

2階を免震層とした中間免震建物の施工報告

名古屋支店 国立長寿医療研究センター新棟整備事業

(1) 工事名称	国立長寿医療研究センター新棟整備事業
(2) 工事場所	愛知県大府市森岡町七丁目430番地
(3) 発注者	国立研究開発法人 国立長寿医療研究センター
(4) 設計者	熊谷・梓コンソーシアム
(5) 建物用途	病院
(6) 構造・規模	B1F～1F:RC造 2F:中間免震層 3F～5F:鉄骨造 建築面積:3,321.39㎡ 延床面積:11,730.63㎡ 最高高さ:22.23m 軒高:20.8m 建物深さ:6.8m
(7) 施工工期	2019年11月28日～2022年3月25日(渡り廊下設置～解体～新棟工事)
(8) 工事費	4,664,392,272円(追加工事含む)
(その他)	熊谷・梓コンソーシアム(設計:梓設計 施工:熊谷組)
発表内容要旨	<ul style="list-style-type: none"> ・中間免震となった経緯 ・狭隘な施工場所での工事計画 ・中間免震工事の特徴、留意点 ・既存免震建物との接合部可動量1,200mmの特殊免震EXP.ジョイントの紹介 ・VE手法としてのフェローデッキ採用 ・現場での工夫事例
キーワード	中間免震、免震-免震EXP.ジョイント、ELV廻りEXP.ジョイント、合理化施工
工事の特徴	本工事はデザイン&ビルドでの公募型プロポーザルに(株)梓設計とコンソーシアムを組み受注に至った工事である。提示された上限価格が非常に厳しく耐震建物として提案を行ったが、その際に、中間免震化するオプション項目を盛り込んだことで追加予算を上乗せして中間免震の採用に至った。免震層は2階に設け地下1階～1階はRC造、3階～5階はS造となっている。
計画のポイント	建設場所は、四方を既存建物に囲われた狭隘なエリアであり、余剰地はほとんど無く、搬入動線も建物間約4.5mの1ヶ所のみとなっている。さらに、工事エリア内には既存設備等があり搬出入、揚重、工程の工事計画には苦慮した。
施工のポイント	中間免震では免震層から地下階までの3層分のエレベーターシャフトが吊り下げとなり、EXP.ジョイントの納まり及び、区画形成が複雑であった。今回建物と接続される存外来棟(弊社施工)は基礎免震となっており中間免震階より上部では可動量1,200mmのEXP.ジョイントが必要となる。しかし建物相互の距離が近く既存の製品では対応が不可能でありメーカー(カネソウ)とも協議の上で新タイプのものを製作することとした。
反省点 今後の展開など	中間免震が採用になったことで意匠図と構造図に齟齬が発生していた。クリアランス確保、免震基礎等により意匠への影響があり、事前に検討し、すり合わせが必要であった。一部に於いては施工段階で免震クリアランスの確保のため防火区画の変更を必要となる部分も有った。 また、免震詳細図を正として各部材の発注を行ったところ、荷重を減らす目的で免震基礎を45度傾けていた場所があり、免震装置の改造が必要となった。 施工時VEとしてフラットデッキをフェローデッキに変更を行った。コスト、工程において有効性が高いと感じた。



全景パース(北面より)



立面パース(北面より)

1. 中間免震採用の経緯

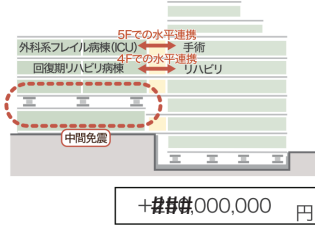
本事業はデザイン&ビルトの公募型プロポーザルとして公告され、当社は㈱梓設計とコンソーシアムを組んで応募した。コンソーシアム内で早期の段階より免震案が検討されていたが、公告で上限価格が決められており非常に厳しい金額で有った為、耐震構造として提案をまとめたが、増額オプションとして中間免震を盛り込むこととした。プロポーザルの結果、当コンソーシアムが第一交渉権者となり協議の上、追加増額を認めてもらい中間免震構造が採用となった。

9 2階中間免震による耐震性能向上(増額オプション)

