# (24) 東北地方太平洋沖地震により被災した SRC造・RC造集合住宅の被災要因に関する研究

庭野 健太1・土井 希祐2

<sup>1</sup>正会員 新潟大学大学院自然科学研究科 博士前期課程(〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050番地) E-mail: f12e047c@mail.cc.niigata-u.ac.jp

2正会員 工博 新潟大学工学部建設学科教授(〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050番地) E-mail: mare@cc.niigata-u.ac.jp

2011 年 3 月に東北地方太平洋沖地震が発生した。東日本太平洋側の多くの地域が被害を受け、多数の建物が被災した。高層で多くの居住者がいる集合住宅の被災要因を明らかにすることは重要である。そこで被災地の SRC 造・RC 造の集合住宅を対象として被災状況を調査し、今回の地震の被害の特徴及び要因を明らかにする。調査対象地域は福島県郡山市と宮城県仙台市としている。計 63 棟の SRC 造・RC 造集合住宅のデータを使用した。

**Key Words:** the 2011 Tohoku-Chiho Taiheiyo-Oki Earthquake, SRC, RC, apartment houses, earthquake resistance standards

#### 1. 研究背景•目的

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に東北地方太平洋沖地 震が発生した。この地震はマグニチュード 9. 0、最大 震度 7 という大規模なものであり、東日本太平洋側の東 北から関東にかけて多くの地域が被害を受け、建物が被 災した。その中で居住の場である住宅、特に高層であり 多くの居住者がいる集合住宅の耐震性の確保は必要不可 欠である。

1978 年 6 月に発生した宮城県沖地震では、宮城県仙台市のSRC造建物においては構造材に被害を受けた建物はあったが、殆どの被害が非構造材に被害を受けるに止まった<sup>1)</sup>。1981 年の耐震基準改正は、それ以前はSRC部材には非充腹型の鉄骨部材が使用されていたが、それ以降は充腹型の鉄骨部材が使用されるようになった。その後1995 年 1 月に発生した兵庫県南部地震では、非充腹型のSRC造建物は32 棟が倒壊する被害を受け(充腹型は倒壊例無し)<sup>2)</sup>、さらに2005 年 3 月に発生した福岡県西方沖地震では、多くの非構造壁にせん断破壊が見られた<sup>3)</sup>。

このように地震が発生すると様々な被害が起こるが、 構造設計が次に発生した地震に生かされているか、また 何故被害が発生するのか、ということは非常に重要であ る。 そこで本研究では 2011 年 3 月に発生した東北地方太 平洋沖地震により被災したSRC造の集合住宅を対象と して、どのような被害を受けたか調査し、今回の地震の 被害の特徴を明らかにしていくことを目的とする。

# 2. 調査概要

調査対象地域の選定は、被災地の中で SRC 造・RC 造集合住宅が数多くある地域とし、宮城県仙台市、福島県郡山市とした。郡山市では、10 棟の集合住宅を調査し、調査建物の内訳は SRC 造 6 棟、RC 造 4 棟である。仙台市では、53 棟の集合住宅を調査し、調査建物の内訳は SRC造 38 棟、RC12 棟、混合構造が 3 棟である。本研究では、郡山市の集合住宅 10 棟と、仙台市の集合住宅 53 棟、計63 棟の SRC 造・RC 造集合住宅について詳しく分析する。

### 3. 被害状況

#### (1)郡山市の被害状況

郡山市において被災した集合住宅の被害状況を表1及び表2に示す。表2の被害についての英文字は、表3の被害形態の英文字と対応する。無被害であった建物は1棟あった。被害のあった建物の内、2棟は構造材、非構造材共に被害を受けていた。構造材の被害内容は、RC

造の建物で、軽微な柱のせん断ひび割れが見られたものが 1 棟 <sup>3</sup>、SRC 造の建物で、1 階の柱にせん断破壊及び付着割裂ひび割れ、また 1 階の柱脚部の破壊が見られたものが 1 棟あった <sup>3</sup>。他 7 棟は構造材に被害は無く、非構造壁にせん断破壊及びせん断ひび割れの被害が多く見られた。なお郡山市の東北地方太平洋沖地震発生時の震度は、震度 6 弱であった。

