

# 上層階先行供用開始後の下部免震化工事

## 岐阜市民病院施工報告

宇 梶 剛 司・小 嶋 広 宣・小 島 時 和

岐阜市民病院改築整備第一期建築工事は、同じ敷地内に増築するスペースを設けることが不可能なため、また入院患者及び外来患者への影響を最小限に抑えるため、設計計画段階から、既存病棟（西病棟）の上空を跨いで6～11階を先に建設し、上部完成後に西病棟の入院患者及び外来患者を移動させ西病棟を解体し、その後下階の施工を行う計画となっていた。平成22年9月より上層階を供用開始後、既存病棟の解体工事（別途工事）を経て、低層部分の工事を行った。上層階が先行で供用開始されている中、先行して構築された建物の下で、先行した上層階と接続するという特殊条件での工事で、接続時には制振構造から免震構造への切り替えも併せて行われた。この制振構造から免震構造への切り替え時の施工記録を報告する。

キーワード：上層階先行工事、免震化工事、病院居ながら施工

### 1. はじめに

岐阜市民病院は、岐阜地域の中核病院である。既存の外来棟、西病棟は昭和40年代に建設され老朽化が進むとともに、施設自体も手狭となり快適な医療サービスを提供することが難しくなっていた。このため、より高度で先進的な医療を安全に患者に提供できるよう、外来棟、西病棟の改築整備が計画された。

当市民病院はJR岐阜駅の北西約2kmに位置し、来院者は自家用車の使用比率が高い。診療時間中は常に駐車場は満車状態となるため、今回の改築整備計画においても既設駐車場を極力減らさないことが求められた。

このため、設計者である山下・岐創設計共同体により、仮設病棟等を極力減らし病院敷地を有効に活用できるよう、既存西病棟を跨ぎ、病院機能はそのままだに新棟上層部（6～11階）の建設を先行し、西病棟の機能を新棟上層部に移設後、既設西病棟の解体（別途工事）及び、新棟低層部（1～5階）の工事を行う計画がまとめられた。また、上層部工事から低層部1階床工事までは制震構造とし、1階床構築後に、制震構造から免震構造へと切り替えた後、低層部工事を施工する計画となっている（図-1、写真-1、2）。

本稿では上層階仮使用開始後の下部工事における制震構造から免震構造への切り替え工事について報告する。



図-1 完成パース（南面）



写真-1 西側全景（下部解体中）



写真-2 西側全景（下部建方中）

### 2. 工事概要

工事名称：岐阜市民病院改築整備第一期建築工事

工事場所：岐阜県岐阜市鹿島町7-1

発注者：岐阜市

設計者：山下・岐創設計共同体

監理者：山下・岐創設計共同体

施工者：熊谷・共栄・松永特定建設工事共同企業体  
 実施工期：平成21年1月27日～平成23年12月12日  
 敷地面積：22,925.46 m<sup>2</sup>  
 建築面積：2,751.54 m<sup>2</sup>  
 延床面積：22,704.06 m<sup>2</sup>  
 構造規模：基礎免震層SRC造・地上部S造 11階  
 +PHI  
 軒高さ：47.3 m 最高高さ：49.48 m 深さ：4.9 m  
 用途：病院  
 1～3階 外来部門  
 4階 外来部門・更衣室・会議室  
 5階 医局管理部門  
 6階 精神デイケア・設備階  
 7～10階 病棟  
 11階 外来・職員レストラン  
 屋上 緊急離発着場ヘリポート

### 3. 設計概要

平面形状は、低層部（1～5階）でX方向（東西方向）は60.075 m、Y方向（南北方向）は52.0 m、上層部（6階以上）は約38m×38mのおおよそ正方形の平面を45°回転させた形状である（図-2）。

主架構は鉄骨造によるラーメン構造を主体とし、1階から5階までは十字型に大断面鋼管の組柱（Φ1,000×4本）のメガ柱を配置し、6階レベルでメガトラス梁を連結させ、上層部架構を支持する構造となっている。この構造により上層部の先行建設を可能としている。

