

1995年兵庫県南部地震により被災した建物の耐震性能

Seismic Capacity of Reinforced Concrete Buildings Damaged by HYOGO-KEN-NANBU Earthquake, 1995

李 康 碩*・中 埜 良 昭*・隈 澤 文 俊*・岡 田 恒 男*

Kang-Seok LEE, Yoshiaki NAKANO, Fumitoshi KUMAZAWA and Tsuneo OKADA

1. は じ め に

本報告では、1995年1月17日兵庫県南部地震により被災した淡路島のRC造建物を対象に「耐震診断基準¹⁾」による耐震診断を行い、それらの耐震性能と被害程度の関係について考察するとともに、「震災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針²⁾」によって判定された被災度区分判定結果との対応についても報告する。

2. 診断対象建物および被害状況

図1に震央と対象建物5施設、全6棟の位置関係を、表1に各建物の被害一覧をそれぞれ示す。以下に各建物の被害状況について示す。なお、本文中における「損傷度」は主として文献2)の定義に従ってI～Vの5段階に分類したものである。また、建物全体の被災度はこれらの損傷度に基づき、文献2)の定義に従い、軽微 ($D \leq 5$)、小破 ($5 < D \leq 10$)、中破 ($10 < D \leq 50$)、大破 ($D > 50$)、倒壊 ($D_5 = 50$)の5段階に分類した。

2.1 緑町町民センター

1階の平面図と被害状況を図2-1に示す。本建物は



図1 震央と対象建物の位置

*東京大学生産技術研究所 第1部

表1 対象建物の被害一覧

建物名	規模	建設年	被害概要(D指標, 被災度)
緑町町民センター	RC3	1977	南西外構面1階柱せん断破壊 ($D=17.3$ (1階, 小破*))
北淡東中学校	RC4	1963	柱一部にせん断ひび割れ, 校舎一部若干沈下 ($D=14.4$ (1階, 中破))
東浦中学校B棟	RC3	1967	校舎西側柱に不同沈下によるせん断ひび割れ ($D=26.5$ (1階, 中破))
東浦中学校C棟	RC3	1967	1階に多数のせん断破壊 ($D=97.4$ (1階, 倒壊))
淡路農業高等学校(農場管理棟)	RC3	1984	既存ひび割れの拡大 ($D=11.7$ (3階, 軽微*))
一宮町公民館	RC3	1969	1階に多数のせん断破壊 ($D=58.8$ (1階, 倒壊))

注)被災度は文献2)によるものを基本とした。ただし、*印については、文献2)の定義によると中破となるが、被害状況を工学的に判断し、表中の通り判断した。

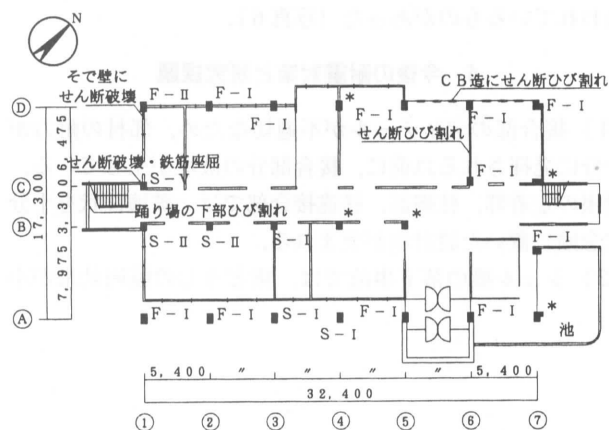


図2-1 緑町町民センターの平面図と被害状況 (1F)

1977年度に建設されたRC造3階建て建物で（3階講堂屋根は鉄骨造）、基礎は杭基礎である。

被害は建物の南西側の外構面と屋外階段室に集中しており、C-1通り柱は損傷度Ⅴのせん断破壊が生じ、鉄筋が露出および座屈していた。上記の柱に付く有開口RC壁にもせん断破壊が生じ、コンクリートが激しく剥離し、鉄筋が露出していた。その他1階で、軽微なせん断ひび割れおよび曲げひび割れによる損傷度Ⅰの柱が多数あった。1階の被災度区分判定結果は中破となるが、被害調査結果によると、その被害は極めて部分的であるため小破と判断した。

