



超高層建物の耐震実験で実証された ALCロッキング構法の耐震性能

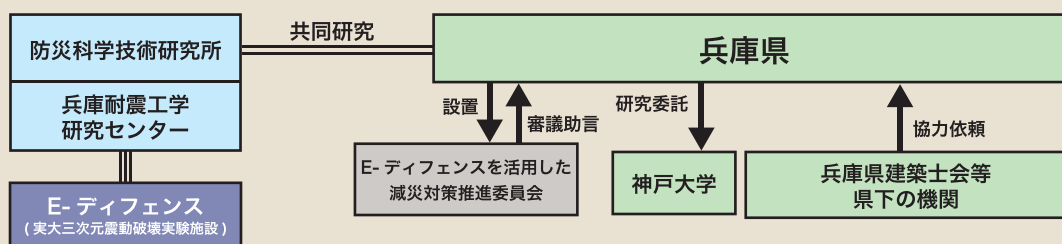
本実験は、独立行政法人 防災科学研究所と兵庫県との共同研究として企画されたもので、2007年3月29日・30日の2日間にわたり兵庫耐震工学研究センターの実大三次元震動破壊実験施設（通称:E-ディフェンス）で実施されました。

実験は公開で行われ、兵庫県副知事をはじめ、兵庫県防災関係者、学識経験者、報道関係者、一般市民など多数が見学するなかで、耐震安全性の確認と防災対策を検証しました。

実験テーマが『非構造部材の損傷及び家具什器の地震時挙動の把握』という社会一般に密接した内容であるため、兵庫県より要請を受けた兵庫県下の関係各研究機関、団体の協力体制のもとに行われたものです。

ALCパネルは広く使用されている非構造部材として、カーテンウォールとともに試験体の外壁に採用されました。

共同研究体制



(兵庫耐震工学研究センター Webページより)

実験の目的／長周期地震動による損傷を検証

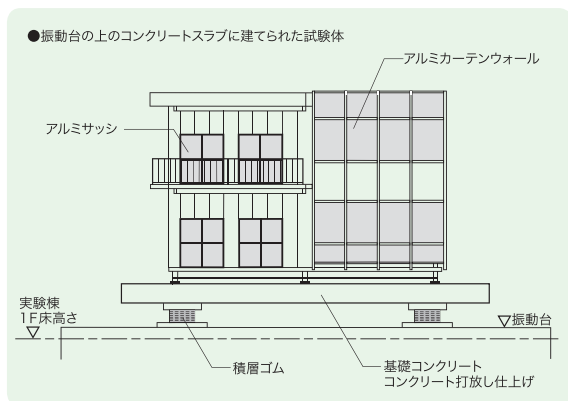
1995年に発生した兵庫県南部地震においては、設計時の想定を超える強烈な地震動により、数多くの建物に甚大な被害が生じました。

このときの教訓をもとに、近い将来に発生が予想されている東南海・南海地震（海溝型巨大地震）において、超高層建物が長周期地震動^{注1)}を受けた際の外壁や非構造部材の損傷、屋内の家具や什器の転倒・飛散などからの安全確保、内外装の耐震安全性を検証することがこの実験の主な目的です。

試験体／外壁にロッキング構法を採用

試験体は、外壁にALCパネルをロッキング構法^{注2)}で取付けた回廊型の共同住宅部分と金属カーテンウォールが用いられたオフィス部分とを平面的に区分した建物で、その大きさは8.6m×10.6m、高さ7.6mの実大です。

巨大な格納庫のような試験場に『実大三次元震動破壊実験施設』の震動台があり、その上にコンクリートスラブ、さらにその上に試験体である建物が設置されました。震動台と試験体を支えるコンクリートスラブの間は、長周期地震動にともなう超高層建物の震動を再現するため、試験体の各角部下4カ所に外径1,000mmの積層ゴムを介した構造になっています。



注1) 長周期地震動

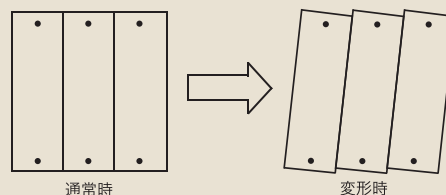
地震の際の通常の震動とは異なり、数秒周期で大きく揺れる地震動のこと。

このような長い周期での震動は、今回実験したような超高層建物の固有振動数と一致しやすいことが最近の研究から判明し、従来地震に強いとされてきた超高層建物に対し、破壊的なダメージをもたらすものと懸念されている。2006年秋には「海溝型巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言」が(社)土木学会と(社)日本建築学会から出されている。

