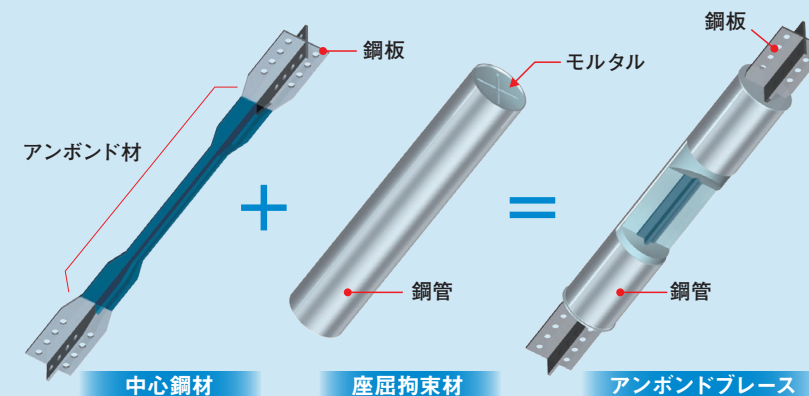


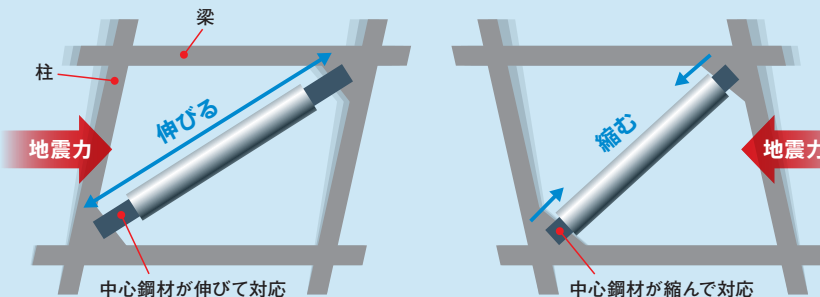


免制震デバイスの製造工場にて、出荷前のアンボンドブレース®の前で。

### ■アンボンドブレース®の構造図



### ■アンボンドブレース®の特徴



※アンボンドという名の通り、中心鋼材とモルタルは接着されていない。

中心鋼材の伸び縮みにより、地震の揺れをやわらかく吸収する

モルタルと鋼管で覆うことにより、中心鋼材が折れない

鉄骨重量の削減が可能となり、建設コストを低減できる



【アンボンドブレース®採用実績】①虎ノ門ヒルズ 森タワー/82基採用/2014年 ②渋谷スクランブルスクエア/292基採用/2019年 ③常盤橋タワー/512基採用/2021年 ④東京工業大学 環境エネルギーイノベーション棟/127基採用/2012年 ⑤京都外国語大学/48基採用/2017年 ⑥GLP SJL堺/274基採用/2024年

## CASE 03

### 免制震デバイスによる国土強靱化への貢献

# 鉄の堅牢さと、独自発想によるしなやかさ。 免制震部材も試験機も自社で持つ強みを活かし、 国土強靱化をリードしていく

南海トラフや首都直下など巨大地震発生の可能性も指摘され、急務となっている日本の国土強靱化。人命の保護や被害の最小化、社会活動を継続していくために、重要なテーマである。日鉄エンジニアリングでは、1980年代半ばから鉄の特性を活かした制振・免震部材の開発に着手し、主力商品であるアンボンドブレース®は国内外で累計約15万基を納入している。その確かな実績からアンボンドブレース®約1,200基が採用された、高さ日本一の「森JPタワー」も2023年に開業した。数多くの納入実績を誇るアンボンドブレース®だが、より信頼性の高い部材へと進化させるための手を緩めることはない。新設した千葉県の大規模試験機の前で、アンボンドブレース®が採用された関西の現場で、2人の社員が、まだまだできることがあるのではないか?と、未来を見ていた。

### ■高さ日本一の安心を支える

2023年11月24日。東京・港区のある場所に、報道各社が詰めかけていた。カメラが向けられた先には、地上64階建ての〈森JPタワー〉が天を突くようにそびえ立っている。約330メートルという高さは現時点で日本一である。この日、複合型施設〈麻布台ヒルズ〉が開業を迎えたのだ。

関係者によるテープカットに続き、華やかなイベントも行われた。商業施設は、早くも大勢の来訪者で賑わっている。だが、そこは街のほんの一角にすぎない。

商業施設の他に、オフィスや住戸、ホテル、文化施設、医療施設などが、約8.1ヘクタールの敷地内に集積しているのだ。そこで働く人は約2万人、居住者は約3,500人、宿泊客や遊びに来る人は年間3,000万人が見込まれている。

これだけの多くの人が行き交う超高層ビルにおいて、万が一の大地震の際

にいかん人々の安全を守っていくか。防災拠点としても機能し、生活や事業を継続できるか。この大きなテーマに対して、開発を手がけた森ビルの設計部では、地震時に起こる建物の変形や損傷を最小限に抑えるため、一般的な高層ビルよりも高い設計クライテリア（目標）を設けて取り組んでいる。

