

# 東京工業大学（すずかけ台）総合理工学研究科棟 3号館

03-002-2012 作成	発注者 国立大学法人 東京工業大学	所在地 神奈川県横浜市
種別 耐震改修	改修設計 東京工業大学、㈱綜企画設計	竣工年 1979年(昭和54年)
建物用途 学校	改修施工 ㈱浅沼組	改修竣工 2010年(平成22年)

## 五重塔の心柱構造を応用した新たなレトロフィット手法による耐震改修

### ●建物概要

建物規模 地上11階・地下1階

建築面積 986㎡、延床面積約 11,700㎡

構造種別 鉄骨鉄筋コンクリート構造

構造形式 ラーメン構造（長辺）、耐震壁付ラーメン構造（短辺）

### ●改修経緯

東京工業大学すずかけ台キャンパスは、学部機能を持たないわが国初の大学院大学創設を目標として、1970年代後半から実質的な運用が開始された。当総合理工学研究科棟3号館は、モダニズム建築の流れを汲み、緑豊かな丘陵地の外部風景を満喫させる横連装の2つのオフィス空間を3m セットバックした縦シャフトで連結するという明快な構成を持つ建物である。しかし、1981年の新耐震設計法以前に設計・施工された建物であるため耐震改修が喫緊の問題となり、併せて当初はセントラル空調であったが、次第に個別空調の室外ユニットが窓面に多く取り付けられ美観を損ねていた設備面の問題も解決すべく、全面的な改修が行われた。

### ●改修計画

オリジナルデザインを尊重し、かつ緑豊かな丘陵地の眺望を確保するために、五重塔の心柱をヒントに東京工業大学の和田名誉教授等が考案した第三のレトロフィット手法を初めて適用した。

セットバックした空間である建物中央と左右の計6箇所に心柱に相当する連層耐震壁(ロッキング壁)を設置し、既存建物と鋼製ダンパーおよび水平トラスで繋いでいる。これにより地震発生時に建物各層の層間変形角を揃え、地震エネルギーを分散させるとともに、鋼製ダンパーで地震エネルギーを吸収する。また短辺方向は、両妻には、地下1階から地上9階まで、建物中央部には地下1階から地上2階に耐震壁を設けた。

ロッキング壁は、鉄筋コンクリート造で幅4.4m、厚さ60cmである。曲げ破壊を防ぐために、脚部は歯車を重ね合わせた形状のピン支持にするとともに、上下方向に18,000kNのポストテンションをかけ剛強なものとしている。

### ●改修技術の概要

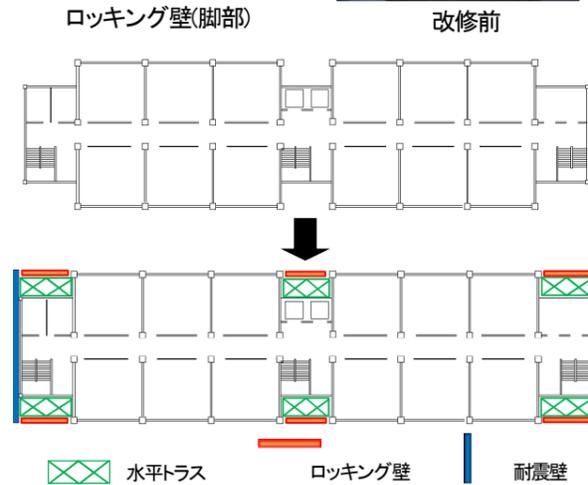
本構法は、心柱に相当する剛強なロッキング壁と既存建物をつなぐことで、各階の層間変形を揃えて地震エネルギーを分散させ、特定階での破壊を防ぐものである。

地震が発生するとロッキング壁は、建物に押されて歯車状の接点を中心に揺れる。ロッキング壁は全ての床と固定されているので、各フロアの床の動きにばらつきがあれば、五重塔の心柱と同じように他のフロアを連動させ、地震のエネルギーを分散させることができる。

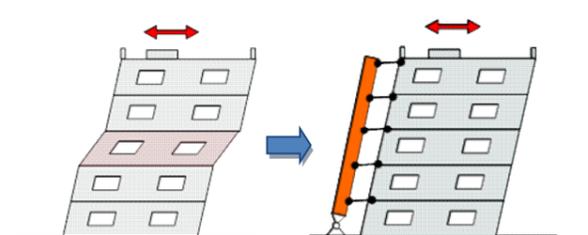
さらに、幅の広いロッキング壁の回転に伴って壁の側面が上下方向に



改修後の全景



改修前後の平面概要



本構法のイメージ

【要約】 本物件は、東工大で考案された五重塔の心柱構造を応用した耐震構法を初めて採用している。オリジナルデザインを尊重し、外部に剛強なRC造の連層耐震壁(ロッキング壁)を6箇所設置し、既存建物と鋼製ダンパーでつなぎ、地震時に建物各層の層間変形角を揃えて特定層の破壊防止をしている。