基礎構造は、GL-4.9 mで砂礫層を支持層とする直接基礎である。

また、新棟完成時には天然ゴム系積層ゴム支承、鉛プラグ入り積層ゴム支承、直動転がり支承、減衰材と

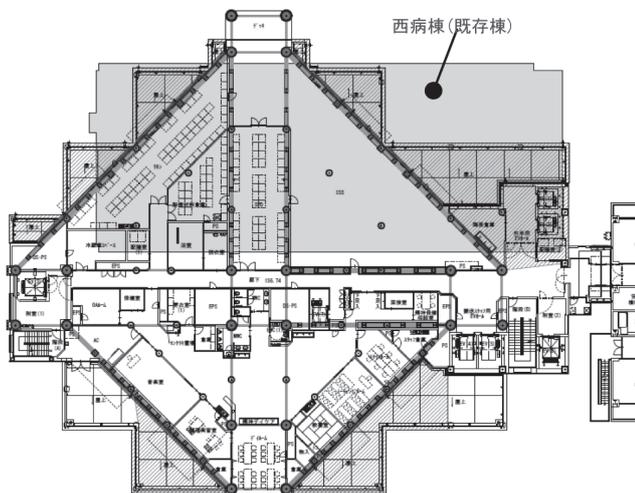


図-2 6階平面図

して粘性ダンパーを用いた基礎免震構造となるが、上層部工事から低層部工事の1階床工事までは、これらの免震装置機能を仮設壁（RC造）及び、仮設支柱（S造）で拘束し、粘性ダンパーについても仮に制震ダンパーとして使用した制震構造となっている。

### 4. 施工ステップ

本建物は、施工ステップ毎に構造形態を変えながら構築する計画となっている。

施工ステップは大きく4つに分かれており、そのステップ毎の形態は次のとおりである。

#### ・ステップ1（平成22年9月～平成23年3月）

高層部工事完了後、高層部の供用開始、西病棟解体、1階床構築までの間、構造形式として4本の鋼管から構成されるメガ柱のみで耐震要素が少ない不安定な形状となるため粘性ダンパーを用いた制震構造として構築される。なお、仮設支柱、仮設壁、擁壁と1階床を一体化することにより免震機能を拘束している（図-3）。

#### ・ステップ2（平成23年4月）

仮設支柱、仮設固定壁、擁壁とのスラブの撤去解体により拘束を切り離し、鋼製ダンパー撤去、粘性ダンパー移設までの免震化工事段階（図-4）。

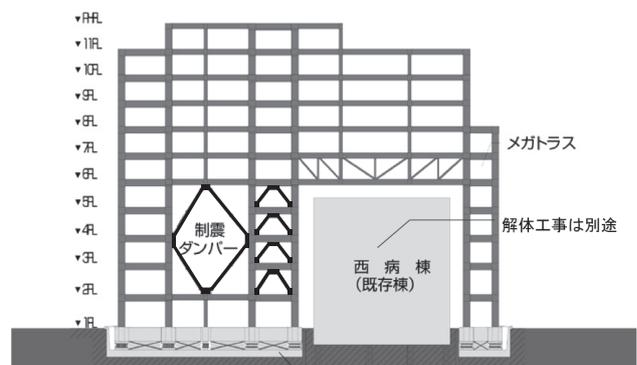


図-3 I期工事完了

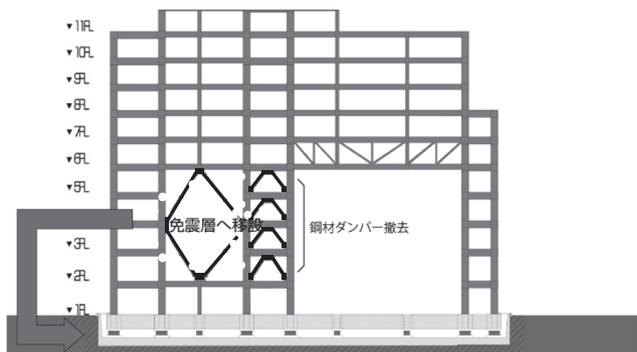
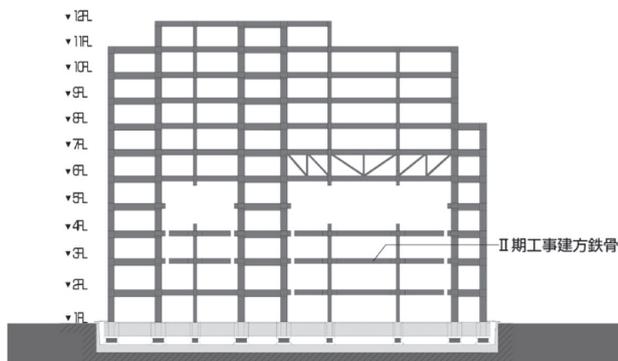
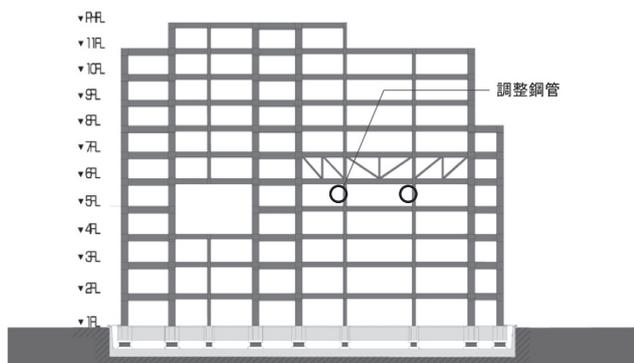


