

# 大規模災害拠点病院建築における施工報告 — 国立病院機構仙台医療センター— 建替等整備工事 (建築) —

清水暁\* 白山大善\*\* 猪又研治\*\*\* 西山勇輝\*\*

国立病院機構仙台医療センターは、宮城県広域防災拠点の一翼を担う基幹災害拠点病院である。平成 23 年に発生した東日本大震災の経験を踏まえ、大災害発生時にも機能を維持できる災害に強い病院として整備を行い、また救急医療体制の強化、高度総合医療の充実を図る環境整備を念頭に、さらには周辺環境に十分に配慮し建替・移転を行った。

環境アセスメント、JR および NTT 洞道近接工事、隣接するドクターヘリ運行等の制限・条件のある中、創意工夫を施し、工期短縮を実現した大規模災害拠点病院建築における施工について報告する。

キーワード：防災拠点大規模病院、ヘリポート、JR、NTT 隣接、免震、放射線遮蔽、工期短縮

## 1. はじめに

国立病院機構仙台医療センター建替等整備工事は、患者さんにやさしい施設とすることをコンセプトとして掲げ、設計計画に甘んじず、実施工の段階で全体計画、ゾーニング、患者とスタッフ動線、諸居室環境等、各科、各部署での細部に至るまでの見直しが行われた。また、最新・高度な医療行為が可能となる設備づくりとして、実装する医療機器のスペックだけではなく、進化する医

療現場の将来を見据えた設備に対応できることを重点に置いて施工を行った。

本報告は、コンセプトをもとに限られた施工期間の中で病院スタッフの意見を取り入れつつ高度医療化を図った大規模災害拠点病院施工における様々な取り組みについて述べる。

## 2. 工事概要

工事名称：独立行政法人国立病院機構仙台医療センター 建替等整備工事(建築)

発注者：独立行政法人国立病院機構仙台医療センター 院長 橋本省



Photo. 1 全景 1



Photo. 2 完成写真

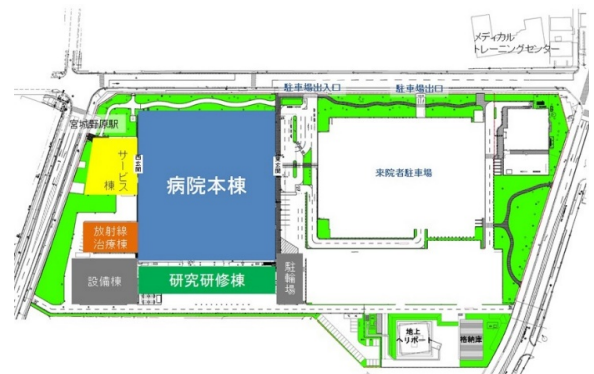


Fig. 1 病院配置一平面図 (病院ホームページより)

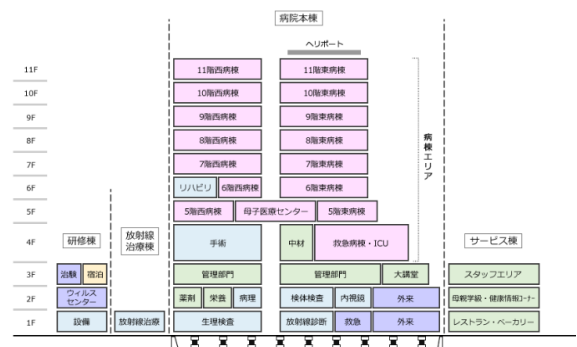


Fig. 2 フロア配置一断面図 (病院ホームページより)

\* 首都圏支店 湘南鎌倉事務所  
 \*\* 東北支店 仙台医療センター作業所  
 \*\*\* 経営企画本部 テクノス株式会社 (出向)

