

免制振技術の議論の活性化



免震構造協会 副会長

東野 雅彦

1 はじめに

日本における免制振技術は極めて成熟し、鉄筋コンクリート構造や鋼構造に並ぶ一般技術にまで進化したと考える方も多いのではないのでしょうか。免震構造の評定を伴う物件であっても、手続きの煩雑さはあるものの特殊な申請と考えない設計者も多いようです。実際、基本的な設計法は確立され法律もベースは整備されました。一方、研究開発に目を向けると、今世紀初めの技術開発が大いに盛んであったころに比べてその温度はやや冷め気味に感じています。技術の普及も頭打ちになっています。その中で、コンプライアンス問題が発生してしまいました。

多くの研究者は研究開発を加速するべく、国に助成金の申請をしていますが、国側の関心は建設技術よりIoTや医薬製薬などのハイテク産業に重点が置かれ、十分な研究開発予算が建設技術に回ってこなくなっています。日本は地震が多い国です。免制振技術はこの国で活動する全ての人に対する地震の脅威を大幅に低減できる技術です。国民の生活や生産活動を支える安全安心な社会基盤を構築できる技術を実践的なものにする必要があります。そのためには、技術者間で議論を活性化してこの問題を今一度人々の関心の中心に取り戻す必要性を感じています。

私は免制振技術が完成された技術と考えられがちであることに問題を感じています。鉄筋コンクリート構造や鋼構造は、幾多の地震も経験しつつ研究開発が重ねられ、長い年月を経て現在の技術体系に至っています。免制振技術も同様の道のりを歩む必要があるのではないのでしょうか。地震をはじめとする自然災害の発生頻度は多くはありません。耐震技術は工業製品の技術とはこの点が大きく異なり、時

間をかけて地道に研究を進める必要があります。近年、地震に関する研究も進化しており、20世紀末の知見に比べ現在の知見は異なる点が多々あります。免制振技術は動的設計を必要とする技術です。私達は地震研究の成果に常に注意を払い、免制振技術の健全性を維持する義務があると思います。また、免制振技術をさらに深く研究開発し本当の意味で完成された技術にしていく必要性を感じています。

2 課題

私は、免制振技術に関連してまだ多くの検討課題が残されていると思っています。現在必要と感じている主な課題を3点以下に挙げてみます。

第一は設計で用いる地震動です。日本では観測波、告示波、断層を想定したサイト波で構造設計が行われるのが一般的かと思っています。さらに最近では南海、東南海、東海の長周期地震動も含めて設計がなされるケースが多くなっています。このように、従来よりも構造設計に適用される入力地震動の幅が広がっていることは間違いありません。しかし、主に米国で検討対象となっている、断層近傍地震の長周期パルスの扱いが議論になり始めています。日本は米国に比べて長周期パルスの発生範囲や発生条件は比較的限定されているため、長周期パルスの直撃を受けるケースは多くはないかもしれませんが、日本でもこの手の地震は発生しますので、長周期構造物が大半の免制振構造はどう対処すべきか、少なくとも研究は活発に行う必要があると思います。

もう一つは入力レベル、即ちレベル3への対応です。設計レベルを超えるレベル3に対して各構造設計者はそれぞれ余裕度レベルや安全率を設定して設計をしています。現状はこれが妥当な方法だと思います。しかし、さらに大きな地震を受けた終局状

態、即ち免制振装置の破断、擁壁への衝突等の事象が生じた場合、上部構造への影響が如何なるものかについて十分な研究成果が出ているとは言えないと感じています。この研究成果如何によっては構造設計での対処方法も変わってくると思います。特に上述の長周期パルスを受けた場合は上部構造が大きな運動エネルギーを持ったまま大変形をする恐れがあるので、その時に注意すべき架構の損傷や応答加速度の影響などは設計者が参照しやすいように整理しておく必要はないでしょうか。

第二は免制振装置の特性です。現在、殆どの免制振装置の性能は準静的なゆっくりとした加力で、しかもほぼ一方向加力の実験で性能確認が行われています。しかし、実際に装置が地震時に経験するのは動的な荷重と変形で、積層ゴムなどの免震支持装置の場合水平2方向の大変形に加え、免震装置の大変形に伴う装置のP- δ 効果や上部構造と基礎部分の変形による曲げ変形が加わります。このような複雑な状態を大型の免震装置に対して動的に確認した実験結果は殆どありません。これは、この様な大規模な実験ができる試験装置が世界中を見ても殆ど存在しない事が主な原因です。現在米国カリフォルニア大学サンディエゴ校にあるSRMD試験装置は5000トンの鉛直荷重を与えながら動的に水平の変形を与えることができる数少ない装置ですが、これ以外は現在中国と台湾で幾つかの試験装置が完成、或いは建設中と聞きます。残念ながら日本にはまだ存在しません。現在装置建設に向けて公的資金を獲得すべく精力的な活動が行われています。しかし、背景にも書きました通り必ずしも政府が建設技術に大きな関心を持っているわけではなく、道のりは平坦ではないと想像できます。装置の性能を評価するうえで大型の実験装置があれば強力な手段となります。更には実験装置にとどまることなく、解析技術を向上させ、実験では解明できない細部に至る性能評価などを行う必要もあると思います。

第三は品質及びコンプライアンス問題です。ここでこの問題を上げる必要があることは甚だ残念ですが、現在顕在化している最重要問題です。免制振装置の品質問題がこのような形で発生してしまっ

たことは、これまでの私たちの装置製造に対する姿勢に甘さがあったことは否めない状況です。免震構造協会では特別な委員会を立ち上げてこの問題への対処を急いでいます。しかし、協会の対応に全て依存することなく、免制振に係わる技術者は自身の問題として真剣に考える必要があると思います。この問題は免制振構造建物が普及することと裏腹の問題です。プロジェクトへの適用においては当然納期とコストの問題が付きまといまいます。納期とコストを踏まえつつ必要な品質を確保することがメーカーに求められます。しかし、現状を顧みると多くの場合殆どメーカーに任せきりの状況が生まれてしまっていたと言わざるを得ないと思います。免制振構造を精力的に開発していた20年ほど前では構造技術者はメーカーと一体となり性能確保を行ってきました。しかし、現在は装置の大臣認定を背景に装置に関してはほぼ完全にメーカーに依存している状況であると言えます。第三者による製品製造の監査の導入などを含め関係する人全てで議論をする必要があると思います。現在、免制振装置メーカーに限らず、自動車や鉄鋼メーカー等あらゆる分野で品質や偽装が問題となっています。近年コンプライアンスが重視され技術者倫理を見直す動きが活発化していたと思っていた中で、現実は大変厳しい状況にあることを見せつけられました。技術者倫理、技術者の誇り、更には技術者が何に満足を得ようとしているかまで、議論する必要が出てきていると感じます。

3 おわりに

我が国は地震国です。地震に対して優れた技術で臨むことが構造技術者に課せられた使命だと思えます。今や免制振技術は構造技術者として必要不可欠なものになっていると思います。これを限りなく万全な技術に仕上げていくために、ますます積極的な取り組みが必要です。以上に、私が検討すべきと考える課題を3つの観点で上げさせていただきました。これにとどまることなく、議論と研究開発の活性化が求められると感じています。