図-4 免震層へのダンパー移設

- ・ステップ3（平成23年5～6月）  
免震化後、低層部鉄骨工事（上層部とは未結合）段階（図一5）。
- ・ステップ4（平成23年7月）  
上層部と調整鋼管にて結合最終構造形態（図一6）。



図一5 II期工事鉄骨建方



図一6 II期工事鉄骨建方完了

## 5. 制震時の仮設固定方法

ステップ1では制震構造とするために仮設支柱、仮設壁、擁壁と1階スラブでの一体化により免震装置が機能しないように拘束している。以下にその詳細について述べる。

### (1) 仮設支柱

マットスラブ内に埋め込んだ仮設支柱（写真一3）と1階梁とを鉄骨支柱にて固定し免震装置の機能を拘束する。仮設支柱はすべての鉄骨建方が完了し、各階のコンクリート打設後に接続を行った（写真一4）。

### (2) 仮設壁、擁壁による拘束

建物中央部分は、 $t=300$ のRC造の仮設壁により免震機能を拘束している（写真一4 右側壁）。

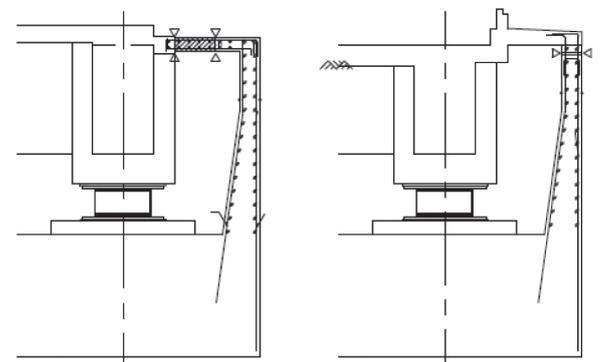
また、外周擁壁と1階床を一体化することにより外周部を固定し、免震機能を拘束している（図一7）。



写真一3 仮設支柱設置状況



写真一4 仮設支柱・仮設壁による拘束状況



図一7 擁壁部詳細（△印が免震化時切断位置）

## 6. 免震化工事

ステップ2において、ステップ1の制震構造からステップ3の免震構造へ切り替える免震化工事を行った。この期間中は構造的に免震構造でも、制震構造でもない構造的に不安定な状態となるため、できるだけこの期間を短くすることが求められた。