設計監理：株式会社 久米設計  
 工事場所：宮城県仙台市宮城野区宮城野2丁目11-12  
 敷地面積：56,009 m<sup>2</sup>  
 建築面積：15,190 m<sup>2</sup>  
 延べ面積：61,614 m<sup>2</sup> (病院用途：60,711 m<sup>2</sup> 保育所用  
 用途：903 m<sup>2</sup>)  
 主体構造：鉄骨鉄筋コンクリート構造，一部鉄筋コンク  
 リート造，鉄骨造 (免震構造，一部耐震構造)

規 模：地上11階，地下1階，塔屋1階  
 (屋上ヘリポート設置)  
 最高高さ：54.7m 軒高：49.41m  
 病 床 数：660床 (一般628床，精神32床)  
 診 療 科：34科 手術室：12室+1室 (小手術室)  
 契約工期：平成28年4月1日～令和元年10月31日  
 開 院 日：令和元年5月1日

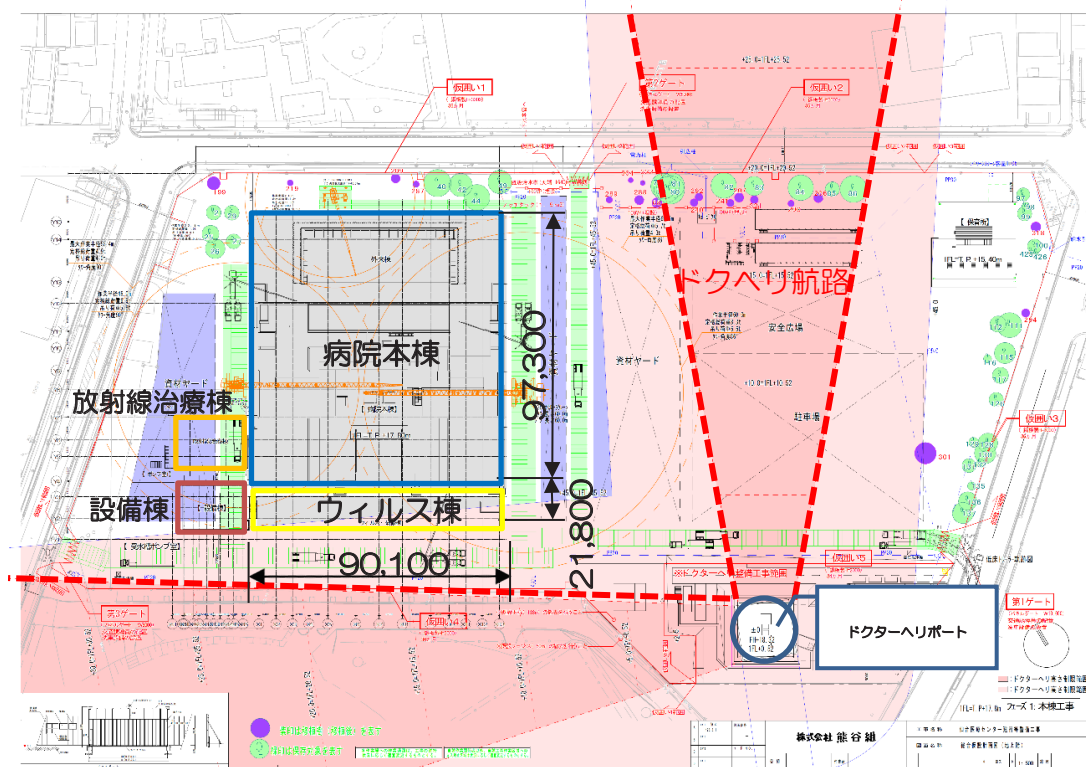


Fig. 3 総合仮設計画図

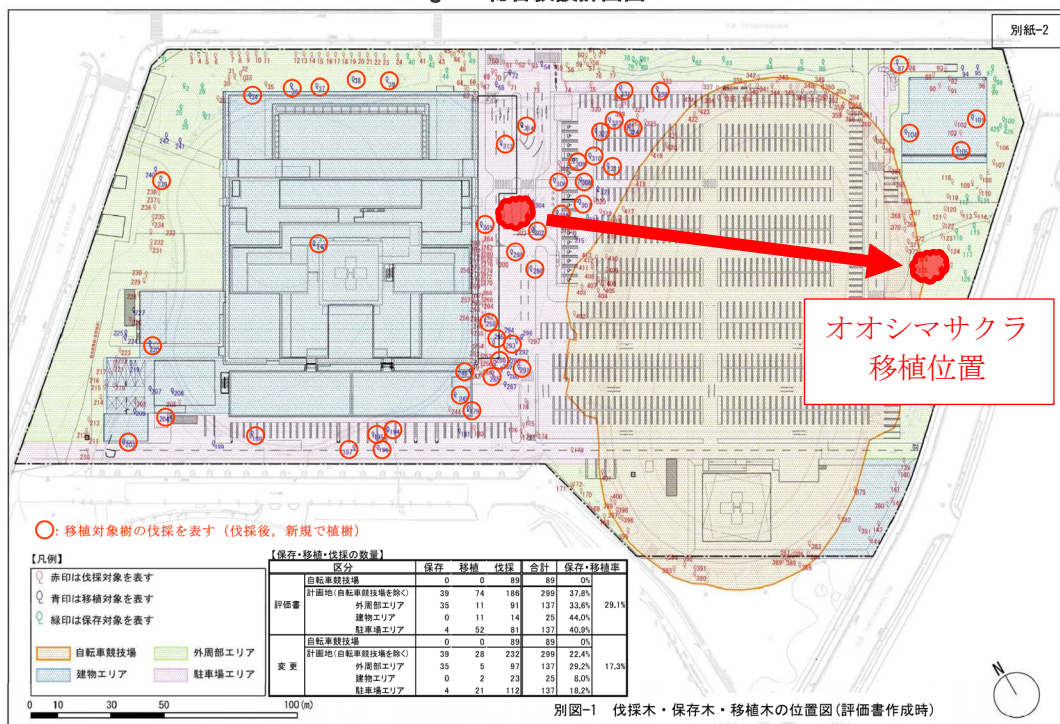


Fig. 4 移植対象樹配置図



