

## 2 日欧共同耐震研究

### - 建築構造物の耐震安全性の向上に関する日欧基準の比較 -

Collaborative Research Activities between Japan and EU

(Comparison of seismic codes on the seismic performance of the building structures)

(研究期間 平成9～13年度)

構造研究グループ

Dept. of Structural Engineering

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

加藤博人

Hiroto Kato

福田俊文

Toshibumi Fukuta

福山 洋

Hiroshi Fukuyama

小豆畑達哉

Tatsuya Azuhata

楠 浩一

Koichi Kusunoki

Synopsis- The cooperative research and collaboration in the field of earthquake engineering for building structures has been implemented between BRI and National Institute for Land and Infrastructure Management of Japan and the Institute for Protection and Security of the Citizen of Joint Research Centre of Commission of the European Union. Both sides agree on the importance of the soft-story problem of the building structures related to the seismic performance comparison. The survey about the current Eurocode 8 of EU was done. And a preliminary design and an experiment about reinforced concrete buildings with pilotis in the first story was carried out. Moreover, the reconnaissance about the Umbria and Marche earthquakes (1997) in Italy is described in this paper.

**【研究目的及び経過】** 近年の世界各地で起きた巨大地震により多くの建築構造物は、過去の地震被害では経験しなかった新しいしかも致命的な被害を受けた。このことは、建築物の耐震設計に関する新たな視点で研究・技術開発を、世界規模で共同して実施することの必要性を如実に示すものである。このような状況のもと、欧州連合(EU)では加盟各国の建築構造物耐震基準の共通化が進められ、技術的な検討が行われている。

本研究では、我が国とEUが共同で、建築構造物の耐震安全性の向上に関する日欧基準の比較を行った。関係機関は、日本側が独立行政法人建築研究所及び国土交通省国土技術政策総合研究所であり、EU側が欧州委員会・共同研究センター・市民安全保護研究所・欧州構造物安全性研究部門(European Commission(EC)・Joint Research Centre(JRC)・Institute for the Protection and Security of the Citizen (IPSC)・European Laboratory for Structural Assessment (ELSA))(参照ホームページ：<http://elsa.jrc.it/>)である。

**【研究内容】** 共同研究全体の研究テーマは、下記の6課題である。

課題1：日本とEUの現行耐震基準により設計された建築構造物の有する耐震性能の評価と相互比較

課題2：性能概念に基づいた新しい耐震設計法の開発と検証

課題3：震源地近傍の衝撃的地震動や震源地から遠く離れた軟弱地盤上での長周期地震動が建築構造物に与える影響の把握

課題4：建築構造物への免震および制振の適用に関する基本的概念の構築

課題5：既存建築構造物の脆弱性評価手法および補修・補強方法の開発と検証

課題6：実大構造実験法の開発

上記課題について、情報交換、研究成果の交換、研究計画の協議等を行うため、日欧合同会議、人的交流を行った。また、ピロティを1階に有する建築物に関する研究が主課題に選ばれたことから、ピロティ建築物に関する解析的及び実験的検討を行った。更に、1997年にイタリアで発生したウンブリア・マルケ地震による建築物被害調査を行った。その概要を以下に示す。

表1 日欧合同会議の概要

回	開催日	場所	合意内容の概要	推奨事項
1	96.4.23 - 24	BRI	課題1：試設計と日欧基準のクロスチェック 課題2-6：情報交換	実大実験用予算獲得の努力
2	97.3.24 - 25	ELSA	課題1&6：ピロティを主課題に据える	必要な予算獲得の努力
3	98.3.12 - 13	BRI	課題1&6：ピロティを対象に日欧基準比較、国際調和 課題6：サブストラクチャ PSDの有効性評価	構造実験用予算獲得の努力、特に欧州側の努力の必要性強調
4	99.3.8 - 10	ELSA	主要実施研究課題の拡大： 既存建物の性能評価、補修補強技術 変形概念 - 性能概念に基づく新設計評価法 ピロティ等建物の整形非整形問題	予算獲得のための行動
5	00.5.17 - 18	BRI	建築物の耐震性向上を促進する	性能評価法の国際調和
6	01.3.12 - 12	ELSA	EUプロジェクト「耐震性能評価法と補強技術の開発(SPEAR)」の説明と日本側からの協力	国際調和のための緊密な連携

(1) 日欧合同会議の開催

日欧合同会議を 1996 年から毎年 1 回開催した。

表 1 に各合同会議における合意内容の概要、推奨事項等を示す。

(2) 人的交流

日本側担当者を EU 側に派遣し、我が国と EU の耐震基準(ユーロコード 8)を相互に紹介し、両国の耐震実験方法の情報交換等を行った。また、合同会議を開催した。平成 9 年度には、EU 側担当者を短期間、建築研究所に招へいし、耐震基準の相互比較を行った。