また、不安定な状態の中にも平面バランスを考慮し、供用中の上層階に免震化に伴う振動や衝撃を与えることがないように、かつ短期間に免震構造へ移行することが求められた。

施工数量については表一1の通りである。

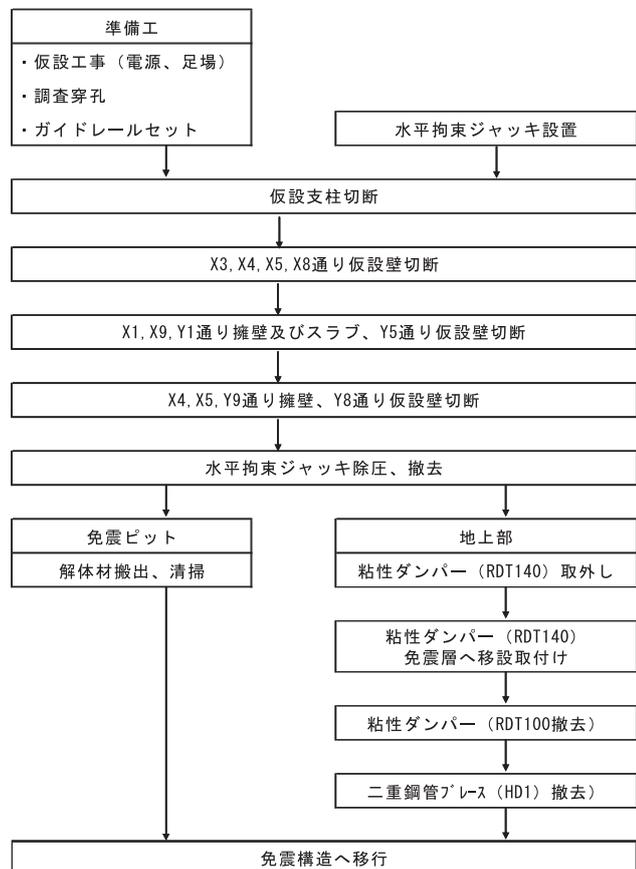
表一 1 施工数量表

項目	仕様	単位	数量
仮設支柱撤去	H300×300~H450×450 ガス切断	箇所	101.0
仮設壁切断	ワイヤーソー t=400を超える壁	m	44.4
仮設壁、擁壁切断	ウォールソー 2条切り	m	157.5
スラブ切断	フラットソー t=250	m	59.0
粘性ダンパー移設	RDT140 (地上部より免震層へ)	箇所	8.0
粘性ダンパー撤去	RDT100 (廃棄処分)	箇所	8.0
二重鋼管ブレース撤去	HD1	箇所	32.0

(1) 免震化施工手順

免震化工事の施工フローを図一8に示す。

制振構造として使用した粘性ダンパーは、16基のうち8基を基礎免震部へ移設した。移設したRDT140は、ストローク量±650mm可動できる仕様で、あらかじめ免震層に転用する設計となっていた。免震層に必要なダンパーとして8基のRDT140全てを免震ピットへ移設し、RDT100はストローク量±100mmのため、免震構造では使用できない仕様のため8基とも廃棄処分とした。

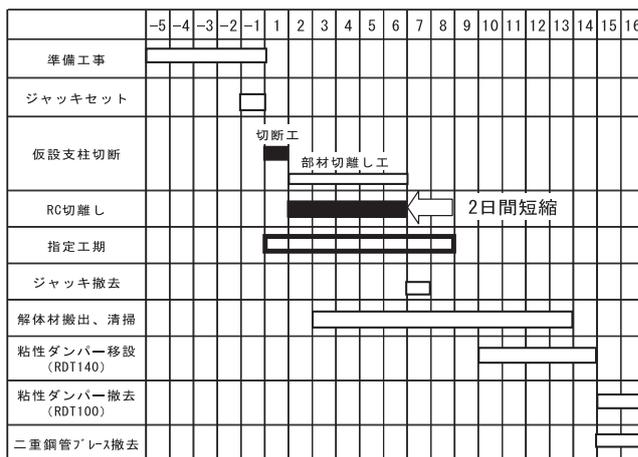


図一8 施工フローチャート

(2) 切り替え工期の短縮

施工フローチャート中の『仮設支柱の切断』から『X4,X5,Y9通り擁壁、Y8通り仮設壁切断』までの期間が、構造的に制震構造でもなく免震構造でもない、非常に不安定な期間であり、この期間をできるだけ短くすることが建物の耐震安全性を確保する上で、非常に重要であった。設計条件による標準工期として8日間が設定されていたが、この期間を6日間に短縮することを技術提案し採用された(図一9)。

工期短縮に際しては、施工機械の大量投入によらざるを得ない極めて厳しい工期設定ではあったが、機械投入に当たっても切断の進捗による構造的な平面バランスに配慮する必要があるため、量的投入のみではなく施工順序、施工方法の面からも効率化を図る必要があった。効率化を図る方法の一つとして切断機械の特性を生かし、ウォールソーでは2枚の歯による2条切りを採用した。