2.2 北淡東中学校

1階の平面図と被害状況を図2-2に示す。診断対象棟はRC造4階建ての普通校舎棟である。建設年度は1963年であり、基礎は独立直接基礎である。

校舎周囲には地盤変状が見られ、X方向の北西構面の腰壁、垂れ壁および柱にはそれが原因と考えられるひび割れが見られた。外観調査によると北西構面1階の柱10本中4本に損傷度Ⅲのせん断ひび割れが生じていた。また、中構面の柱は仕上げるため調査できなかったが、北西、南東構面を合わせて損傷度Ⅱの柱が3本、損傷度Ⅰの柱が10本であった。1階の被災度区分判定の結果は中破となった。

2.3 東浦中学校

1階の平面図と被害状況を図2-3、2-4に示す。本建物の校舎はA棟、B棟、C棟からなり、診断対象棟は被害

が軽微であったA棟を除いたB、C棟である。建設地は海から数百m入った丘陵に切り土、盛り土により整地されている。特に大きな被害を受けたC棟の裏側は崖となっている。A～C棟は共にRC造3階建て建物で、建設年度は1967年である。基礎は独立基礎である。

B棟およびC棟の被害状況は以下の通りである。

1) 東浦中学校B棟 運動場側（西側）の盛り土部分に位置する西側4スパン分には、地盤変状により不同沈下が生じていた。そのため南構面2階の柱には損傷度Ⅴ相当の被害が生じた。その他の1階および2階の多数の柱にもせん断ひび割れが生じており、1階の被災度区分判定結果は中破となった。

2) 東浦中学校C棟 C棟の校舎南西端の地盤が沈下し、それによって西側1スパンが1～2°程度傾斜した。柱の被害は主に1階に集中しており、南北両面とも多数の柱が振動によりせん断破壊し、全柱24本中で損傷度Ⅴの柱が10本で、1階の被災度区分判定結果は倒壊にランクされた。

