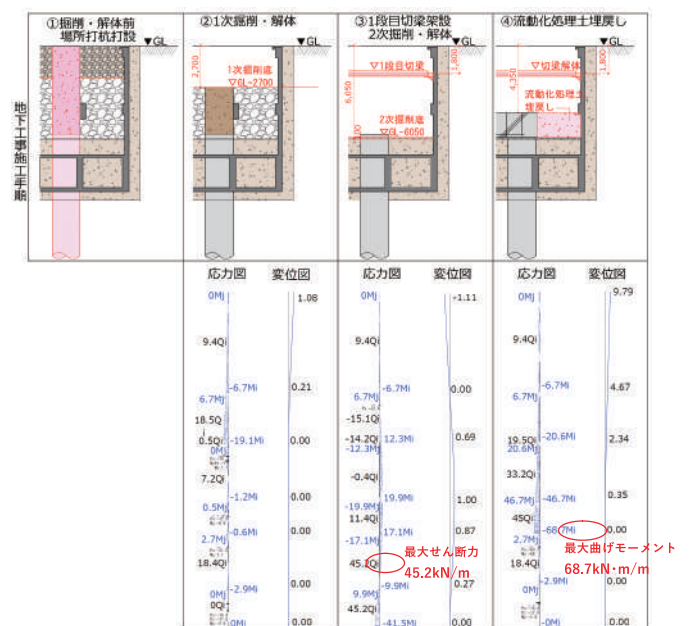


図 16 施工ステップ毎の解析結果

4.3 既存躯体の許容応力との比較

既存建物の構造図の配筋要領や壁厚、現地調査結果を基に、既存地下外壁の許容耐力を算定した。鉄筋・コンクリートの耐力算定には短期許容応力度を採用した。先ほど解析した施工ステップ毎の最大の曲げモーメント・せん断力とも既存躯体の許容耐力を下回っており、既存躯体の補強は不要であることを確認した（図 17 および表 3）。一次掘削、二次掘削のレベル・切梁の高さ・解体のタイミングは、解析と検討を繰り返しながら最適な条件を決定した。

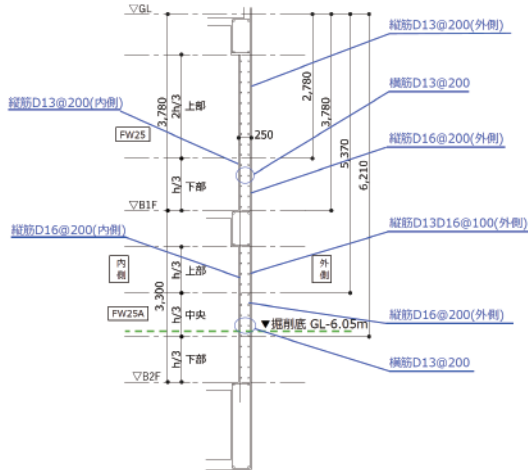


図 17 既存躯体配筋図

表 3 既存躯体検討結果

位置	符号	最大曲げモーメント M (kN・m/m)	最大せん断力 Q (kN/m)	許容曲げモーメント M ₀ (kN・m/m)	許容せん断力 Q ₀ (kN/m)	判定
地下1階	FW25上部	20.62	24.20	34.37	192.94	OK
	FW25下部	46.66	33.19	53.83	192.94	OK
地下2階	FW25A上部	68.66	45.15	88.19	192.94	OK
	FW25A中央部	41.48	45.15	53.83	192.94	OK
	FW25A下部	—	—	107.65	192.94	—

4.4 現場施工状況

切梁にはコラム形状の高強度の材料を使用した。長スパンでも棚杭が不要となり、広い空間での解体作業、躯体構築が可能となった（写真 2）。



写真 2 既存地下解体状況

5. 鉄骨建方計画

地上部の先行工区の鉄骨建方は作業構台を利用してラフタークレーンで建て逃げ方式にて行い、マットスラブ上の置き構台を随時解体した（写真 3）。先行工区の躯体完了後は、屋上にタワークレーン OTS-60HN を設置し、後行工区の鉄骨建方と、仮設開口を利用した内外装仕上材料の揚重を行った（写真 4）。



写真 3 先行工区鉄骨建方状況



写真 4 後行工区鉄骨建方状況

6. おわりに

設計・施工案件において、設計・技術・工務部間が連携した技術提案が評価され、受注につながっている。本物件では、受注後のさらなる提案により合理化が図れたことから、今後も、既存地下躯体を山留めとして利用した施工計画と技術提案を積極的に提案していく。

なお、当物件は 2024 年 2 月 15 日に無事竣工を迎えることができた。関係者の皆様に厚く感謝の意を表す。