### 3. 施工計画

#### 3.1 敷地周辺の施工条件

当工事敷地は、古くから宮城県のパークとして県民の憩いの場であった。敷地内には20mを超す大木が30本余り存在し、一部の樹木は伐採・伐根もしくは移植が必要であった。

敷地内の西側にJR東日本仙石線トンネル、NTT東日本通信用トンネルが通っているため、施設に影響のない計画が必要であった。そのため、着工前に施設事業者へ施工計画の説明および根拠資料の提出を行い、了解を得るまでに4か月要した。

敷地南側には、宮城県のドクターヘリのヘリポートが配置されている。航路が敷地内を縦断しており、揚重作業の高さ制限を受けるため、クレーン作業に特段の配慮が必要であった。ドクターヘリの運行事業者と離発着時にクレーンのブームを航路外へ移動する等のルールを協議・策定し、携帯のアプリを利用して関係者へ速やかに周知を図った。ドクターヘリの航路を図示した総合仮設計画図をFig.3に示す。

敷地西側に高等学校、さらに道路を挟んだ北側に看護学校があり、北西側に仙石線宮城野原駅があるため、歩行者や車両の通行に配慮した。工事車両の出入りについては、比較的歩行者の少ない東側ゲートの一か所とした。また、振動・騒音対策については、自動計測警報装置を設置し管理を行い、場外に対して計測値の表示をリアルタイムで行った。