表 1. 郡山市被害状況(被災棟数)

	SRC造	RC造	合計
調査棟数	6	4	10
被災棟数	6	3	9
構造材被災棟数	1	1	2
非構造材被災棟数	6	3	9

表 2. 郡山市被害状況(被災建物)

建物名	構造形式	建築年代	階建	構造材の被害	非構造材の被害	文献
K1	SRC	1991年	13		а	0
K2	SRC	1989年	8		а	0
K3	SRC	1990年	14		а	0
K4	SRC	1996年	13		а	0
K5	SRC	1989年	12		а	0
K6	SRC	1991年	9	a.b	a.c	0,1
K7	RC	2001年	7		а	0
K8	RC	2000年	10	a、b(軽微)	а	1
K9	RC	不明	14		a.b	1

※〇は著者が収集したもの。

表 3. 郡山市及び仙台市の被害形態

(1)構造材の被害形態
(a)柱の曲げひび割れ及びせん断ひび割れ
(b)柱の柱脚部のせん断破壊
(c)梁の曲げひび割れ及びせん断ひび割れ
(d)梁の曲げ降伏(柱フェイス位置でのコンクリートの圧壊)
(e)境界梁(有孔梁を含む)のせん断破壊や付着割裂破壊
(f)ブレースのコンクリートのひび割れ
(g)耐震壁のせん断ひび割れや脚部のコンクリート圧壊
(h)EVシャフトの一部大破
(i)杭基礎の損傷
(j)棟屋の損傷
(2)非構造材の被害形態
(a)非構造壁(垂壁・袖壁・腰壁・方立壁)のせん断破壊やせん断ひび割れ
(b)階段のコンクリート打ち継ぎ部の水平ひび割れ
(c)ドアや窓サッシの損傷
(d)タイルの剝落
(e)エキスパンションジョイント部の破損
(f)天井パネルの損傷・落下
(g)ALCパネルの損傷・落下
(h)渡り廊下のコンクリートの損傷
(i)ガラスブロックの破損

# (2)仙台市の被害状況

仙台市で被害を受けた集合住宅の地区別の被害状況を表4に示す。また集合住宅の一覧及び被害の内容は表5に示す。表5の被害についての英文字は、表3の被害形態の英文字と対応する。仙台市では構造材に被害を受けている建物は21棟ある。なお東北地方太平洋沖地震発生時の仙台市各区の震度は、表4に示す通りである。

表 4. 仙台市被害状況(地区別)

		仙台市					
建築年代	地区	泉区	宮城野区	若林区	太白区	青葉区	合計
	震度	6弱	6強	6弱	5強	6弱	
	調査棟数	9	19	11	4	10	53
全年代	被害棟数	9	16	11	3	10	49
±+10	構造材の被害棟数	2	11	1	0	7	21
	非構造材の被害棟数	9	13	11	3	10	46
	調査棟数	0	10	1	1	4	16
1981年以前	被害棟数	0	10	1	0	4	15
1981年以削	構造材の被害棟数	0	8	1	0	4	13
	非構造材の被害棟数	0	9	1	0	4	14
1981年以降	調査棟数	9	9	9	3	6	36
	被害棟数	9	6	9	3	6	33
	構造材の被害棟数	2	3	0	0	3	8
	非構造材の被害棟数	9	4	9	3	6	31