今回の研究では、過去に設計・施工された高層建物のデータにもとづいて地震応答を解析し、実大の試験体を用いて検証を行った。

注2) ロッキング構法

ALC厚形パネルのタテ壁取付け構法のひとつ。パネルを1枚ごとに上下2点で取付けることにより、躯体が変形したときにパネルが1枚ごとに小さく回転して追従し、パネルの脱落や損傷を防ぐ。



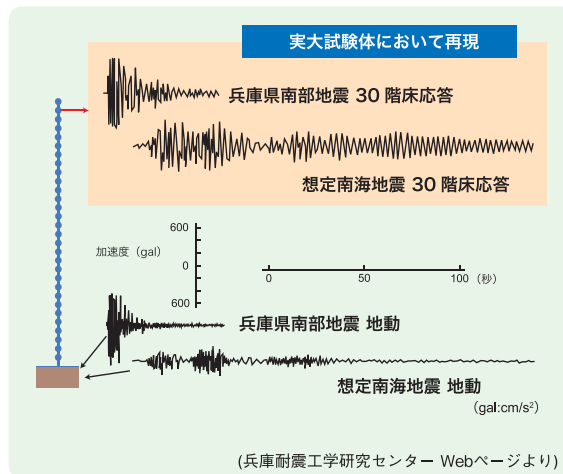
実験の概要／巨大地震の長周期波を使用

地上高さ100m、30階の超高層建物の29階と30階部分を切り出した実大寸法の試験体に、想定した南海地震波（海溝型地震）と兵庫県南部地震時に観測された地震波（内陸型地震）を用いて、『実大三次元震動破壊実験施設』の震動台で加振します。

①3月29日：南海地震で想定される長周期波を使用。

②3月30日：兵庫県南部地震時にJR鷹取駅で観測された地震波（JR鷹取波）を使用。（試験体は連続使用）

ALC外壁はロッキング構法が用いられ、取付け位置は床スラブと梁下間にALCパネルが設置されています。



30 階建物モデルに対する時刻歴応答解析

実験結果の概要／ALCパネルの損傷は軽微

①南海地震の（想定）長周期波は、1サイクルの揺れの長さが約3秒間、揺れの幅は最大166cm（片幅83cm）となり、全体の震動継続時間は約250秒にも及びました。

計測された最大層間変形角^{注3)}は約1/70に達し、ALCパネルは隅角部と開口補強鋼材周囲に軽微な割れを生じましたが、いずれも容易に補修できる程度の損傷でした。

建物内部の家具・什器は大きく移動し、転倒したものも多く見られました。

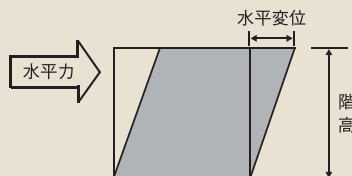
②JR鷹取波では最大層間変形角は約1/60に達しましたが、ALCパネルには損傷の進行は確認されませんでした。なお、建物内部の家具・什器などは、長周期波と同様の結果となりました。

E-ディフェンスでは、ALCパネルについて「層間変形角1/50radを受けても外壁における外観上の損傷はほとんどなく、高層建物に取付けられた外壁の高い変形追従性が確認された」と評価しています。

（この実験の研究報告は、日本建築学会大会でも発表されました）

注3) 層間変形角

地震時に生じる建物の水平変位を階高で割った値。単位はradで表す。



水平変位50mm、階高3000mmの場合
層間変形角=50÷3000=1/60rad



室内においては、大きな揺れに対し固定していなかった家具や電化製品は転倒し、ベッドに寝ていたマネキンが大型家具が直撃した。また固定の不十分なロッカーが倒れたり、本棚とつり天井とで支えていたつっぱり棒が外れて落下するなど、家具の固定方法の弱点も明らかになった。



Eディフェンス (E-defense)

独立行政法人 防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターに設置されている大型構造物の震動破壊実験を行う世界最大規模の実大三次元震動破壊実験施設。愛称としてEarth（地球）のEを加え、“E-ディフェンス”と名づけられた。

E-ディフェンスは、実大規模の建物（戸建住宅2棟分、鉄骨及び鉄筋コンクリート造6階建て程度まで）などに、兵庫県南部地震クラスの地震の揺れを「前後」、「左右」、「上下」の三次元に直接与えることで、その揺れや損傷、崩壊に至る過程などを科学的に分析・検討できる。

独立行政法人・防災科学技術研究所のホームページをご参照ください。

URL <http://www.bosai.go.jp/hyogo>