2.4 淡路農業高（農場管理棟）

被害の比較的大きかった3階の平面図と被害状況を図2-5に示す。本建物は1984年度に建設されたRC造3階建て建物で、基礎は杭基礎である。

主な被害は各階の多数の柱に生じた軽微な曲げひび割れであり、その数は3階で最も多い。文献2)の定義による3階の被災度区分判定結果は中破となるが、ひび割れの状

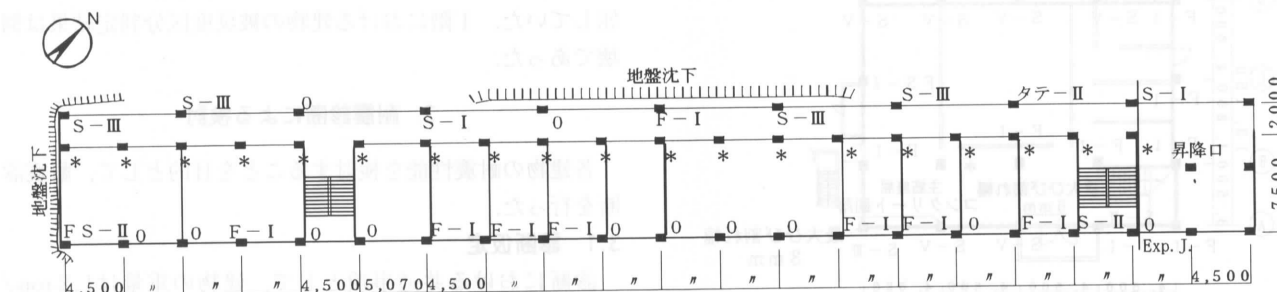


図2-2 北淡東中学校の平面図と被害状況（1F）

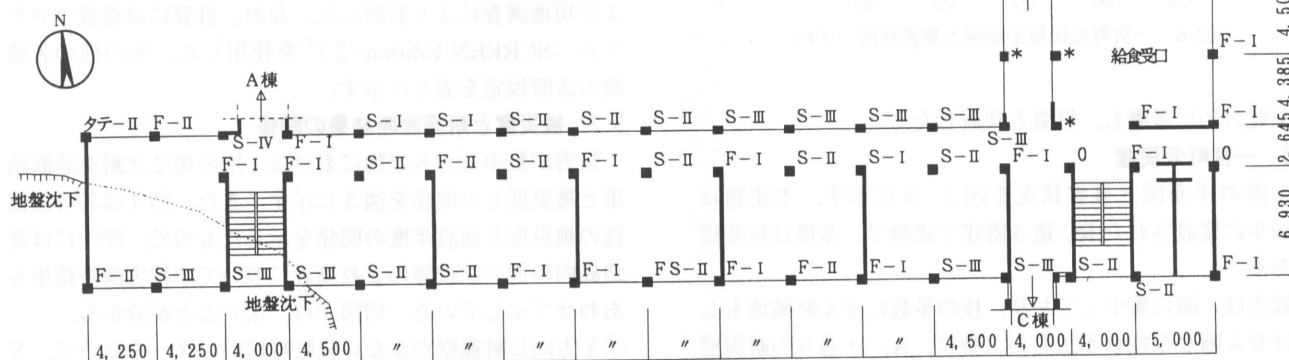


図2-3 東浦中学校B棟の平面図と被害状況（1F）

研 究 速 報

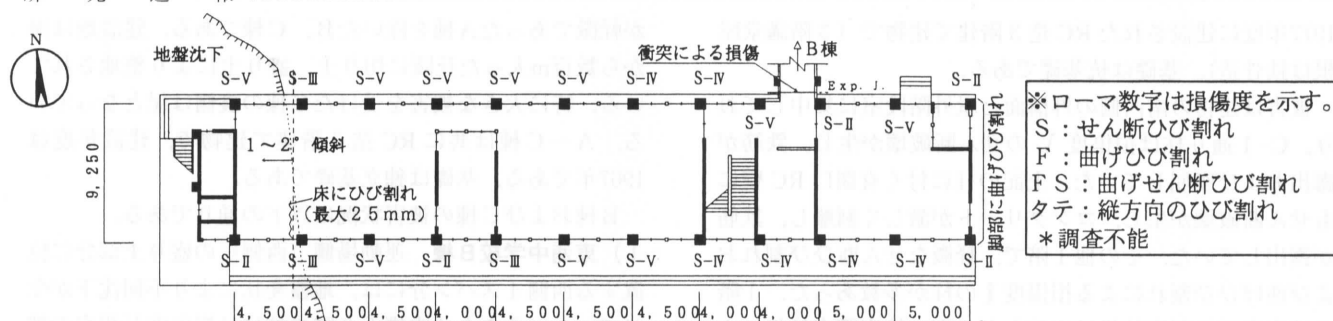


図2-4 東浦中学校C棟の平面図と被害状況（1F）

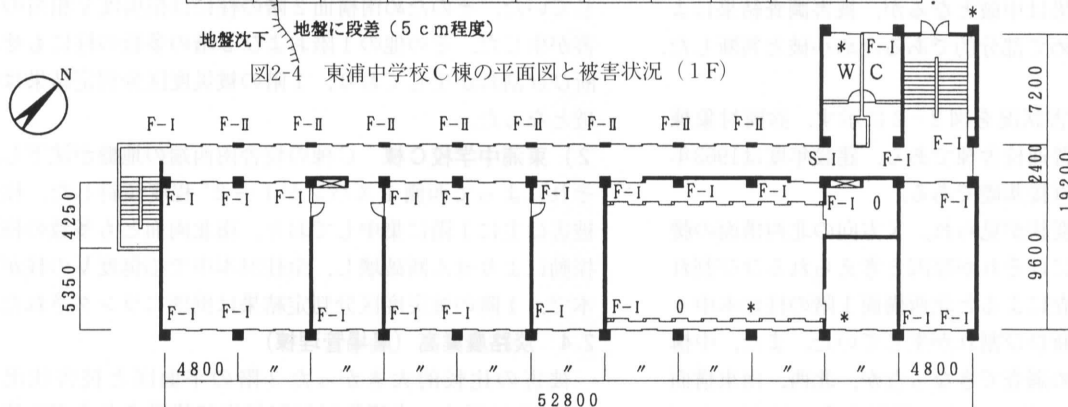


図2-5 淡路農業高校（農場管理棟）の平面図と被害状況（3F）

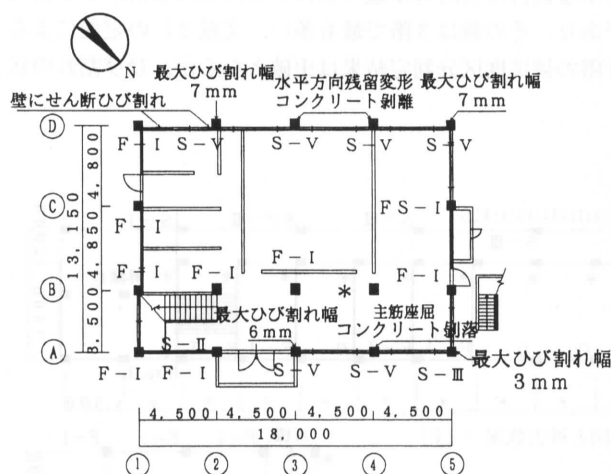


図2-6 一宮町公民館平面図と被害状況（1F）

況を総合的に考慮し、軽微と判断した。

2.5 一宮町公民館

1階の平面図と被害状況を図2-6に示す。本建物は1969年に建設されたRC造3階建て建物で、基礎は杭基礎である。

被害は1階に集中しており、柱の多数にせん断破壊もしくはせん断ひび割れが生じた。特に、A、D通りの耐震壁のない西側の6本の柱で損傷度Vのせん断破壊が生じた。

1階のD-3、4通りの柱はせん断破壊し、コンクリートが剥落して水平方向に残留変形が見られた。また、A-4通りの柱はせん断破壊しコンクリートが剥離し、主筋が座屈していた。1階における建物の被災度区分判定結果は倒壊であった。

3. 耐震診断による検討