- 基礎免震よりも安価で病棟の耐震安全性能を高める中間免震を提案。

機能への影響

- 免震層で設備配管のメンテナンス性、改修時の作業性の向上。
- 外来棟5階手術部とフラットな動線の確保が可能。



左は提案した内容

中間免震による耐震安全性の向上以外にも以下のメリットが有った。

- ・ 免震階ができることで5階での既存外来棟手術室と新病棟に設置されるHCUとの連携、4階リハビリ部門の連携が可能となった。
- ・ 階高の低い免震階により1階研究エリアの階高が確保できた。(5.7m)

2. 工事計画

(1)ローリング計画(建替え計画)

新病棟建設予定地には既存の旧外来棟があり、その建物解体も工事に含まれていた。旧外来棟は、新外来棟の開院以降、その他建物への患者、来院者、病院関係者の通路として利用されており、解体に伴い通路が遮断される第1研究棟、第2研究棟、特殊診療棟への通路確保のために、仮設通路が必要となる。仮設通路設置部分と施工範囲が重なる新外来棟への本設渡り廊下1および、外構工事は、本年11月に新病棟1階の一部を仮使用申請し通路として開通させた上で施工予定である。



(2)工事計画

施工場所は四方を既存建物で囲われた中であり、その中に今回建物がほぼいっぱい建つ上、工事エリア内には、病院機能を維持するため重要な非常発電機棟、排水処理設備もあり余剰地はほぼ無い状態であった。

また、搬出入車両の通路は建物と建物の間が3.3mしか無く、大型重機(解体用重機、杭打機)の搬出入や鉄骨等の大型部材の搬入に支障をきたす状態であった。

a. 搬出入経路

プロポーザル時の提案では、搬入通路南側にある西病棟(RC造平屋建て)の一部を解体し通路を広げる計画とし、病院と調整を進めていたが、許可が下りなかった。そこで、通路北側の第2研究棟犬走(H400~0)を一部解体し、建物バルコニー下(H4.1m)までを利用し車両出入口幅員を4.5m確保した。