表 5. 仙台市集合住宅リスト及び被害内容

# 技術 1 ~ 6層:SRC 7 ~ 8層:	表 5. 仙台市集合住宅リスト及び被害内容							
11    7~8層:RC	建物名	構造形式	建築年代	階建			区	文献
12    7~10層:RC	I1		1996年	8	g,h,j	a,h,k	泉区	O,4
14	I2		1988年	10		a,b,k	泉区	4
15	I3	SRC	1989年	10		а	泉区	4
16	I4	SRC	1991年	13	С	а	泉区	4
17   RC   1996年   7   a,k   泉区   4     18   SRC   1997年   11   a,c   泉区   4     19   SRC   2004年   14   a,c,g,i   a,c,e,f   宮城野区   O,4     M1   SRC   1970年   9   a,c,k   宮城野区   O,4     M2   SRC   1970年   9   a,c,k   宮城野区   O,4     M3   SRC   1970年   9   a,c,k   宮城野区   O,4     M4   SRC   1971年   11   a,c   a,c,k   宮城野区   O,4     M5   SRC   1973年   11   g   a,k   宮城野区   O,4     M6   SRC   1977年   11   f   宮城野区   O,4     M7   SRC   1977年   11   f   宮城野区   O,4     M8   SRC   1977年   11   d   a   宮城野区   O,4     M9   RC   1982年   6   a   宮城野区   O,4     M10   SRC   1982年   10   a   宮城野区   O,4     M11   SRC   1982年   10   a   宮城野区   O,4     M12   SRC   1982年   10   a   宮城野区   O,4     M13   RC   1982年   12   a   宮城野区   O,4     M14   SRC   1986年   10   c,g   a,f   宮城野区   O,4     M15   RC   1986年   O,5   a,f   宮城野区   O,4     M16   RC   1991年   A   a   a,c,h,i,k   宮城野区   O,4     M17   SRC   1986年   14   a   a   a,c,h,i,k   a   a,c,h,i,k   a   a,c,h,i,k   a   a,c,h,i,k     M19   RC   1970年   5   g   a   a   a,c,h,i,k   a,c,h,i,k   a   a,c,h,i,k   a,c,h,i,k	I5	SRC	1994年	8		a,k	泉区	4
B	16	SRC	1996年	10		a,e,g	泉区	4
19	17	RC	1996年	7		a,k	泉区	4
M1	18	SRC	1997年	11		a,e	泉区	4
M2   SRC   1970年   9   a,c,k   宮城野区   4     M3   SRC   1970年   9   a,c,k   宮城野区   4     M4   SRC   1971年   11   a,c   a,c,k   宮城野区   0,4     M5   SRC   1977年   11   g   a,k   宮城野区   4     M6   SRC   1977年   11   d   a   宮城野区   4     M7   SRC   1977年   11   d   a   宮城野区   4     M8   SRC   1978年   11   d   a   宮城野区   4     M9   RC   1982年   6   a   宮城野区   4     M10   SRC   1982年   9   a   宮城野区   4     M11   SRC   1982年   10   a   宮城野区   4     M12   SRC   1982年   12   a   宮城野区   4     M13   RC   1982年   12   a   宮城野区   4     M14   SRC   1986年   10   c,g   a,f   宮城野区   4     M15   RC   1998年   4   e   宮城野区   4     M16   RC   1991年   4   e   宮城野区   4     M17   SRC   1974年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   4     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     W1   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W2   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W3   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W4   SRC   1988年   12   a   若林区   4     W5   SRC   1988年   11   a   若林区   4     W6   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W7   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W8   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W9   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W10   SRC   1992年   14   a,d,i   若林区   4     W11   SRC   T9月1年   13   a,d,i   表社区   4     W4   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A4   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A5   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1986年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1986年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1996年   10   a,c   青葉区   5     A7   RC   1988年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A8   SRC   1996年	19	SRC	2004年	14		a,k	泉区	4
M3	M1	SRC	1976年	14	a,c,g,i	a,c,e,f	宮城野区	0,4
M4	M2	SRC	1970年	9		a,c,k	宮城野区	4
M5   SRC   1973年   11   g   a.k   宮城野区 4	МЗ	SRC	1970年	9		a,c,k	宮城野区	4
M6   SRC   1977年   11   f   宮城野区   4     M7   SRC   1977年   11   a   a   宮城野区   4     M8   SRC   1978年   11   d   a   宮城野区   4     M9   RC   1982年   6   a   宮城野区   4     M10   SRC   1982年   9   a   宮城野区   4     M11   SRC   1982年   10   a   宮城野区   4     M12   SRC   1982年   12   a   宮城野区   4     M13   RC   1982年   12   a   宮城野区   4     M14   SRC   1988年   12   a   宮城野区   4     M15   RC   1988年   10   c, g   a,f   宮城野区   4     M17   SRC   1988年   10   c, g   a,f   宮城野区   4     M18   RC   1981年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   4     M17   SRC   1974年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   0     M18   RC   1984年   5   g   a   宮城野区   6     W1   SRC   1973年   11   c   a   若林区   4     W2   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W3   SRC   1986年   12   a   若林区   4     W4   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W5   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W6   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W7   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W8   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W9   SRC   1992年   14   a,d,i   若林区   4     W10   SRC   1992年   13   a   去林区   4     W11   SRC   T991年   15   a,d,h,j,k   太白区   O,4     T2   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   O,4     T3   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   O,4     T4   RC   1978年   11   c,g   a   青葉区   5     A4   SRC   1981年   10   c,g   a   青葉区   5     A5   SRC   1998年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1998年   10   c,g   a   青葉区   5     A7   RC   1998年   10   c,g   a   青葉区   5     A8   SRC   1996年   10   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1996年   11   a,b,c   a,d   青葉区   6     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A9   SRC   1968年	M4	SRC	1971年	11	a,c	a,c,k	宮城野区	0,4