各建物の耐震性能を検討することを目的として、耐震診断を行った。

3.1 診断仮定

診断における共通事項として、建物の重量は1.2 ton/m²とし、経年指標は1.0とした。建物寸法等は設計図書および現地調査により判断した。なお、計算には電算プログラム（SCREEN Edition-2）³⁾を使用した。その他の各建物の診断仮定を表2に示す。

3.2 被災度と耐震診断結果の関係

被害が集中した各建物における1階の第2次耐震診断結果と被災度との関係を図3に示す。また、図4は各対象建物の被災度と建設年度の関係を示したもので、図中には淡路島内の他の学校等の文教施設についての被害調査結果もあわせて示している。同図から、次のことが分かる。

①Y方向に耐震壁が少ない緑町町民センターを除いて、X方向よりY方向の方に耐震壁がかなり多く配されているた

表2 対象建物の診断仮定

建物名	コンクリート 強度 (kgf/cm ²)	鉄筋の 降伏強度 (kgf/cm ²)	備考
緑町町民 センター	210	3500	
北淡東中	180	3000	1 階の昇降口室を除 いて診断した。
東浦中 B 棟	180	3000	1 階の給食受口室お よび渡り廊下を除 いて診断した。
東浦中 C 棟	180	3000	
淡路農業高 (農場管理棟)	210	3500	
一宮町公民館	180	3000	部材寸法・鉄筋状 況は現地調査に基 づいて推定した。

め、各建物共に X 方向より Y 方向の構造耐震指標（以下 I_s 値）が高い値を示している（図3）。

②文献2）による被災度の定義によると緑町町民センターおよび淡路農高の農場管理棟は共に中破と分類されるが、すでに2.1と2.4で述べた通り、これらの被災度はそれぞれ小破および軽微と判断するのが妥当である。従って、D 指標と被災度の関係、特に D 指標が文献2）の定義による小破と中破の境界付近の値となる場合については今後、再検討する必要があると考えられる。