Photo.3 オオシマサクラ移植状況

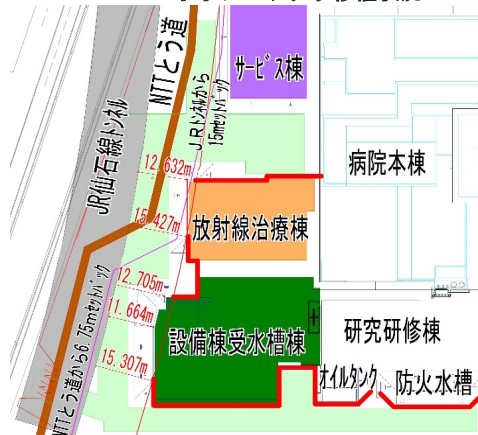


Fig. 5-1 山留配置図

#### 3.2 移植伐採工事

当工事の特徴として、既存の樹木の移植工事があり、中には20mを超す大木も含まれていた。大木の移植については、安全上(将来的な倒木)および枯れの問題があった。そのため、仙台市、発注者、設計監理事務所と協議を重ね、移植から伐採および新植に変更する環境アセスメントの手続きを行った。また、その他の樹木は移植可能な季節まで保存する施工計画とした。その移植対象樹配置図をFig.4に示す。

ただし、県民憩いの高さ8m幅20mのオオシマサクラは、伐採対象樹木であったが、移植にチャレンジした。枯れてしまうとの意見が多かったが、移植後三年経過した今年の春も美しい花を咲かせた。

#### 3.3 山留計画

山留工事については、資材ヤードの狭い敷地西側の放

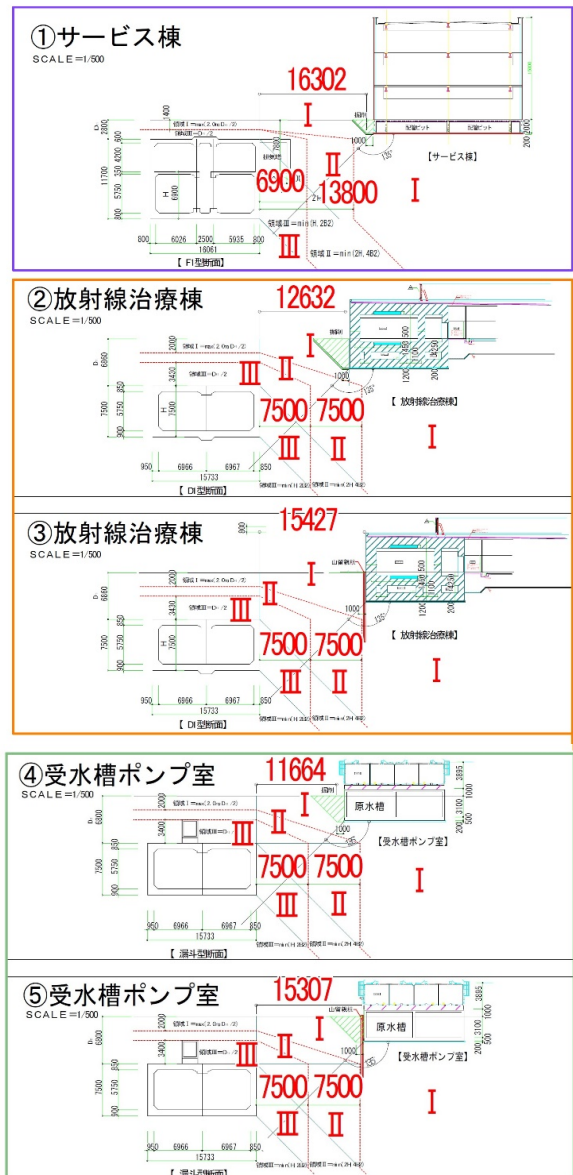


Fig. 5-2 山留断面図







Photo. 5 梁配筋地組状況



Photo. 6 柱配筋地組状況



Photo. 7-1 鉄骨建て方状況



Photo. 7-2(a) 鉄骨梁デッキ受け取り付け状況 1



Photo. 7-2(b) 鉄骨梁デッキ受け取り付け状況 2

## 4. 躯体関連工事

当工事最大の課題は、5 か月間の工期短縮であった。大木の移植に伴う環境アセスメントの変更手続き、JR 東日本および NTT 東日本との設計事前協議による着工の遅れ、さらに、発注者から求められた引渡し日の一か月の短縮を合わせると、全体工期の 14%に及んだ。(Fig7. 全体工程表を参照のこと)