M6   SRC   1977年   11   f   宮城野区   4     M7   SRC   1977年   11   a   a   宮城野区   4     M8   SRC   1978年   11   d   a   宮城野区   4     M9   RC   1982年   6   a   宮城野区   4     M10   SRC   1982年   10   a   宮城野区   4     M11   SRC   1982年   10   a   宮城野区   4     M12   SRC   1982年   12   a   宮城野区   4     M13   RC   1982年   12   a   宮城野区   4     M14   SRC   1986年   10   c, g   a,f   宮城野区   4     M15   RC   1986年   10   c, g   a,f   宮城野区   4     M16   RC   1991年   4   e   宮城野区   4     M17   SRC   1986年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   4     M18   RC   1994年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   6     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     W1   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W2   SRC   1986年   12   a   若林区   4     W3   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W4   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W4   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W5   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W6   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W7   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W8   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W10   SRC   1992年   14   a,d,j   若林区   4     W11   SRC   T991年   15   a,d,h,j,k   太白区   O,4     T2   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   O,4     T3   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   O,4     T4   RC   1978年   11   c,g   a   青葉区   5     A4   SRC   1981年   10   c,g   a   青葉区   5     A5   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1998年   10   c,g   a   青葉区   5     A7   RC   1998年   10   c,g   a   青葉区   5     A8   SRC   1996年   10   a,c   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,	М5	SRC	1973年	11	gg	a,k	宮城野区	4
M8	М6	SRC	1977年	11			宮城野区	4
M9   RC	М7	SRC	1977年	11	а	а	宮城野区	4
M10   SRC   1982年   9   a   宮城野区   4     M11   SRC   1982年   10   a   宮城野区   4     M12   SRC   1982年   12   a   宮城野区   4     M13   RC   1982年   5   S   S   S   5     M14   SRC   1986年   5   S   S   S   S   S   5     M15   RC   1986年   4   e   S   S   S   S   S   S     M16   RC   1991年   4   e   S   S   S   S   S   S     M17   SRC   1974年   7   a,i   a,c,h,j,k   S   S   S   S   S   S   S     M19   RC   1974年   7   a,i   a,c,h,j,k   S   S   S   S   S   S   S   S     M19   RC   1970年   5   g   a   S   S   S   S   S   S   S   S   S	М8	SRC	1978年	11	d	а	宮城野区	4
M11	М9	RC	1982年	6	а		宮城野区	4
M12   SRC   1982年   12   a   宮城野区   4     M13   RC   1982年   5   宮城野区   4     M14   SRC   1986年   10   c,g   a,f   宮城野区   4     M15   RC   1986年   4   e   宮城野区   4     M16   RC   1991年   4   e   宮城野区   4     M17   SRC   1974年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   4     M18   RC   1984年   5   g   a   宮城野区   6     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     M19   RC   1973年   11   c   a   若林区   4     W2   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W3   SRC   1986年   12   a   若林区   4     W4   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W5   SRC, 一部RC(詳細 不明)   1987年   11   a   若林区   4     W6   SRC   1988年   12   a   若林区   4     W7   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W8   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W9   SRC   1992年   14   a,d,j   若林区   4     W10   SRC   1992年   14   a,d,j   若林区   4     W11   SRC   不明   10   a   若林区   4     W11   SRC   T989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T1   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T2   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T3   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A4   SRC   1988年   12   a   d   青葉区   5     A5   SRC   1988年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1988年   10   c,g   a   青葉区   5     A8   SRC   1988年   8   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1988年   8   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1988年   10   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1968年   10   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1968年   10   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1968年   10   a,c   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青業区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d	M10	SRC	1982年	9	а		宮城野区	4
M13   RC   1982年   5   宮城野区   4     M14   SRC   1986年   10   c,g   a,f   宮城野区   4     M15   RC   1986年   4   g   g   g   g   g   g   4     M16   RC   1991年   4   e   g   g   g   g   g   g   g   g   g	M11	SRC	1982年	10	/	а	宮城野区	4
M14	M12	SRC	1982年	12	/	а	宮城野区	4
M15   RC   1986年   4   宮城野区   4   4   6   宮城野区   4   4   6   宮城野区   4   6   7   4   7   8   7   8   8   8   8   8   8   8	M13	RC	1982年	5			宮城野区	4
M16   RC   1991年   4   e   宮城野区   4     M17   SRC   1974年   7   a,i   a,c,h,j,k   宮城野区   ○     M18   RC   1984年   5     宮城野区   4     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     W1   SRC   1973年   11   c   a   若林区   4     W2   SRC   1986年   14   a   a   若林区   4     W3   SRC   1986年   12   a   若林区   4     W4   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W5   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W6   SRC   1988年   12   a   若林区   4     W7   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W8   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W9   SRC   1992年   14   a,d,j   若林区   4     W10   SRC   1992年   13   a   若林区   4     W11   SRC   T991年   13   a,d,i   若林区   4     W11   SRC   T991年   13   a,d,i   若林区   4     W11   SRC   T991年   13   a,d,i,i,k   太白区   0,4     T1   SRC   T989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T2   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T3   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T4   RC   1978年   11	M14	SRC		10	c,g	a,f	宮城野区	4
