

1999年台湾中部地震により被災した鉄筋コンクリート建物の耐震性能に関する研究

—南投市草屯鎮虎山国民小学校校舎の耐震性能—

正会員 ○劉 鋒\*1) 同 李 康碩\*2)

同 楠 浩—\*3) 同 中 埜 良 昭\*4)

1. はじめに 1999年9月21日に台湾中部地区を襲った「921集集大地震」により数多くの建物が被災した。本論文では、震源地の近傍における南投県草屯鎮虎山国民小学校のRC造校舎について、各建物の被害状況及び近年の耐震規定の採用状況を考察し、「耐震診断基準1)」に基づいて耐震診断を行い、それらの耐震性能と被害程度の関係について考察する。

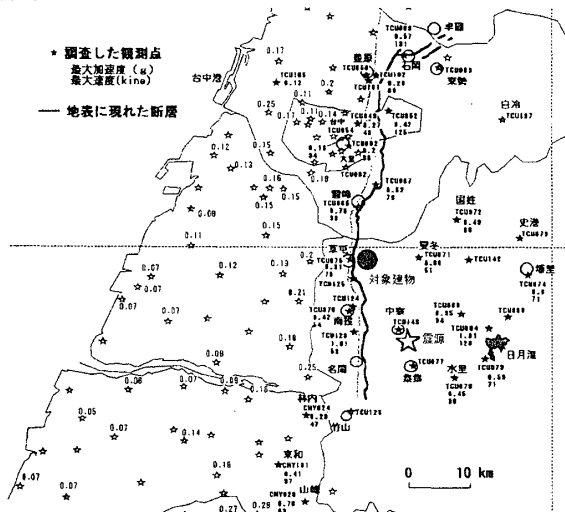


図 1. 震央と対象建物の位置 3)

2. 診断対象建物及び被害概要 図 1 に震央と対象建物の位置関係を、表 1 に各階の診断対象の建物及び被害概要をそれぞれ示す。なお、草屯鎮は今回の地震の原因である車龍埔活動断層の真上に位置し、最大加速度は近くに設置した強震観測点の記録により、989gal に達した[3]。本建物は本館及びこれに直交する南館よりなり、その間にはエキスパンション・ジョイントが設けられている。以下に本館及び南館の被害状況を示す。

(1)本館

本館は約 1996 年度に建設された鉄筋コンクリート造 4 階建て(地下一階)建物である。図 2 に本館建物の平面図及び表 2 に代表的な部材断面を示す。平面形式は梁間方向(以下 Y 方向)2 スパン(4.55m + 11m)、桁行方向(以下 X 方向)33 スパン(両端部 4.5m、中央部エントランス 9m、他は 1 スパン 3.0m)である。構造形式は Y 方向は耐震壁を有するラーメン構造、X 方向はほぼ純ラーメン構造である。3 階の 1 枚のレンガ壁を除き、耐震壁はいずれも

RC 造(階段室部分で厚さ 20cm、D9 ダブル配筋、その他は厚さ 12cm、シングル配筋)である。腰壁はいずれも RC 造(厚さ 12cm、シングル配筋)である。また、腰壁には一部高さ調整用にレンガが積まれているところもある。間取りに応じて、RC 造壁は上下階で連続しないところがある。

(2)南館

南館は、1994 年度に RC 造 1 階建て建物として建設され、1996 年度に上部 3 層を増築した建物(地上 4F、地下 1F、ただし一部地下階なし)である。平面形式と構造形式は本館とほぼ同じ、Y 方向 2 スパン(3m + 9.95m)、X 方向 21 スパン(3m × 18 + 4.7 + 3 + 5)である。壁量は X 方向より Y 方向の方がかなり多い。間仕切壁及び腰壁は RC 造である。柱断面と壁は表 1 の部材断面とほぼ同様である。本建物の被害は軽微となった。

表 1. 診断対象建物及び被害概要

建物	階数	建設年	被害概要
本館	4	1995	①3 階図書室のレンガ壁が倒壊した。他の RC 壁には損傷度Ⅱ以下のせん断ひび割れが発生した。 ②1 階の腰壁と柱の接合面に亀裂が生じた。 ③Y 方向 RC 耐震壁にせん断ひび割れが生じた。
南館	4	1994 (1階) 1996 (2~4階の増築)	①主体構造には被害は見られない。 ②本館と接している渡り廊下の 1ヶ所に衝突によるコンクリートの剥離、X 方向の腰壁にせん断亀裂、また 1 階の一部の柱に仕上げタイトルの剥離が見られる。

3. 耐震診断による本館建物の耐震性能の検討

3.1 診断仮定 診断における共通事項として、①建物の重量は 1.0ton/m<sup>2</sup>、F<sub>c</sub> は 210 kgf/cm<sup>2</sup>、主筋の降伏応力度 4500 kgf/cm<sup>2</sup>、RC 壁とフープ筋の降伏応力度は 3000 kgf/cm<sup>2</sup>とした。②腰壁のある外周フレームの内法高さは、柱との間にははだ分かれが見られたことから、剛域は RC 造壁の場合 D/4+h<sub>0</sub>とした。(D:柱の断面せい、h<sub>0</sub>:柱の内法寸法)③経年指標は 1.0 とした。④柱と壁の寸法及び鉄筋の状況は設計図書及び現地調査結果に基づいて推定した。なお、計算には電算プログラム (SCREEN Edition-