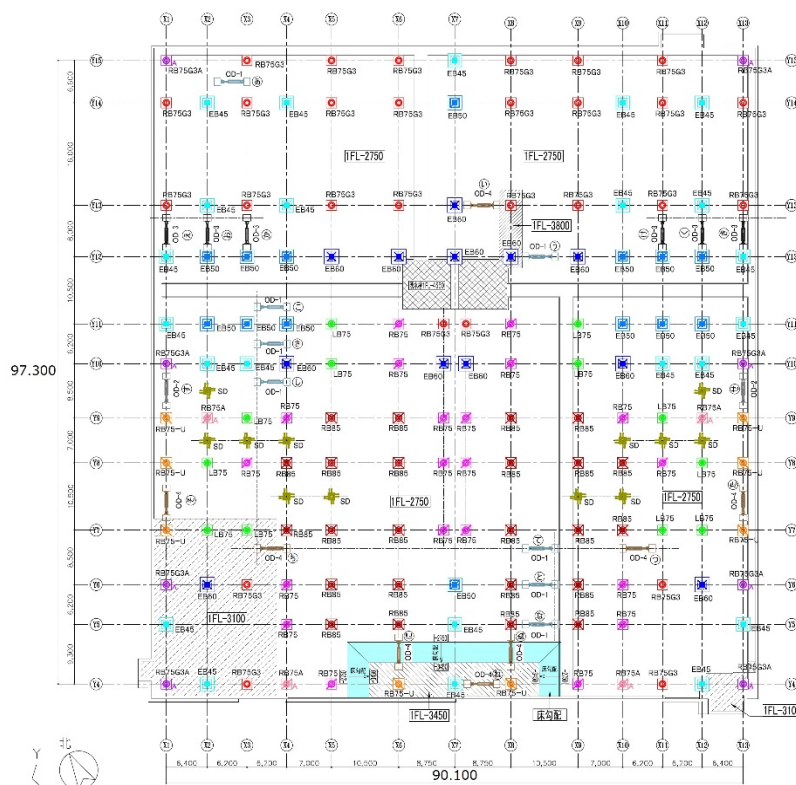
### 4. 1 仮設工事

鉄骨工事完了後、速やかに型枠工事を開始できるような計画とすることを狙いとした。当工事の構造は、柱が SRC 造、梁の一般部は S 造、外部側の梁は SRC 造であった。敷地に比較的余裕があったため、柱配筋および梁配筋を地組で行った。また、主筋の接続は天候の影響を受けにくい機械式継手を採用した。また、仕口部分は、柱が SRC 造であるため既製品のコラムステージを採用できなかったため、単管コラムステージを採用した。そして、工場製作の段階で、SRC 柱梁にデッキ受けを取り付けることにより、型枠工事開始前に鉄骨建て方とデッキ工事を同時に完了させるようにした。これらを採用することで、60 日余りの工期短縮を可能とし、大きな成果が得られた。

## 4. 2 免震工事

### 4. 2. 1 免震装置概要

当工事は病院本棟のみ免震構造となっており、全て基礎免震を採用している。建物形状がほぼ真四角であり、オイルダンパーを除く免震部材はシンメトリーに配置されている。免震部材としては、天然ゴム系積層ゴム支承の他、鉛入り積層ゴム支承、弾性すべり支承、鋼製ダンパー、オイルダンパーが採用されている。免震部材の各々の数量の内訳を Table 1 に示す。免震部材の据付において、免震の下部基礎・上部基礎のタイプごとに BIM (3D) を利用した配筋図を作成し、下部・上部プレートのアンカーボルトとの納まりを事前に検討し対応した。