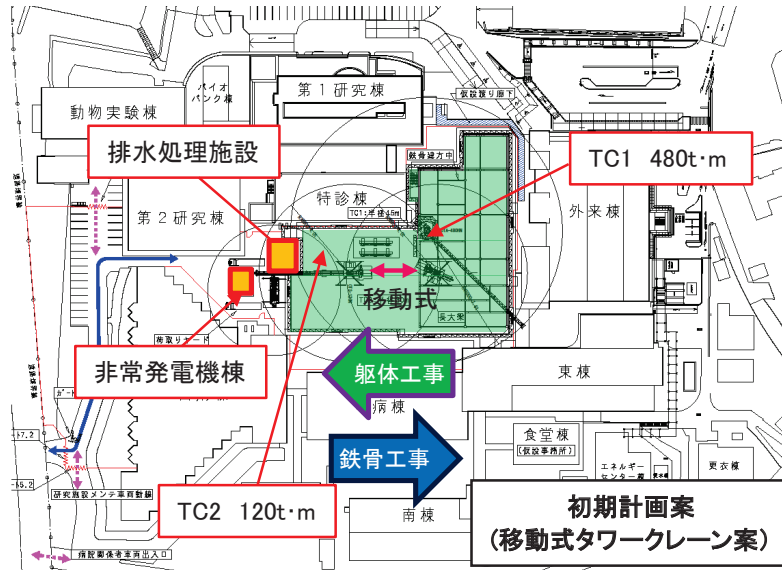


着工前状況



現在

b. 揚重(鉄骨建方)計画



・初期計画案

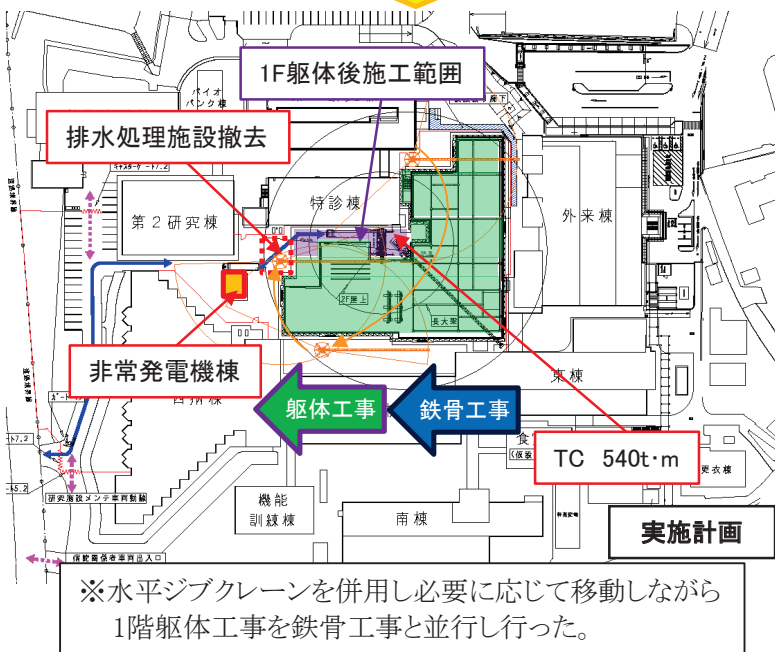
工事エリア内の非常発電機棟、排水処理施設を存置しての工事計画とし、当初は揚重機をタワークレーン1号機(480t・m)と2号機(380t・m)の2台で計画した。コスト削減を目的とした見直し計画(左図)で、2号機は120t・mの水平移動式とし鉄骨上を移動することで機械自体の揚重性能は低くなるが作業範囲を広げる計画としたが、鉄骨の補強、レール架台等の費用が高み、思った程、コストは下らなかった。(TCコスト▲20,000千円 補強・鉄骨架台+13,500千円=▲6,500千円)この計画では1階躯体工事を全て完了後、躯体工事とは逆順で鉄骨建方を行うことになる。

・実施計画

計画の検討を進める中で、1階躯体の一部をあと施工にしても全体工期に大きな影響がないこと、排水処理施設の稼働状況調査より近傍の他の設備へ切回しが可能なことが分かり、タワークレーン(540t・m)1台として再計画した。

工事エリアが狭小な事より、排水処理施設の切回し・解体は追加工事での発注を交渉していたが、中々結論がでなかった。最終的には別業者へ発注がなされ、切回し・解体が行われた。

また、この計画では、鉄骨建方と1階躯体工事の並行作業が可能となり工程短縮にもつながった。

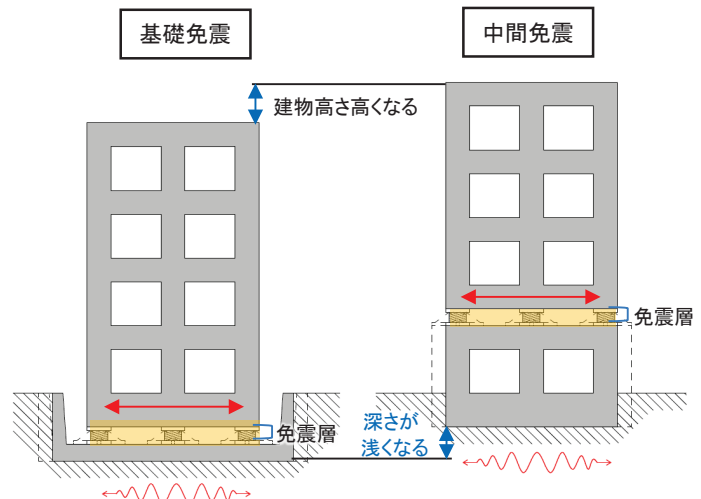


3. 中間免震工事

(1) 免震工事概要

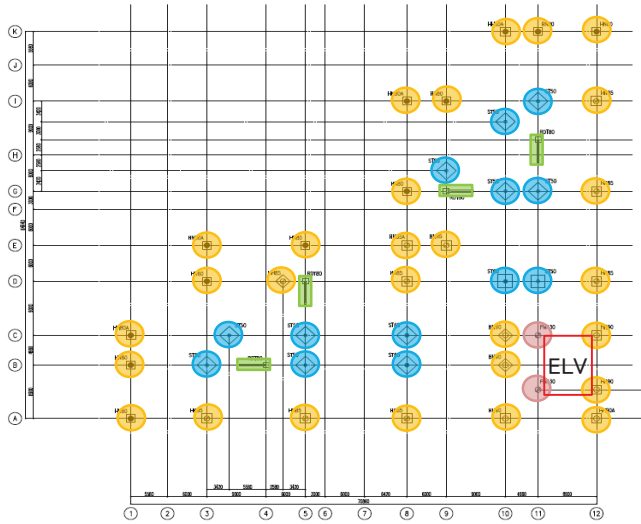
今回採用された中間免震は右図で示す通り免震層を建物中間階に設ける構造であり、建物すべてを免震化する基礎免震と比較し以下の特徴がある。