(3) ピロティーを有する鉄筋コンクリート造建築物の試験設計

地震による被害の差を明確にするため、1995 年兵庫県南部地震以前の我が国の基準及び以降の基準に基づきピロティ建物を設計した。また、ピロティー部分に対する影響が大きい建物高さもパラメーターとし、6、10 及び 14 階建てについて設計した。その結果、基準の改正により、1 階柱に生じる水平変形は減少するが、入力が増大することが判明した。

(4) ピロティーを有する鉄筋コンクリート造建築物の実験

試験設計建物の下部 2 層部分を切り出した 1/3 縮小試験体を製作した。試験体は、6 及び 10 階建て建物の下部 2 層を模擬しており、全部で 2 体製作した。1 階柱部分には、そのせん断力を測定するため、ロードセルを挿入した(図 1)。

ピロティー部分が崩壊に至る挙動を把握するため、Multi-Spring (MS) モデルを用いた動的解析を行った。Case-1 では、柱や耐震壁を MS モデル化し、Case-2 では 1、2 階は MS モデルを用い、3 階以上の耐震壁は弾性とした。入力地震波は El Centro 1940 NS を 25kine と 50kine に基準化したものである(図 2)。

図 1 に示した試験体を用いてサブストラクチャー仮動的実験を実施し、この構造の大地震時の破壊過程を明らかにした。最終的な破壊メカニズムは、中央の連層耐震壁を有する構面が曲げ破壊からせん断破壊へ移行し、ピロティー構面のピロティー階の崩壊であった。

(5) イタリア共和国における 1997 年ウンブリア・マルケ地震による建築物被害調査

1997 年 9 月 26 日から 1997 年 12 月頃まで、イタリア共和国のウンブリア州及びマルケ州の境界を中心とした群発地震「1997 年イタリア共和国ウンブリア(Umbria)・マルケ(Marche)地震」が発生した。

本群発地震は、1997 年 9 月 26 日から数ヶ月間発生し、比較的強い地震動が、9 月 26 日に観測された。震源域は、ウンブリア州コルフイオリト村周辺の地域である。

本群発地震による人的被害は、死者 10 人、負傷者約 500 人、避難者約 13,000 人である。建築物の被害は、無筋組積造である歴史的建築物を中心に生じた。近代的な鉄筋コンクリート造建築物等には被害は少なかった。

アッシジ市にある聖フランチェスコ教会(Basilica di San Francesco)の内部ヴォールトが脱落するという被害を受けたことが有名である。

【研究結果】 本研究の研究結果を以下に示す。

- (1) 日欧合同会議を開催し、建築物の耐震研究に関する情報交換を行った。
- (2) ピロティーを有する鉄筋コンクリート造建築物の試験設計を実施し、1995 年兵庫県南部地震以降の耐震基準改正が耐震性能に与える影響について検討した。
- (3) ピロティー部分が崩壊に至る挙動を把握するため、Multi-Spring (MS) モデルを用いた動的解析及びサブストラクチャー仮動的実験を行った。
- (4) 1997 年にイタリアで発生したウンブリア・マルケ地震による被害を調査し、その概要を報告した。

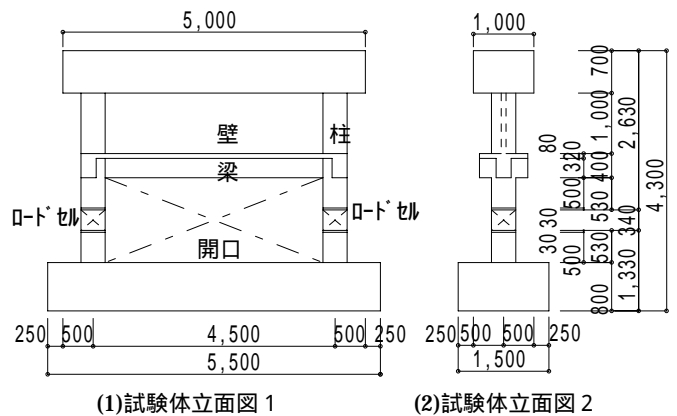


図 1 試験体概要

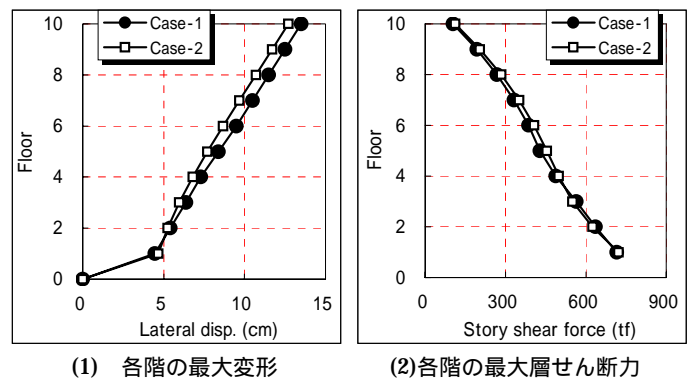


図 2 解析で求めた最大値