さらに高さ330メートルともなると、風の影響も無視できない。建物全体の剛性を高め、地震の揺れだけでなく風に対する強さも求められる。

「構造上の核として制振部材・アンボンドブレース®を多数配置し、より高い耐震性を目指したい」

そんな打診を受けたのは、2017年のことだった。同社の六本木ヒルズと虎ノ門ヒルズでも採用実績があるとはいえ、麻布台ヒルズのタワーはこれよりも約100メートル高い。安心して採用できる部材であることを、あらためて説明することからエンジニアたちの仕事は始まった。

### ■開発に着手した1987年以来、試験と改良をつねに重ねて

〈麻布台ヒルズ〉が開業した日、構造設計室の坂本は、大阪府堺市の担当現場にいた。高校時代に発生した東日本大震災の被災地の記憶が脳裏に残っていたこともあり、大学では建築学科に進んで、近年増えてきた複雑な形状の建物の構造研究などに取り組んだ。2019年に入社し、工場や物流倉庫などの構造設計を担当している。

その日は、担当案件である物流倉庫の竣工を控え、検査に立ち会っていた。地上4階建て・延床面積約93,000㎡



建築本部 設計部 構造設計室 坂本晴香

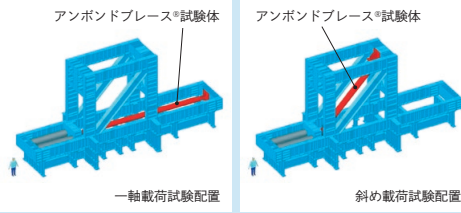


■ 自社施設内に新設した国内最大級の実大試験設備



● 実大試験機のスペック

【一軸載荷試験配置】	【斜め載荷試験配置】
水平方向最大軸力：±6,000kN	斜め方向最大軸力：±8,400kN
水平方向最大変位：±200mm	斜め方向最大変位：±140mm
水平方向最大試験体長さ：12m (治具含む)	斜め方向最大試験体長さ：7.5m (治具含む)



従来の自社試験機に比べ、2倍の最大軸力（±6,000kN）の一軸載荷試験が可能。また、実際の建物設置を想定した筋交い状の斜め配置で試験を実施でき、従来の自社試験機の約3倍の最大軸力（±8,400kN）の斜め載荷試験を「実大」で行うことができる。油圧機構のみ外注だが、その他はすべて自社による設計・製作である。

■ 日鉄エンジニアリングの免震装置

<p><b>アンボンドブレース®</b></p> <p>安定的に中心鋼材が塑性化することで地震時の揺れを低減でき、制振ダンパー・耐震部材として利用。</p> 	<p><b>NS Steel Panel™</b></p> <p>省スペースで設置の自由度が高く、新築にも耐震補強にも対応可能な、制振・耐震両用鋼製パネル。</p> 	<p><b>NS-SSB®</b></p> <p>振り子の原理を活かし、地震等の揺れ・エネルギーを大きくゆっくり吸収（長周期化）する鉄の免震装置。</p> 	<p><b>免震NSUダンパー®</b></p> <p>U字型ダンパーで地震時の揺れを低減。サイズや本数等により建物の形状に合わせた設計が可能。</p> 
--	---	---	---

の建物内を隅から隅まで連日歩き回る。視線の先には、自ら提案した274基のアンボンドブレース®が随所に設置されている。

ブレースとは、柱と柱の間に斜めに入れる「筋交い」のことで、強度補強のために古くから寺や城の建造にも使われてきた。機能的な部材ではあるが、一定以上の大きな荷重や急激な揺れを受けると座屈（=たわみ）してしまう弱点があった。この問題を克服したのがアンボンドブレース®である。

軸力を負担する中心鋼材が鋼管とモルタルで拘束されており、座屈せずに安定的に塑性化する。中心鋼材とモルタルの間には特殊な緩衝材（アンボンド材）を用いているため、鋼管とモルタル（座屈拘束材）には軸力が加わらず、軸方向の引張・圧縮ともに同性状の安定した力学的特性を備える。

開発に着手したのは1987年。初号部材を自社の新設拠点に採用するなどして性能評価しながら、細かな改良

を重ねてきた。次第にオフィスビル・病院・文教施設・物流施設などでの採用につながり、納入実績は国内外合わせて累計約15万基におよぶ。地震対策の高まりに応えるために生産体制も強化してきた。

数多くの納入実績を裏付けに、アンボンドブレース®を採用する設計をお客様に自信をもって提案する一方で、「この部材は、巨大地震にも耐える強度があるのですか？」という根本的な質問を多く受けることに、坂本は気づいた。より安心して任せてもらうためにできることがあるのではないかと。その答えを探し始めた。