M17	M15	RC	1986年	4			宮城野区	4
M18   RC   1984年   5   宮城野区   4     M19   RC   1970年   5   g   a   宮城野区   6     W1   SRC   1973年   11   c   a   若林区   4     W2   SRC   1986年   14   a   若林区   4     W3   SRC   1986年   12   a   若林区   4     W4   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W5   SRC   1987年   11   a   若林区   4     W5   SRC   1988年   12   a   若林区   4     W6   SRC   1988年   12   a   若林区   4     W7   SRC   1991年   9   a   若林区   4     W8   SRC   1991年   13   a,d,i   若林区   4     W9   SRC   1992年   14   a,d,j   若林区   4     W10   SRC   1992年   14   a,d,j   若林区   4     W11   SRC   不明   10   a   若林区   4     W11   SRC   T989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T1   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T2   SRC   1989年   15   a,d,h,j,k   太白区   0,4     T3   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A4   SRC   1993年   10   c,g   a   青葉区   5     A5   SRC   1998年   10   c,g   a   青葉区   5     A6   SRC   1998年   10   c,g   a,c   青葉区   5     A7   RC   1988年   8   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1996年   10   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1996年   10   a,c   青葉区   5     A8   SRC   1996年   10   a,c   青葉区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青業区   5     A9   SRC   1968年   11   a,b,c   a,d   青業区   10   10     A0   S	M16	RC	1991年	4		е	宮城野区	4
M19         RC         1970年         5         g         a         宮城野区         6           W1         SRC         1973年         11         c         a         若林区         4           W2         SRC         1986年         14         a         若林区         4           W3         SRC         1986年         12         a         若林区         4           W4         SRC         1987年         11         a         若林区         4           W5         SRC、一部RC(詳細 不明)         1987年         11         a         若林区         4           W6         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a.d.d.i         若林区         4           W9         SRC         1992年         14         a.d.j         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         不明         10         a         若林区         4           W11         <		SRC			a,i	a,c,h,j,k	宮城野区	0
W1         SRC         1973年         11         c         a         若林区         4           W2         SRC         1986年         14         a         若林区         4           W3         SRC         1986年         12         a         若林区         4           W4         SRC         1987年         11         a         若林区         4           W5         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W6         SRC         1998年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a.d.d.i         若林区         4           W9         SRC         1992年         14         a.d.j         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         789         10         a         若林区         4           T1         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T2         SRC <td< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td>/</td><td></td><td></td><td></td></td<>					/			
W2         SRC         1986年         14         a         若林区         4           W3         SRC         1986年         12         a         若林区         4           W4         SRC         1987年         11         a         若林区         4           W5         SRC, 一部RC(詳細 不明)         1987年         11         a         若林区         4           W6         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a,d,i         若林区         4           W9         SRC         1992年         14         a,d,j         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O.4           T2         SRC					g	а		
W3         SRC         1986年         12         a         若林区         4           W4         SRC         1987年         11         a         若林区         4           W5         SRC、一部RC(詳細 不明)         1988年         12         a         若林区         4           W6         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a.d.         古林区         4           W9         SRC         1992年         14         a.d.         j         古林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         78月         10         a         若林区         4           W11         SRC         7893年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T3         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T4					c			
W4         SRC         1987年         11         a         若林区         4           W5         SRC、一部RC(詳細 不明)         1987年         11         a         若林区         4           W6         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         13         a.d.         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a.d.         古林区         4           W9         SRC         1992年         14         a.d.         古林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         749         10         a         若林区         4           W11         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T3         SRC         1989年         15         a.h.         太白区         O.4           T4         RC					-	а		