種別	記号	支承径(mm)	個数
天然ゴム系積層ゴム支承 (“U”付きは引抜き対応機構付き支承を示す)	RB75G3	750φ	28
	RB75G3A	750φ	8
	RB75	750φ	20
	RB75A	750φ	4
	RB75-U	750φ	8
鉛入り積層ゴム支承	LB75	750φ	12
種別	記号	支承径(mm)	個数
弾性すべり支承	EB45	550φ または 450φ	23
	EB50	600φ または 500φ	14
	EB60	700φ または 600φ	12

合計 153

Fig. 8 免震部材配置図

Table 1 免震部材の数

免震装置	寸法・仕様	台数
天然ゴム系積層ゴム支承	850φ	24台
	750φ	60台
	750φ 引抜き対応機構付	8台
鉛入り積層ゴム支承	750φ	12台
弾性すべり支承 (すべり材寸法)	600φ	12台
	500φ	12台
	450φ	23台
鋼製ダンパー	U型ダンパー	12台
オイルダンパー	最大減衰力 1,000kN	24台

種別	記号	個数
鋼材ダンパー	SD	12

種別	記号	基礎寸法(mm)	個数
オイルダンパー	OD-1	上・下部 1070	8
	OD-2	上・下部 1050	2
	OD-3	上・下部 1025	6
	OD-4	上部 1070 下部 1050	8

また、下部基礎については、コンクリート打設前および下部ベースプレート設置前に免震下部プレートのアンカーボルトのテンプレートに干渉のないことを確認した。

#### 4. 2. 2 免震装置上部からの鉄骨建て方

当工事の鉄骨柱は、免震装置上部プレートから施工する図面であった。そのため、柱脚位置の精度は、免震装置の設置精度に大きく依存することになる。したがって、免震装置上部プレートの固定が重要であった。当工事の積層ゴム支承は、ターンバックルによって固定を行い、すべり支承は、メーカー推奨のフラットバーによって固定を行った。しかし、数台の積層ゴム支承は、回転を抑えることができず、手戻り工事が発生した。このこ



とから回転を拘束する力が強いC型鋼を用いて固定することを推奨する。



Photo. 8 C型鋼積層ゴム支承拘束状況

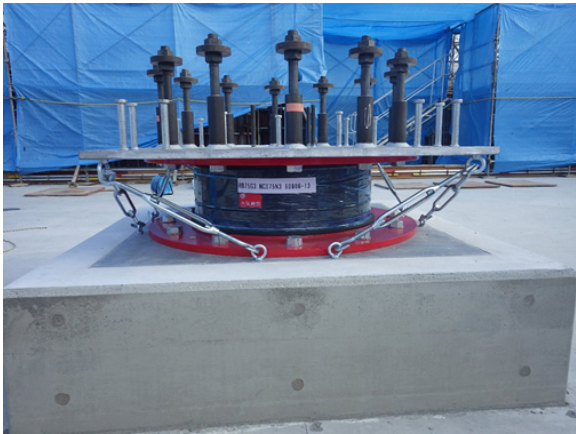


Photo. 9 積層ゴム支承拘束状況

### 4. 3 流動化処理土を用いた埋戻し工事

病院本棟と研究研修棟は、地下部分の半分程度が共同溝でつながっている。また、共同溝の床付け高さは、本棟および研究研修棟の掘削高さより浅かった。当初計画では、共同溝を構築するレベルまで掘削残土をクローラークレーンと土砂ホッパーを用いて埋戻す事としていたが、地耐力や工期短縮のため流動化処理土を用いた埋戻しを採用した。流動化処理土で埋戻すことにより、クリティカルパスであった工程の本棟鉄骨建方や研究研修棟外部足場の設置、外装工事に着手を前倒しすることができた。流動化処理土は専用プラントで製作・運搬し、コンクリートポンプ車での圧送が可能であり、クローラークレーンを使用した土砂ホッパーでの埋戻しに比べると10日間程度の工期短縮が得られた。また、流動性があるためセルフレベリング性能や一般的な埋戻し以上の地耐力を得ら