■ 国内最大級の実大試験設備を 自社で新設したことの意味

同じく〈麻布台ヒルズ〉が開業した日、技術開発室の北川は、千葉県富津市にある日本製鉄㈱技術開発本部REセンターにいた。ここに新設された

ばかりの、アンボンドブレース®の実大試験を行う国内最大級の「一軸・斜め載荷試験機（上写真参照）」に向き合っていたのである。

これまで大軸力試験を実施する際は社外の試験機を活用していたが、他の企業や団体の利用が集中することも多く、時には海外まで部材を輸送して試験を行ったこともある。それが自社設備として新試験機を導入したことで、いつでも自由に利用できる環境を得ただけでなく、実際の建物設置を想定した筋交い状の斜め配置で、大軸力のアンボンドブレース®の試験を実施できるようになった。

このことは、アンボンドブレース®の大型化に伴う大軸力の開発にとって大きなアドバンテージになる。技術データを蓄積・拡充させていけば、性能と品質の向上を図ることができる。「性能の見える化」が重視される傾向にある中で、より確かな信頼性をアピールできることは言うまでもない。

CLIENT'S VOICE

超高層の「安全・安心」を支える信頼の品質

当社が目指すのは、住む・働く・遊ぶ・学ぶ・憩うなどの機能を集約し、徒歩で暮らせるコンパクトシティの実現です。あらゆる都市機能を高度に融合させることで、多様な人を集める、磁力ある都市づくりを推進しています。

阪神・淡路大震災以降は、「『逃げ出す街』から『逃げ込める街』へ」をコンセプトに、地

震後も継続利用でき、災害発生時の防災拠点となるような高い耐震性を備えた建物の建設を進めています。そのため、麻布台ヒルズ「森JPタワー」をはじめ、当社が手がける超高層建物には、各種制振装置等を積極的に採用し、考え得る最高レベルの耐震設計と制振・免震技術を取り入れています。



森ビル株式会社 設計部 構造設計部 課長 遠山 解 様

森ビル株式会社 設計部 構造設計部 部長 岡部和正 様

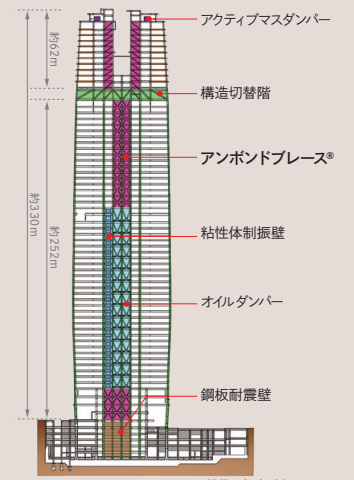
「アンボンドブレース®」は巨大地震など大きな揺れに高い制振効果があり、制振デバイスとして間違いなくトップレベルです。近年、首都直下地震の発生確率も高まる中、データや実績に裏付けられたデバイスが採用されていることで、私たちも自信を持ってお客様に提供できます。

貴社には、これからも品質と性能が担保された制振装置の開発や製造で、当社が目指す安全・安心で災害に強い都市づくりの一翼を担っていただけることを期待しています。

麻布台ヒルズ 森JPタワー 他



■ 「森JPタワー」(麻布台ヒルズ)の制振装置  
超高層建物の「森JPタワー」に約1,200基、中層建物の「ガーデンプラザA、B、D棟」に約100基が採用された。



大学で構造設計を学んだ北川は、2013年に入社。配属された構造設計室では、アンボンドブレース®を使用した設計を担当したこともあり、その特性は知り尽くしてきたつもりでいた。だが、試験機を使ってその性能を確認する中で、あらためて耐震性能の高さを実感するとともに、アンボンドブレース®には進化の余地があると確信し始めている。構造はシンプルだが奥深い部材なのだ――。



建築本部 技術部 技術開発室 北川智也

■ 安心の追求に終わりはない

坂本もまた、「顧客をより安心させ

るために何ができるのか？」という自問に対して、北川と同じように考え始めていた。アンボンドブレース®には、部材自体にも活用方法にも提案方法にも、まだまだ伸びしろがある。

北川が集めている試験データを活用し、新たな構造設計手法などを採り入れていけば、顧客のニーズによりスピーディに応えられるはずだ。顧客がより安心できる提案を、一設計者として実践していきたい。そうした思いを坂本は、行動に移している。

一方の北川は、より広く普及した未来図も描いている。開発部門に配属される前の、米国での1年間の技術研修や、フィリピン全土での技術営業の経験からも手応えは確かだ。地震大国である日本が国土強靱化の進化した技術を示していき、制振・免震技術における先駆者として世界各地に貢献できるはずだ。

坂本も北川も、同じ建築部門の仲間や先輩たちが日本一の高さの超高層

ビルの強靱化に一役買ったことを、誇らしく感じている。

営業担当が制振部材の開発姿勢や実績を丁寧に説き、施主や設計会社に採用を認めてもらったこと。これまでにない物量のデバイス製作を行ったこと。コロナ禍において、リモートという形で検査を進めるために腐心したこと。関わった多くの社員たちから聞いたエピソードは数え切れない。

二人とも、完成後の〈麻布台ヒルズ〉へはプライベートで足を運んだ。まずは〈森JPタワー〉を1階から64階までゆっくりと見上げてみる。すると、美しい外観の内側に潜んでいる、約1,200基のアンボンドブレース®が頭の中に透けて浮かび上がってきた。