- ・地下土工事及び、躯体工事が少ない。
- ・免震層以下の構造については基礎免震より強固な構造が必要となる。
- ・同階数の場合建物高さが高くなる。(今回は、使用勝手上のメリットとなった。)
- ・免震層以下のエレベーター、階段等の縦シャフト廻りに免震クリアランスが必要となる。
- ・中間に免震層がある為、意匠上の制約がある。



免震方式比較図

本工事に於ける免震装置の仕様は以下となっている。



免震装置配置図

種別	符号	直径	数量
高減衰積層ゴム	HH90	900φ	5
	HH90A	900φ	1
	HH85	850φ	9
	HH85A	850φ	1
	HN80	800φ	8
	HN80A	800φ	2
	HH80A	800φ	2
弾性すべり支承	ST50	500φ	10
	ST60	600φ	3
減衰こま	RDT80	-	4
剛すべり支承	FMA30	-	2
合計			47



高減衰積層ゴム



弾性すべり支承



減衰こま



剛すべり支承

(2)免震基礎

免震基礎は高流動コンクリートホッパー打設工法とした。試験施工は設計の指示により模擬免震プレートも本設同材の鋼板で行った。鋼板で行ったことより模擬プレートを剥離する際に裏面へのコンクリート付着が多く発生したこともあり評価時にはやや厳しい結果となったが平均充填率95.1%で基準(95%以上)を満たした。試験施工は2月初旬と気温も低い時期であり、1層目の表面強度が充分でない状態で2層目の打設時にシャッターバルブ操作者が1名で打ち込み速度の調整が上手くいかず打設速度が速くなり空気の巻き込みが多くなったことも原因であると考え本工事中ではシャッターバルブ操作者を2名とした。



試験施工(1層目)



空隙量測定



実施施工(2層目)

上のようなタイムスケジュール表を作成して1層目と2層目のオープントイム及び、コンクリートの搬入時間を管理し免震基礎コンクリート打設を行った。1日の最大打設は30カ所、約30m³の打設を行った。

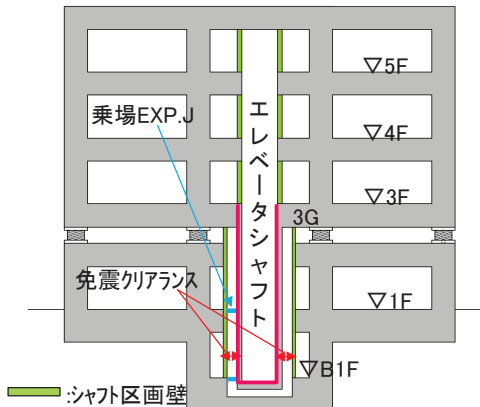
中間免震では免震基礎鉄筋は1階立上りの型枠上で配筋する必要がある。免震下部プレートのアンカー位置の墨出しが不可能な為、図面上で配筋位置を決め、配筋後打設前に1/4のテンプレートを使用して位置確認を行った。



1/4テンプレート(上写真は1階立上り打設後確認状況)

(3)エレベーターシャフト

エレベーターシャフトが3階床梁より地下1階までの3フロア一分が吊り下げ構造となっている。エレベーターシャフトの鉄骨は2階免震層上で地組を行い、タワークレーンにて吊り込みを行った。本工事の鉄骨の中でこの地組材が約9.2tと最大重量となっており、揚重機の選定及び、建方計画においてはこれを考慮する必要がある。