図一9 工程表 ※黒塗り工程が提案工程

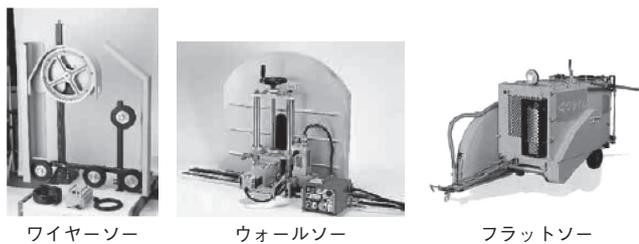
(3) 仮設壁、擁壁切断工法

免震化に伴う仮設壁、擁壁のRC部分の切り離し工事には、稼働中の病院内での工事であることより極力騒音の少ない施工機械としてワイヤーソー、ウォールソー、フラットソーの3つを採用した(写真一5)。

施工精度の面よりウォールソーを主体として計画を行った。ワイヤーソーより施工能力は若干劣るが(3~6m/日)、切断刃を切断巾(5cm)で2枚装着し切断を行う2条切りとし工期短縮を図った(写真一6)。

2条切りについては、最大切断深さが400mmまでとなるので、それを越える部分についてはワイヤーソーを使用した(写真一7)。

また、6階以上を仮使用中の新築病棟に対する騒音・粉塵対策として、開口部には防音シートによる養生を先行で設置し対応した(写真一8)。



ワイヤーソー      ウォールソー      フラットソー

写真-5 使用した施工機械



写真-6 ウォールソー2条切り仮設壁切断状況 (右下囲みは切断部近景)



写真-7 ワイヤーソーでの仮設壁切断状況



写真-8 防音シートによる開口部騒音対策

今回の工事において、仮設壁切断の最終部分を切断する際に、上部荷重が1点に集中して壁端部が爆裂的に破壊される現象が何箇所かで発生した。破壊が起きた部分では、ウォールソーの刃を噛み込むような形となり、切断を続けることも、刃を抜くこともできなくなり時間をロスすることがあった。今回のような事例がある場合は、切断端部については2条切りを止め通常の一枚刃で施工することが望ましいと思われる。

床切断部については、フラットソーを採用した。

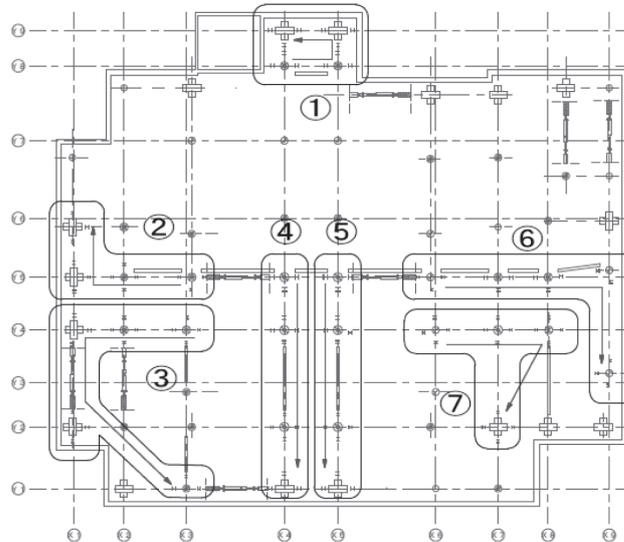
#### (4) 平面バランスを考慮した切り離し作業

免震化への切断作業は平面バランスを考慮して施工を行った。フローチャート中の仮設支柱切断については全支柱を1日で切断するが、建物中心部より外部へ向い切断を行う手順とした。それぞれ仮設支柱のサイズは違うが、切断長さが概ね同程度となるように7つのブロックに分け、それぞれのブロックにおける切断順序を決めて平面的にバランスを取りながら施工を行った。各ブロックの切断順序は、現場の各支柱に表示し作業員の勘違い等による間違いのないように配慮した(図-10)。

