

2010年チリ地震建築物被害調査報告会

坂下雅信（京都大学）

本報告会は、9月9日（木）9:30～13:00に開催された。司会は腰原幹夫（東京大学）、三辻和弥（東北大学）で、主旨説明、主題解説の後、討論および全体のまとめが行われた。

主旨説明

林 康裕（京都大学） モーメントマグニチュード（Mw）8を超える大地震の発生は日本でも懸念されるところであり、今回の地震動の特性や建物の被害を調査し、わが国の特徴と比較しながら学んでいくことが重要である。

主題解説

1. 地震と地震動・被害の概要：翠川三郎（東京工業大学） 多数の地震記録より、断層に沿った広い範囲で大きな加速度が観測された。地震動の継続時間が1分以上と長く、20秒を超える長周期まで速度応答スペクトルが平坦であることから、今回の地震の規模の大きさが伺える。軟弱地盤上の強震観測点では、本震記録や微動記録、余震記録から強い地盤特性が認められた。また、強震時には地盤の非線形化により、地盤の卓越周期が1.5秒程度に延びたと推定される。被害が目立った15～20階建てのRC造壁式構造物の微動観測による固有周期は1秒弱と推定されるが、強震時の建物の塑性化を考えると、地盤と建物の共振が被害を大きくした原因として考えられる。

2. チリの耐震規定と建物被害：斉藤大樹（建築研究所） 9階建て以上の建物の大破・倒壊率が2.8%に抑えられた一因として、中高層建物の殆どがRCの壁式構造であったことが挙げられる。チリでは、地震時の変形制限が構造形式によらない、建物の平面内や高さ方向の剛性の不整形性に関する規定がないなど、耐力壁の採用に有利な項目が耐震規定に盛り込まれている。日本では、高層建物への耐力壁の利用は限定的であるが、本地震における建物被害の少なさと地震後の建物の継続使用などを踏まえて、耐力壁を積極的に活用する手法も考えられる。

3. 一次隊の調査報告

3.1 調査概要、チリの壁式構造物の特徴：小林克巳（福井大学） チリの壁式構造では、建物外周に壁を設けない場合が多く、壁端部の曲げ圧縮に対する条件が厳しい。一方で、太径の曲げ補強筋を多数配置し、重ね継ぎ手としているなど、壁端部の構造詳細に多くの問題を抱えている。また、断面の小さい梁や、厚み150mm弱のフラットスラブには地震時の曲げ戻しが期待できず、壁材の多くが曲げ壁となるが、梁を剛と仮定する日本の耐震診断法（二次診断）では、これらの壁材がせん断型と判定され、耐力（C値）は高く、変位（F値）は小さく評価される。過去に行われた志賀マップによる検討結果からは、壁量と被害に明確な関係が見られないこと、20階を超える高層建物の壁板の平均長期圧縮応力度が大きい（6～7MPa程度）ことがわかる。

3.2 個別建物の被害事例：香取慶一（東洋大学） 低層のRC造壁式構造物では、ドライエリアになっている地下1階のピロティにおいて層崩壊した事例があり、壁端部の構造詳細の不備だけでなく、下階

壁抜けや地中壁の偏心配置など構造計画上の弱点も倒壊の原因になっていると考えられる。高層のRC造壁式構造物では、1階や地下階において、縦筋の座屈や破断など、壁端部が繰り返し大きな軸方向変形を受けたと思われる痕跡が確認されている。また、建物上層部で間仕切り壁が大規模に破損している場合もあり、地震時に大きな応答変位が生じたと考えられる。その他、枠組み組積造や無補強組積造、アドベ造の地震被害や、木造建築の津波による被害が報告された。

4. 二次隊の調査報告

4.1 調査概要、活動状況：河野 進（京都大学） 被災建物の数値解析の実施を念頭に、二次隊は個別建物の詳細調査に焦点を絞った。調査を行った大型RC壁式構造物では、使用されている材料の質も良く、経年劣化の影響も見られないことから、構造計画、構造設計上の不備が被害の原因になったと考えられる。数値解析ではT字壁の有効幅や、連層耐震壁を連結するフラットスラブの寄与分について検討し、曲げによる被害を受けた壁部材の耐力や変形性能を評価することを目指した。また、今回の地震で被害を受けた部材が、日本や米国の耐震規準を用いて設計されていたとしたら、どのような被害が生じたか予測すること、補修・補強の手法を検討することも今後必要である。

4.2 詳細建物調査と解析の進捗状況：楠 浩一（横浜国立大学） 6棟の大型RC建物の被災状況と骨組解析の進捗状況について報告があった。現地では、曲げによる被害を受けた壁材が多く見られたが、入手した構造図面や調査結果を基に、これらの壁材のせん断余裕度を計算すると1.0を上回っていた。また、壁量や偏心量と、構造被害との関連について現在検討を進めている。仮想仕事法やPushover解析で計算した3棟のメカニズム時のベースシェアはいずれも0.1を少し上回る程度であった。

討論

地震動の強さを考えると建物の被害は少なく、大地震時における人命保護の目標は十分達成されたが、建物が地震時に受けた揺れは大きく、今後は耐震設計の高度化が必要である。また、チリは日本と比べて地盤条件が良いこと、チリの高層壁式構造に該当する構造形式が日本にないことから、今回の調査結果から日本で同程度の地震が起こった場合にどの程度の被害が生じるか類推するのは難しいと考えられる。会場からは、上部構造から地下の擁壁への地震力の伝達を考えるうえで、床スラブがどのような構造になっていたか教えて欲しいという質問や、被災建物だけでなく周辺の無被害の建物の情報も収集し、被害に差異が生じた原因を解明して欲しいという要望があった。

まとめ

瀬尾和大（東京工業大学） 地震発生メカニズムなど各国で異なる災害に関する環境を明らかにし、理解することが重要である。今回は実態把握が主な目的となったが、今後も真相究明に向けた研究を継続的に進めていく必要がある。