エレベーターシャフト概要図



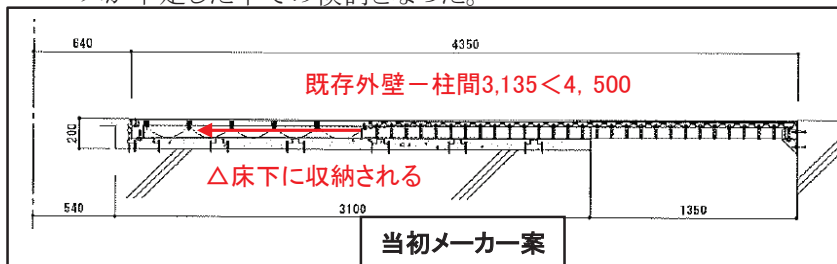
地組揚重状況



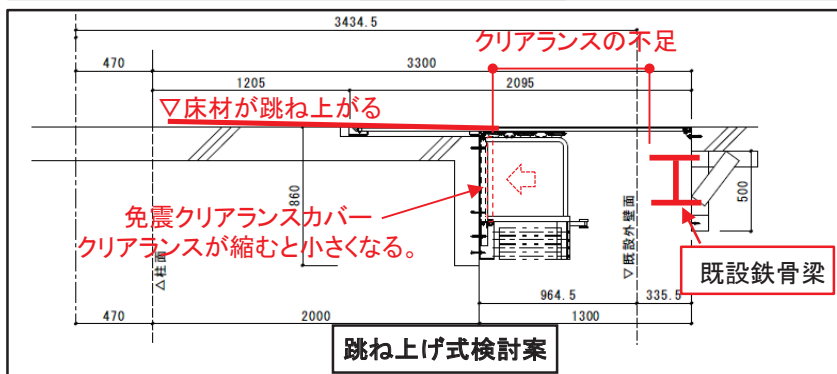
エレベーターシャフト内見上げ

4. 免震-免震エキスパンションジョイント

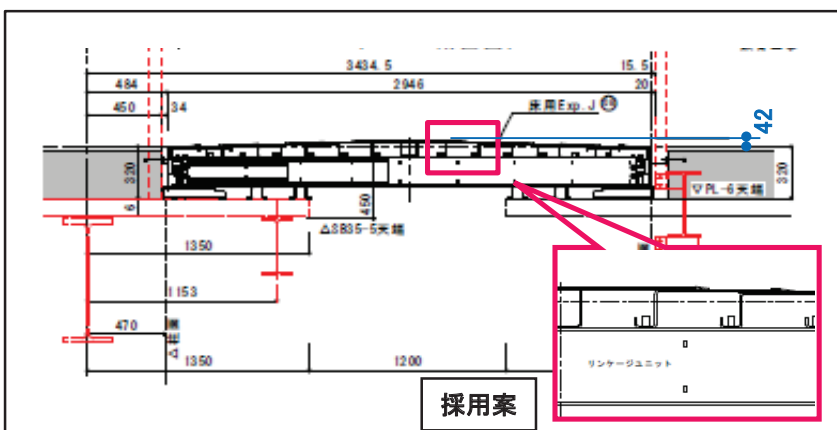
新病棟は基礎免震の既設外来棟と渡り廊下で接続され、1階部分では免震-非免震、3~5階は免震-免震のエキスパンションジョイントが必要になる。3~5階の免震-免震部分では必要可動量が1,200mmとなった。外壁、内壁、天井の設置スペースは大きな問題とはならなかったが、床については設置スペースが不足した中での検討となった。



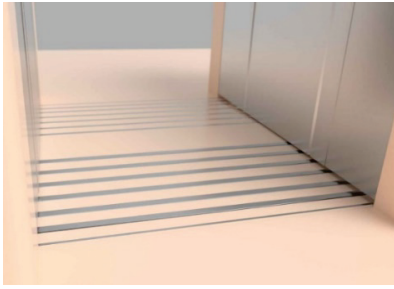
床下収納式で見た目もシンプルで、稼働時も床面より跳ね出さない為、安全性が高い。設置スペースに納まらず不採用とした。



床下収納式に比べ設置スペースは少なくなる。床が跳ね上がる為、稼働時の安全性については劣る。稼働時に跳ね上がり板が新棟柱に干渉しない位置で検討したが、既設側の鉄骨梁と干渉する為、不採用とした。



上記2案についてはカタログモデル又は、既成品の組み合わせで検討したものであるが、メーカーとも協議の上、新型を製作することにした。ジャバラ式とし小可動域のエキスパンションを連装することで可動域を増やしながら、設置スペースに納まるように検討した。床面が凸形状になるのがデメリットである。



イメージパース(メーカー作成)