W5         SRC、一部RC(詳細 不明)         1987年         11         a         若林区         4           W6         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a,d,i         若林区         4           W9         SRC         1992年         14         a,d,i         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         78月         10         a         若林区         4           W11         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a,h         太白区         O.4           T3         SRC         1989年         15         a,h         太白区         O.4           T4         RC         1978年         11         太白区         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         A         B         C         a					-			
W6         SRC         1988年         12         a         若林区         4           W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a,d,i         若林区         4           W9         SRC         1992年         14         a,d,j         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         不明         10         a         若林区         4           T1         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O,4           T2         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O,4           T3         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O,4           T4         RC         1978年         11         太白区         A,         太白区         O,4           T4         RC         1978年         11         太白区         本白区         有業区         4           A2         RC         1993年         10         c,g         a         青業区         4		SRC、一部RC(詳細						
W7         SRC         1991年         9         a         若林区         4           W8         SRC         1991年         13         a,d,i         若林区         4           W9         SRC         1992年         14         a,d,j         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         不明         10         a         若林区         4           T1         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O,4           T2         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O,4           T3         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O,4           T4         RC         1978年         11         太白区         O,4           A1         RC         1993年         10         c,g         a         青葉区         4           A2         RC         1993年         10         c,g         a         青葉区         4           A3         RC         1993年         10         c,g         a         青葉区         5	W6		1988年	12		a	若林区	4
W8								
W9         SRC         1992年         14         a,dj         若林区         4           W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         不明         10         a         若林区         4           T1         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O.4           T3         SRC         1989年         15         a,h         太白区         O.4           T4         RC         1978年         11         太白区         7           A1         RC         1993年         10         c.g         a         青葉区         4           A2         RC         1993年         10         c.g         a         青葉区         4           A3         RC         1972年         8         c         a         青葉区         5           A4         SRC         1981年         12         a         d         青葉区         5           A5         SRC         1975年         10         c         a,c         青葉区         5 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>								
W10         SRC         1992年         13         a         若林区         4           W11         SRC         不明         10         a         若林区         4           T1         SRC         1989年         15         a,dh,j,k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a,h         太白区         O.4           T3         SRC         1989年         15         a,h         太白区         O.4           T4         RC         1978年         11         人五白区         O.4           A1         RC         1993年         10         c,g         a         青葉区         4           A2         RC         1993年         10         c,g         a         青葉区         4           A3         RC         1972年         8         c         a         青葉区         5           A4         SRC         1981年         12         a         d         青葉区         5           A5         SRC         1986年         10         a,c         青葉区         5           A6         SRC         1986年         10ad15         a,e         青葉区         5								
W11         SRC         不明         10         a         若林区         4           T1         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O,4           T2         SRC         1989年         15         a,d,h,j,k         太白区         O,4           T3         SRC         1989年         15         a,h         太白区         O,4           T4         RC         1978年         11         太白区         7           A1         RC         1993年         10         c.g         a         青葉区         4           A2         RC         1993年         10         c.g         a         青葉区         4           A3         RC         1972年         8         c         a         青葉区         5           A4         SRC         1981年         12         a         d         青葉区         5           A5         SRC         1975年         10         c         a,c         青葉区         5           A6         SRC         1986年         10and15         a,e         青葉区         5           A7         RC         1988年         8         a,c         青葉区         5								