【耐震改修の特徴】 共用しながらの補強、ロッキング壁、鋼材ダンパー、特定層の破壊防止、交換可能な制震ダンパー

【耐震改修の方法】 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 設備改修 液状化対策 その他( )

変位する。この側面部と既存建物の柱の間に発生する縦方向の相対的なずれを利用して、既存の柱との間に鋼材のウェブを降伏させるダンパーを設置し建物全体を制震構造としている。

### ●改修工事の概要

ロッキング壁は、1階部分のコンクリート打込み開始から18週後にPC緊張を行うという非常に短工期であり、締め付け時の弾性変形はもとよりその後の乾燥収縮変形およびクリープ変形が懸念された。乾燥収縮変形を低減するために、コンクリートの使用材料・調合を検討するとともに、事前に工事工程を考慮したクリープおよび乾燥収縮の変形量を算定し、ボルト本締め・グラウト充填の施工順序・時期を決定した。

ダンパーにおいては、ボルト孔をルーズホールとし、PC緊張の1週間後に本締め、スチフナ部はPC緊張直前に本締めを行った。水平トラスの取り付けはPC緊張後とし、固定のグラウト充填は極力後の工程とした。

ダンパーを固定するボルト孔は、縦方向のひずみを吸収できるようにルーズホールとした。ルーズホールをアンカー径+10mmとし、隙間にグラウトを充填して動き止めとした。ルーズホールとしても摩擦接合に問題がないかどうか、およびグラウトの必要強度を実験で確認した。

また、制震ダンパーはその接合部の納まりを検討し、後々交換が可能なものとした。

### ●改修の効果

改修前後の地震観測記録を検討した結果、設計モデルと観測記録の比較では長周期化が明らかになり、既存躯体を考慮した修正モデルとの比較で観測記録とほぼ一致した。

挙動に関しては、設計時の相対変位を250分の1に抑えるという目標を十分にクリアし、層間変位もほぼ一様で、ロッキング壁による変位制御が大きく働いたことが分かった。

### ●改修コストについて

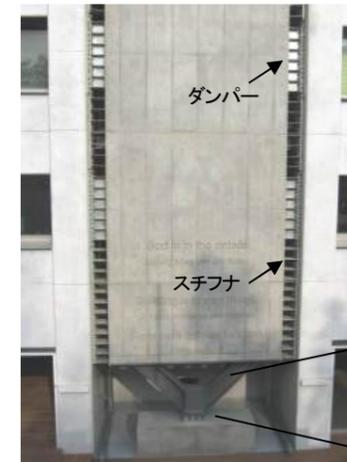
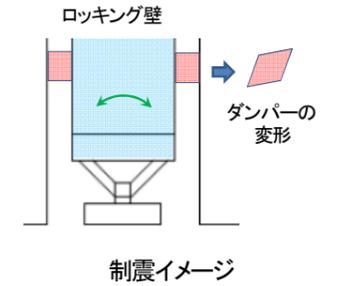
ロッキング壁柱脚部は回転自由(ロッキング)でありモーメントを発生しないことから、基礎部の補強を大幅に軽減しており、改修費用全体としては、筋交いを設置する工法と同等かそれ以下に抑えられている。

### ●施工者のコメント

実際の建物に初めて採用する構法であり、検討項目が多数ありました。これを同大学の教授たちと、社内各部署の協力を得て解決しました。工程の制約も多々あり非常に厳しい工期の中でしたが、良い品質のものができました。



改修後(妻面)



ロッキング壁



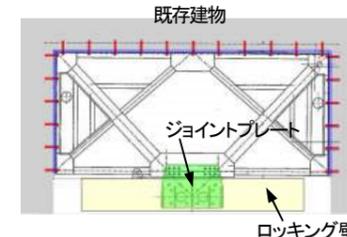
水平トラス



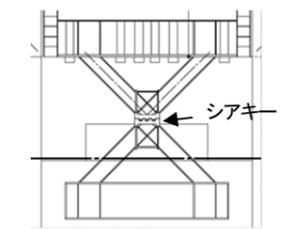
脚部V字鉄骨



歯車状のシアキー



水平トラス平面



脚部V字鉄骨立面



トンネル状のピロティ(改修後)



デッキテラス