③被災度と耐震診断結果を比較すると、被害が大きい建物ほどその I_s 値は低い。緑町町民センターおよび淡路農高の農場管理棟の被災度について、筆者らが判断した結果を考慮するならば、本地震での調査地域における中破以上の被害を受ける可能性の有無は概ね $I_s = 0.6$ が境界となる（図3）。

④年度別には1971年以後よりそれ以前に建設された建物ほどその被害は大きいと共に、耐震診断を行った6棟については I_s 値も低いことが確認できた（図4）。これは1971年建築基準法施行令の改正に伴うせん断設計の強化による耐震性能の向上の効果が顕著に表われているものと考えられる。

4. ま と め

兵庫県南部地震により被害を受けた淡路島の RC 造建物 6 棟について、その被害状況と耐震診断による構造耐震指標の関係を検討した。その結果、 I_s 値が低い建物ほど、あるいは、年度別に1971年以前に建設された建物ほどその被害は大きく、本地震での調査地域における中破以上の被害の可能性の有無は概ね $I_s = 0.6$ が境界となっていること

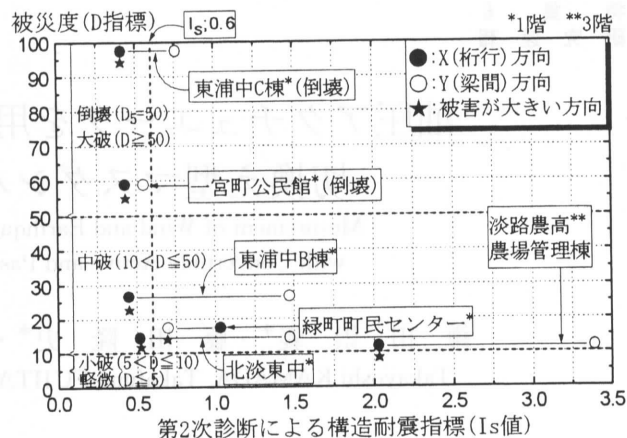
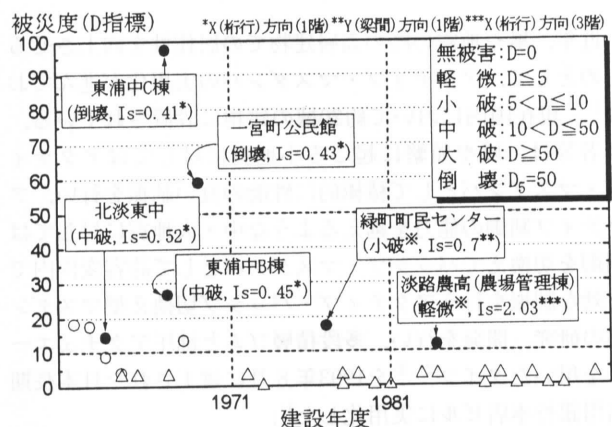


図3 第2次耐震診断結果と被災度の関係



△: 目視による被災度に基づき、D 指標を無被害 ($D=0$)、軽微 ($D=3$) と仮定した。※: 被災度区分判定による定義では中破となるが、被害状況を工学的に判断し、それぞれ小破および軽微と判断した。

図4 建設年度と被災度の関係（淡路島）

が確認できた。また、D 指標と小破、中破の対応関係については、今後、再検討する必要があると考えられる。

謝 辞

この調査は日本建築学会学校建物委員会に設置された耐震性能小委員会被災度判定 WG の一貫で行われた。調査を行うに当たり、ご協力頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。
(1995年8月7日受理)

参 考 文 献

- 1) 財団法人建築防災協会「既存コンクリート造建築物の耐震診断基準・付解説」1977 (1990年改訂)。
- 2) 財団法人建築防災協会「震災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針」1991。
- 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。