2) 3) を使用して、本館と南館の渡り廊下を除いて、1次、2次診断を行った。

**3.2 耐震診断結果** 図3, 図4に耐震診断結果を示す。対象建物の各方向、各階の1次及び2次診断により算出された構造耐震指標(以下、 $I_s$  値)を図3に示す。さらに、1階桁行方向(X方向)の2次診断により算出された。強度指標Cと靱性指標Fの関係を図4に示す。これらの図から以下のことがよみとれる。

①X方向よりY方向の方に耐震壁がかなり多く配されて

表2 代表的な柱断面

	C1	C2
BAR	18-D25	16-D16
HOOP	$\phi 9@200$	$\phi 9@200$
B×D	50×70	50×70

いるため、X方向よりY方向の $I_s$  値が高い値を示している。

② $I_s$  値は1次診断よりも2次診断結果の方が各階共に高い値を示した。これは比較的高い強度の鉄筋が多数配されていることが原因と考えられる。

③最も $I_s$  値が低いX方向の1階においても、 $I_s=0.6$ と比較的高い値を示している。これは本建物が比較的軽微な被害に留まったことと対応している。

#### 4. まとめ

台湾集集地震により、被災した学校建物を対象に耐震診断を行い、その被害の程度との比較を試みた。その結果、最も低い $I_s$  値でも0.6と比較的高い値となっており、実被害程度(軽微)と対応するものとなった。

**参考文献** 1)(財)日本建築防災協会「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・付解説」1977年(1990年改訂) 2)(年) 3)SPCR委員会編「鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断プログラム SCREEN Edition-2」日本建築防災協会 1980年 3)「台湾集集地震被害調査速報会」(1999. 11.8、日本建築学会災害委員会被害調査団) 4)中小学校舎耐震能力診断評価(張旭福ら、中華民国建築学会1998建築研究成果発表会)

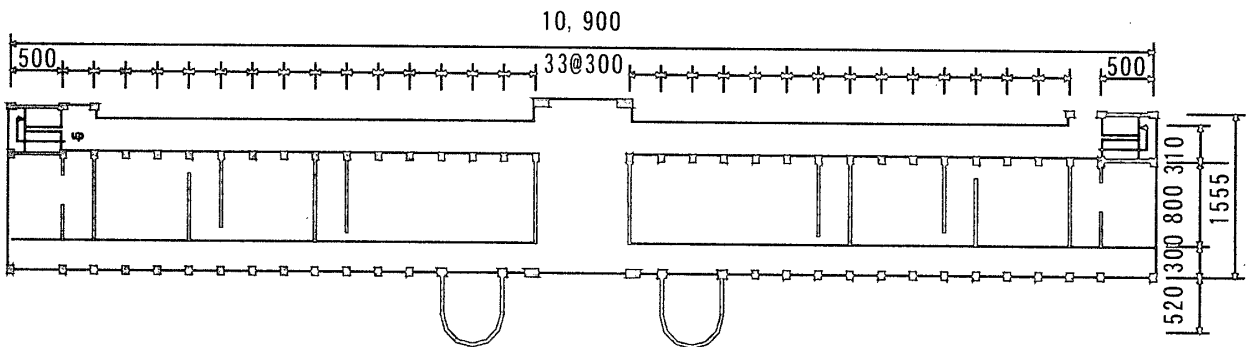


図2 本館の1階平面図

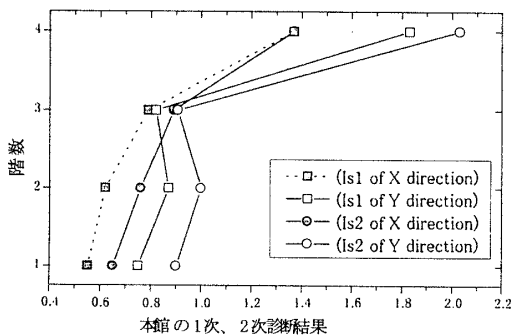


図3 本館の $I_s$  値分布

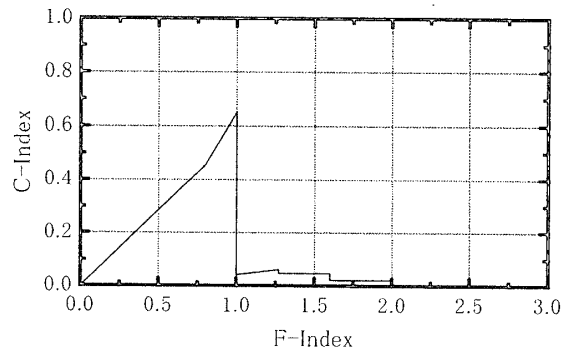


図4 本館の1階桁行方向 C-F 関係図

1) 東京大学大学院

2) 東京大学生産技術研究所 研究機関研究員・博(工)

3) 東京大学生産技術研究所 助手・博(工)

4) 東京大学生産技術研究所 助教授・博(工)

Graduate Student

Postdoctoral Research Fellow

Research Associate

Associate Professor

:Department of Architectural Engineering, Univ. of Tokyo

:Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

:Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

:Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.