

実大鉄筋コンクリート建物実験

- 3層RC学校校舎の震動破壊実験 -

■ 目的



1995年の兵庫県南部地震以降、観測網の充実などにより、従来の設計用地震動のレベルを大きく上回る地震動が記録されるようになってきました。これらの地震による被害では、被害が大きな場合の原因は大略説明可能であっても、全体の被害率は地震動から推定されるよりも一般には明らかに小さく、その理由はいまだに特定されていません。この理由としては、解析モデルの精度のほかに建物に入力する地震動の逸散効果が考えられますが、入力逸散効果に関する従来の研究はほとんどが弾性理論による解析的研究であり、逸散効果も大きいものではなく、非線形性があらわれる大加速度域において実験や観測で実証された例はほとんどありませんでした。

一方、既存不適格建物の耐震補強は徐々に行われつつありますが、使用上の制限によって補強の実施が困難な場合も多くみられます。そこで建物の継続使用が可能な工法(居ながら補強)のひとつとして外付け補強工法が実用化されつつあり、設計マニュアルも出版されていますが、実験あるいは被害経験による補強効果が検証された例は極めて限られており、その効果を疑問視する向きも少なくありません。そこで、平成18年度の鉄筋コンクリート建物に関する実験では低層の学校校舎を対象にして、入力逸散および外付け補強の効果の検証を主なテーマとして振動実験を計画しました。

■ 試験体

試験体は3階建て鉄筋コンクリート(RC)学校校舎2体です。平面は片廊下形式で校舎端に計画されることが多い特別教室部分2×3スパンを模擬しています。廊下側の柱が腰壁によって極短柱(H/D=2.0)になっています。2体の試験体は同一の設計であり、いずれも1970年代当時の設計規準によって配筋しました。最上階の鋼製鍾を含む試験体重量に対して震度0.2の地震力で短期許容応力度設計を行いました。

2体の試験体のうち、1体目は**既存の古い設計のままであり(以下、既存RC試験体と呼びます)**、もう1体目はまったく同様に設計施工した後に、**あと施工により外付け鉄骨ブレースによる耐震補強を施しました(以下、補強試験体と呼びます)**。補強試験体では、補強効果を確認するとともに、接合部補強詳細が異なる外付け鉄骨ブレースを用いて、補強の有効性、接合部補強詳細の安定性も検証します。

いずれの試験体も基礎をボルト等で振動台に直接固定することはせず、直接基礎の底面摩擦および近傍側面土圧を模擬する容器のなかでスウェイ・ロッキング現象を実現しようとしており、実大規模の実験でこそ可能な試みとなっています。

以上の2体の振動実験により、既存RCの脆性的な崩壊過程、外付けブレースの補強効果、基礎レベルで入力逸散現象を明らかにすることを主な目的としています。



既存RC試験体



耐震補強試験体

■ 加振実験結果

既存RC試験体					
No	日付	地震動	基礎条件	被災度	1層の最大応答変形角
1	9/29	JMA神戸波100%	非固定	小破	1/250
2	10/2	JMA神戸波75%	ボルト固定	中破	1/180
3	10/2	JMA神戸波100%	完全固定	倒壊	1/20
補強試験体					
No	日付	地震動	基礎条件	被災度	1層の最大応答変形角
1	10/27	JMA神戸波100%	非固定	小破	1/666
2	10/30	JMA神戸波100%	部分固定	小破	1/588
3	11/1	JMA神戸波130%	部分固定	小破	1/344
4	11/1	JR鷹取波120%	部分固定	中破	1/250
5	11/6	BCJ-L2波210%	部分固定	中破	1/125
6	11/6	Sine wave	部分固定	倒壊	1/30

基礎を固定しない場合、両試験体とも、極大の地震動(1995JMA神戸波100%)に対して、基礎底面ですべり変形(最大8cm)が生じて建物への入力が高減し、被災度は小破にとどまりました。基礎のスウェイにより振動台と1階床では応答加速度が大きく異なり、上部構造の損傷は基礎固定時より大幅に低減することが確認されました。

既存RC試験体では、基礎を固定した場合、極大の地震動を受けて、極短柱が曲げ降伏後のせん断破壊を起こして、軸力の再配分を経て構造物が進行性軸崩壊に至る過程を模擬しました。

補強試験体では、基礎を固定した場合(基礎四隅のみ反力梁により固定、中央スパンは非固定)、1995JR鷹取波120%相当、BCJ-L2波210%相当(ただし、いずれも長辺方向のみの入力)に対しても、耐震補強の効果により**ほぼ弾性的な挙動を示しました**。最終的には、振動数を共振振動数5.0Hz付近から徐々に低下させて1.0Hzまでとするsine波を入力し、塑性応答変形を漸増させ、最大耐力と変形能力を確認しました。

東京大学地震研究所 壁谷 澤 寿海
兵庫耐震工学研究センター 松森 泰造