Photo. 10 流動化処理土埋戻し状況

独立行政法人国立病院機構 仙台医療センター 建替等整備工事(建築) セメントの水和熱に起因するひび割れ調査 要約 平成28年9月 熊谷組・加賀田組共同企業体 19/20															
ケース3(N, 石灰石)			検査結果一覧												
検査ケース	設計基準強度 Fc (N/mm <sup>2</sup> )	調査記号	打込み順番	打込み位置	コンクリートの打込み日	コンクリートの打込み温度(°C)	位置	最高温度(°C)	最高温度時材齢(日)	温度上昇量(°C)	位置	最小ひび割れ指数	最小ひび割れ指数時材齢(日)	評価 <sup>(*)</sup>	
ケース3	30	36-15-20M	1	1-1工区	1FL-6000	12/15	9.1	①基礎	42.8	2.3	33.7	①梁	2.46	26.0	◎
								②梁	37.9	2.0	28.8	②梁	1.47	26.0	◎
			2	1-1工区	1FL-4800	12/21	8.6	③梁	41.4	2.3	32.3	③梁	2.16	26.0	◎
								④床	22.9	1.2	13.8	④梁	1.31	26.0	△
			3	3-3工区	1FL-4550	12/26	8.6	①梁	46.3	2.3	37.7	①梁	0.90	13.0	△
								②梁	41.3	2.0	35.7	②梁	0.89	9.0	△
								③梁	39.0	1.7	30.4	③梁	0.90	9.7	△
			4	1-1工区	1FL-3310	1/10	7.1	④床	46.9	2.3	38.3	④床	1.04	19.7	◎
								⑤床	39.9	2.0	31.3	⑤床	2.17	20.0	◎
			5	1-2工区	1FL-4050	1/11	6.6	①床	31.6	1.5	23.0	①床	1.37	16.8	◎
②床	25.4	1.3						16.8	②床	1.20	16.9	◎			
6	3-3工区	1FL-3400	1/12	6.6	③床	—	—	—	③床	1.68	16.9	◎			
					①梁	42.3	2.4	35.2	①梁	0.83	26.0	△			
7	3-3工区	1FL-2750	1/13	6.6	②梁	36.4	1.9	29.3	②梁	0.88	14.6	△			
					③梁	36.3	1.9	29.2	③梁	0.88	14.6	△			
8	1-2工区	1FL-3400	1/17	6.6	①床	29.6	12.3	23.0	①床	1.44	6.3	◎			
					②床	26.7	12.3	20.1	②床	1.87	6.3	◎			
9	1-2工区	1FL-2750	1/18	6.6	①床	25.4	1.8	18.8	①床	1.29	12.0	◎			
					②床	35.4	4.0	28.8	②床	2.78	47.0	◎			
10	1-1工区	1FL-3100	1/24	6.3	③床	36.2	3.7	29.6	—	—	—	—	—	◎	
					①床	38.5	2.3	31.9	①床	0.91	14.7	△			
							②床	38.2	2.3	31.6	②床	1.36	12.7	◎	
							①床	39.7	4.0	33.1	①床	2.13	42.0	◎	
							②床	37.8	4.0	31.2	②床	1.75	36.3	◎	
							①床	39.4	2.3	32.8	①床	1.61	12.0	◎	
							②床	—	—	—	②床	1.48	8.3	◎	
							①梁	10.3	0.9	4.0	①床	1.88	9.3	◎	
							②床	13.4	1.2	7.1	②梁	3.21	6.7	◎	

\*1) ひび割れ指数<1.0の場合△、≧1.0の場合◎、≧1.4の場合◎とした。

結果の要約

〔温度解析〕  
 ・各層の最高温度は10.3°C~46.9°Cの範囲にあり、46.9となるのは1-1工区 1FL-4800までの打込み時を生じる。  
 ・打込み時からの温度上昇量は、4.0~38.3°Cの範囲にある。

〔ひび割れ指数〕  
 ・各層の最小ひび割れ指数は0.83~3.21の範囲にある。  
 ・下層の既打設部分の拘束が大きくなる1-1工区の梁のひび割れ指数が1.0未満となり、最小ひび割れ指数は1FL-3310までの打込みにおける0.83である。