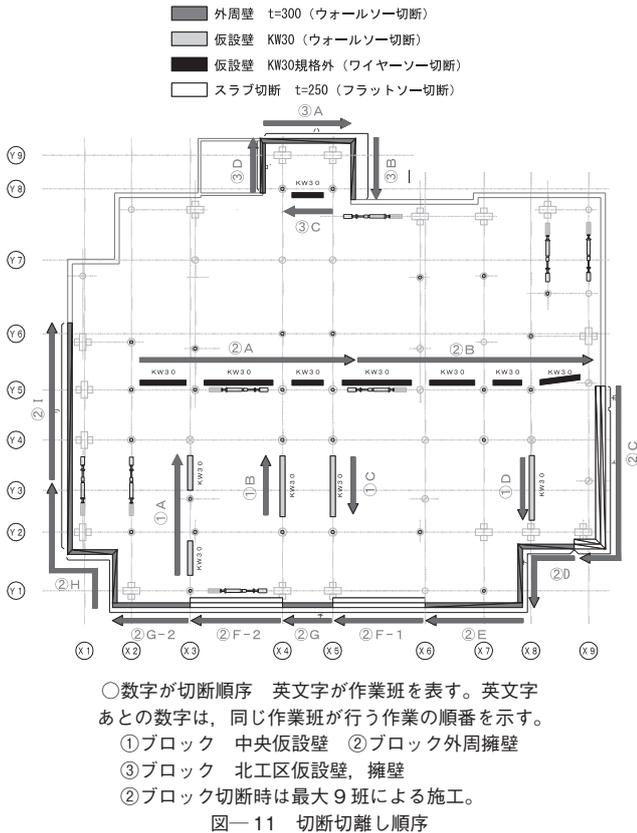
仮設壁、擁壁の切断についても同様に平面バランスを考慮して切断作業を行った。最大9班による切断作業を行ったが、切断機械の性能差があるので、一部の切り離しが先行することがないように管理を行った。また、切断方向についても、相対する壁と逆方向より切断を行うことにより偏芯荷重が生じないように配慮した(図-11)。

#### (5) 免震切り離しクリアランスの確保

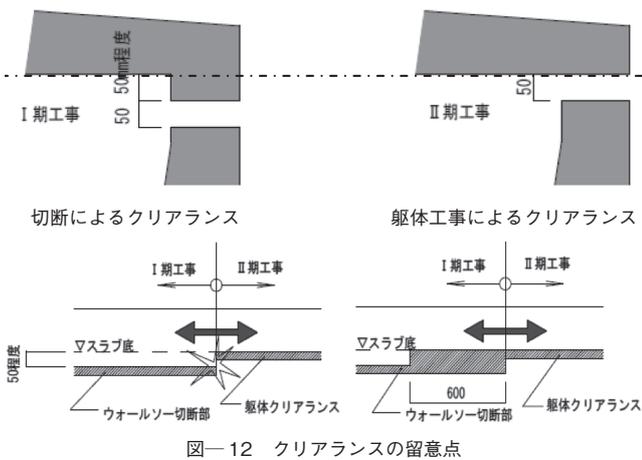
免震切り離しについては切断のみが目的でなく、免震クリアランスの確保についても注意が必要である。ウォールソーによる2条切りの場合は5cmのクリアランスの確保が容易であるが、ワイヤーソーの場合は、切断面が波打つことがあり、最低クリアランスを確保するためには、切断面の不陸を考慮に入れて施工を行う必要があった。専門工事業者とも協議の結果100mmとして施工を行ったが、最低クリアランス50mmを下回る部分はなかった。



①～⑦のブロック分け  
矢印は各ブロックの切断順序を表す。  
図-10 仮設支柱のブロック分けと切断順序



また、免震化工事部分は躯体の切断により免震クリアランスを確保する際、切断工具を用いるためスラブ下より5cm程度下がったところで切断する必要があった。そのため、クリアランスを躯体施工時にスラブ直下にするⅡ期工事部分との取り合い部分で、免震水平クリアランスが鉤形となり、水平方向クリアランスが確保できなくなってしまうため、図-12に示すような形状で切断を行い、クリアランスを確保することとした。



(6) 水平拘束ジャッキによる歪み制御

上層階はすでに供用済みであり、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で岐阜市内は震度3であったが、長時間にわたり揺れが続いたことから、地震に

よる影響が構造体に歪みとして蓄積されている可能性があった。そのため、制震構造から免震構造への移行に伴う切断作業時にこれらの歪みの開放に伴う衝撃的な変位が発生する可能性があった。この衝撃的な変位を抑えるために油圧ジャッキを設置し、供用されている上層階への影響が及ばないように、緩やかな移行ができるよう計画した。