発表会で紹介した動画はコチラ

その他部材も含めた動画はコチラ

今回は11連装となった(イメージパース参照)。冷温蔵配膳車(積載時500kg)の通行を考慮し床主材は鋼板t=4とし床見切りSUS_t=3とした。ジャバラ式の板の重なりのため、床は中央部で42mm盛り上がることになるが、冷温蔵配膳車の走行には支障がないことを確認している。

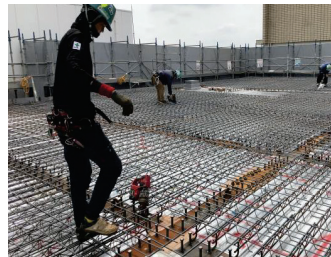
5. フェローデッキへのVE

3階～屋上の鉄骨部分の床はフラットデッキが設計仕様で有ったが、施工時VEとしてフェローデッキを提案し採用された。検討初期の段階ではフェローデッキが鉄筋の減額以上に安くならなかったため、採用には躊躇が有ったが、業者との交渉を続け、金額的にも折り合いが付き提案に至った。

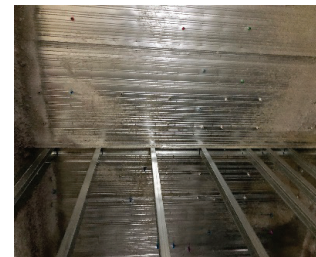
メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> • デッキ単体ではコストUPとなるが、鉄筋量減と合わせてコスト削減となる。(下表参照) • 鉄筋工の省人化、工程短縮が可能。 • スラブtoスラブとなる耐火間仕切り壁等の上部納まりが良い。(フラットデッキのリブ切断が不要) • ウルタン、耐火被覆吹付面積減(コストダウン) 	<ul style="list-style-type: none"> • 床開口の多い場所では不向き。(当現場では設備スリーブはコア抜きとし、設備シャフト関係はフラットデッキを使用) • デッキ上の墨出に手間がかかる。 • 配筋前作業時の足元が不安定。(メッシュロード敷等の対応が必要)

項目	増減数量	増減額(千円)
デッキ材		4,400
鉄筋材 D10	▲ 64.8	▲ 3,800
〃 D13	▲ 20.8	▲ 1,300
鉄筋加工組立	▲ 85.6	▲ 2,750
メリット金額合計		▲ 3,450

※鉄筋加工組立手間は10,000/t増



フェローデッキ配筋状況



耐火壁取合

6. 現場での創意工夫事例

(1) ICT機器の利用

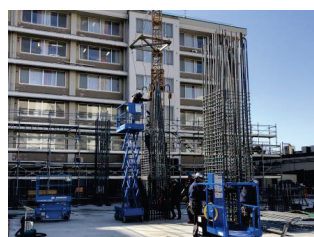
当現場では以下のICT機器を使用し業務の効率化を図った。

a. 杭ナビ	事前に入力したデータに基づき、端末より入力した杭位置を自動追尾するので一人で杭芯出しが可能となる。当現場では既設杭抜作業で新病棟杭との干渉の確認に使用した。
b. PM工法	杭精度管理工法である。掘削時～杭建て込みまでの杭芯、鉛直、レベルを常時監視しオペレーターと連携を取り杭施工精度を向上させるものである。計測データは出力可能であり、施工日毎に監理者に報告を行う際の、集計や清書の手間を省くことができた。
c. 建方キング	建方エースと精度測定を組み合わせたシステムである。鉄骨柱にターゲットシールを貼り、これを視準した情報を鳶工の端末に表示することで、鉄骨建て入れ作業の省人化と精度確保が可能となった。建て入れ調整の鳶工が自分で確認しながら作業を行える為、行き過ぎ等が無くなり時短にもつながった。

上記以外にもグリフショット、WEBカメラ、場内Wi-Fiを使用した。現在、スイッチボットによる場内照明点滅の遠隔操作について試行中。

(2) 鉄筋先組工法

1階RC部は階高が5,700と高く、2G梁成も中間免震のため、1,800と高かった。安全面より高所での作業を少なくすること、作業の効率化を図るため、柱・梁共地組による先行組立を行った。柱は4隅主筋とフープを地組し、他の主筋は圧接し先端で絞り、落とし込みを行った。梁はA級継手(溶接継手)とし端部でのいも継手を、施工前技量試験も実施の上、設計者・監理者に承認を受け施工を行った。



鉄筋先組柱落とし込み状況



梁鉄筋先組状況