Fig. 9 温度応力解析結果表



Photo. 11 リニアック室遮蔽鋼板状況

れる特徴がある。

#### 4. 4 マスコンクリート対応

当工事の地中梁、マットスラブおよびリニアック室躯体は、マスコンクリートとして扱う必要があった。設計図書には中庸熱ポルトランドセメント（以下、中庸熱セメント）を用いるとあったが設計事務所と協議を重ね、普通ポルトランドセメント（以下、普通セメント）に粗骨材を石灰石とする設計変更を提案し認められた。中庸熱セメントは、仙台地区での使用は可能であったが、コンクリートのひび割れに大きく寄与しない可能性があるため本社技術研究所から情報提供があった。

そのため、中庸熱セメントに一般骨材を用いた場合と、普通セメントに石灰石骨材を用いた場合の温度応力解析を技術研究所に依頼することとした。さらに、使用する石灰石骨材の線膨張率も計測した。これらの結果により、中庸熱セメントに比べ石灰石骨材を用いた普通セメントの方がひび割れに対して有効であることが証明された。また、施工後においても、ひび割れが少ないことが確認された。

#### 4. 5 リニアック室躯体工事

当工事は、放射線治療棟にリニアック室が二部屋配置されており、放射線が外部に漏洩しない躯体を構築することが最大の課題であった。そのため、打ち継ぎ位置の検討を重ね、打ち継ぎ面については放射線が漏洩しないように計画した。1階床のコンクリート厚さは1.45m、壁の厚さは1.7mあり、遮蔽鉄板の厚さは壁・天井ともに450mmである。また、遮蔽鋼板工事においても早期に施工順序を決定し、搬入車両への積込み順に影響の無いようにした。型枠工事のセパレーターも注意が必要なため、あらかじめ計算を行い間隔やサイズの決定を行った。なお、施工完了後の漏洩検査は問題なく合格した。

#### 5. おわりに

当工事着工時は、様々な問題があったが地域の医療を担う、“防災拠点病院の早期完成”を合言葉に工事を進めてきた。予定通り発注者にお引渡してきたことはこの上ない喜びである。また、敷地の周囲は、既存仙台医療センター、学校、駅そして楽天生命パークに囲まれているため歩行者や車両の往来が多かった。そのため、騒音・振動・粉塵対策を事前に計画し実施したことにより、特にクレーム等なく工事を終えられた。さらに、歩行者からの現場内見える化や休憩スペースの設置により、当社の企業イメージの向上を図り、施主をはじめ、近隣の方々にも好評だった。

グループ会社である、株式会社ガイアート、ケーアンドイー株式会社、テクノス株式会社、テクノスペース・クリエイティブ株式会社と協働できたことは、グループの技術力向上が図れたと確信している。

#### 謝辞

当工事において、本社建築事業本部、本社技術研究所、支店建築部、グループ会社の皆様、協力会社の皆様、その他当工事に携わった皆様のご支援・ご協力をいただきました。ここに改めて深く感謝の意を示します。

## Construction Report of Large-Scale Disaster Base Medical Center — National Hospital Organization Sendai Medical Center Rebuilding Project —

Satoru SHIMIZU, Daizen SHIRAYAMA, Kenji INOMATA and Toshiki NISHIYAMA

National Hospital Organization Sendai Medical Center is functioning as a wide area disaster base medical center in Miyagi. Based on the 2011 Great East Japan Earthquake experience, it has been improved so that it can maintain its function even when a large-scale disaster occurs. Also, we rebuilt and moved it deeply considering various elements such as surrounding environment, strengthening of emergency medical system, the environmental improvement to make advanced medical care better.

We report on this project in which we shortened the construction period under the condition of environmental assessment, adjacent construction of JR and NTT cable tunnels, nearly ambulance helicopter service.

Key words: Disaster base large-scale hospital, heliport, JR, NTT adjacent, Seismic isolation, Radiation shield, Shortening of the construction period