ジャッキは、500 kN (50 t) のプレロードジャッキを建物4隅に2台ずつ計8台を設置した(図-13)。

設置したそれぞれのジャッキには、1tのプレロードを掛け免震上部基礎の変位を拘束した状態で、支柱、仮設壁、スラブの切り離し作業を行った。

免震化切り離し作業が完了した時点で各ジャッキの荷重を確認したところ、図-14に示すように大きな荷重がかかっていないことが確認された。このことより、制振構造の状態を受けた地震の影響等による構造体への歪みの蓄積は、殆どなかったことが確認された。

ジャッキの除圧は図-14右上の4tの荷重を2tまで減圧しその後、図-14左下の2tと一緒に1tまで減圧し最後にすべてのジャッキを一齐減圧しジャッキを開放した。

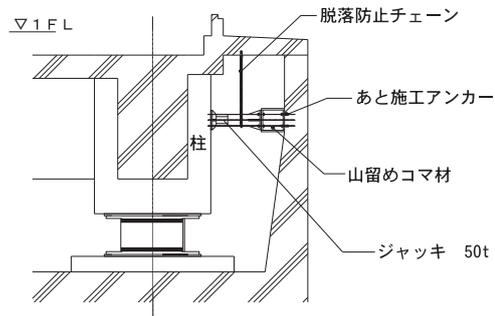


図-13 ジャッキの設置状況

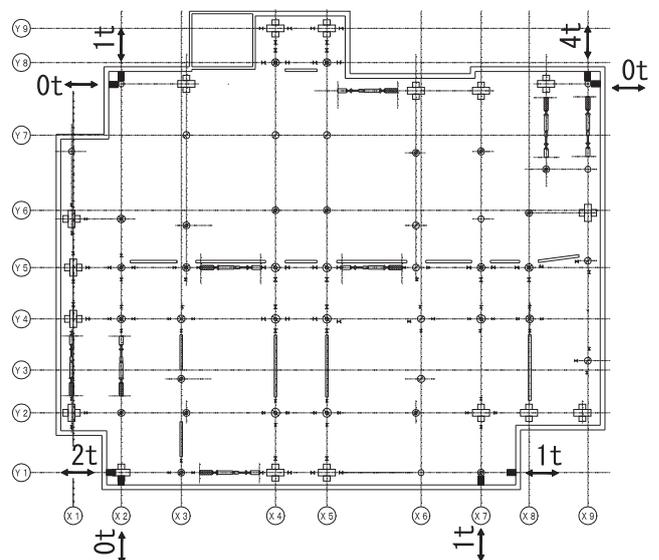


図-14 免震切り離し後の各ジャッキ荷重状況

### (7) 免震化後の変位

免震化後に各部位の計測を行ったところ水平変位については0 mm、垂直変位については-3 mm（建物中央部で計測）となった。

### (8) 免震化工事中の危機管理体制

免震化工事中は構造上不安定な状態での作業となり、作業中の地震、暴風に対して作業中止の指示を即座に出せるよう設備を整えた。地震に対しては、市民病院より地震速報を受信し場内への一斉放送を可能にした。暴風については、風速計を設置し暴風時にはパトランプによる表示と、メール配信装置を設置し、各作業班長の携帯電話に作業中止のメールを配信できるようにした。

また、作業状況を随時確認できるようウェブカメラを設置した。このウェブカメラは施主、設計事務所でも閲覧可能とし作業状況の公開を行った。

## 7. おわりに

免震化工事については技術提案通りの工期短縮を実現できたと共に、供用中の上層階への振動・衝撃を与えることなく制震構造から、免震構造へスムーズに移行することができた。施工方法によるところもあるが、大きな偏芯荷重がかからなかったことより施工精度も良く、免震装置に無理な荷重がかかっていなかったものと思われる。

## 謝 辞

本工事实施の各過程では、発注者・設計監理者の皆様によるご指導、社内技術研究所の支援をいただいた。また、難易度の高い施工を遂行するにあたっては、協力業者による技術的な理解ならびに多大なる努力があったことも忘れられない。本工事に関与していただいたすべての方々に改めて感謝申し上げる次第である。

JICMA

#### 【筆者紹介】

宇梶 剛司（うかじ たけし）  
 ㈱熊谷組  
 名古屋支店 岐阜市民病院作業所  
 所長（当時）



小嶋 広宣（こじま ひろのり）  
 ㈱熊谷組  
 名古屋支店 岐阜市民病院作業所  
 副所長（当時）



小島 時和（こじま としかず）  
 ㈱熊谷組  
 名古屋支店 建築部  
 技術部長