T1         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T2         SRC         1989年         15         a.d.h.j.k         太白区         O.4           T3         SRC         1989年         15         a.h         太白区         O.4           T4         RC         1978年         11         太白区         7           A1         RC         1993年         10         c.g         a         青葉区         4           A2         RC         1993年         10         c.g         a         青葉区         4           A3         RC         1972年         8         c         a         青葉区         5           A4         SRC         1981年         12         a         d         青葉区         5           A5         SRC         1975年         10         c         a.c         青葉区         5           A6         SRC         1986年         10and15         a.e         青葉区         5           A7         RC         1988年         8         a.c         青葉区         5           A8         SRC         1996年         10         a.d         青葉区         5			不明					4
T3     SRC     1989年     15     a,h     太白区     O.4       T4     RC     1978年     11     太白区     7       A1     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A2     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A3     RC     1972年     8     c     a     青葉区     5       A4     SRC     1981年     12     a     d     青葉区     5       A5     SRC     1975年     10     c     a.c     青葉区     5       A6     SRC     1996年     10and15     a.e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a.c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a.c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a.b.c     a.d     青葉区     6	T1	SRC	1989年	15		a,d,h,j,k	太白区	0,4
T4     RC     1978年     11     太白区     7       A1     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A2     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A3     RC     1972年     8     c     a     青葉区     5       A4     SRC     1981年     12     a     d     青葉区     5       A5     SRC     1975年     10     c     a.c     青葉区     5       A6     SRC     1986年     10ad15     a.e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a.c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a.c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a.b.c     a.d     青葉区     6	T2	SRC	1989年	15			太白区	0,4
A1     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A2     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A3     RC     1972年     8     c     a     青葉区     5       A4     SRC     1981年     12     a     d     青葉区     5       A5     SRC     1975年     10     c     a.c     青葉区     5       A6     SRC     1986年     10and15     a.e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a.c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a.c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a.b.c     a.d     青葉区     6	Т3	SRC	1989年	15	$\overline{}$	a,h	太白区	0,4
A2     RC     1993年     10     c.g     a     青葉区     4       A3     RC     1972年     8     c     a     青葉区     5       A4     SRC     1981年     12     a     d     青葉区     5       A5     SRC     1975年     10     c     a.c     青葉区     5       A6     SRC     1986年     10and15     a.e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a.c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a.c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a.b.c     a.d     青葉区     6	T4	RC	1978年	11			太白区	7
A3     RC     1972年     8     c     a     青葉区     5       A4     SRC     1981年     12     a     d     青葉区     5       A5     SRC     1975年     10     c     a,c     青葉区     5       A6     SRC     1986年     10and15     a,e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a,c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a,c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a,b,c     a,d     青葉区     6	A1	RC	1993年	10	c,g	а	青葉区	4
A4     SRC     1981年     12     a     d     青葉区     5       A5     SRC     1975年     10     c     a,c     青葉区     5       A6     SRC     1986年     10and15     a,e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a,c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a,c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a,b,c     a,d     青葉区     6	A2	RC		10	c,g	а	青葉区	4
A5     SRC     1975年     10     c     a,c     青葉区     5       A6     SRC     1986年     10and15     a,e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a,c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a,c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a,b,c     a,d     青葉区     6					С			5
A6     SRC     1986年     10and15     a,e     青葉区     5       A7     RC     1988年     8     a,c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a,c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a,b,c     a,d     青葉区     6								
A7     RC     1988年     8     a.c     青葉区     5       A8     SRC     1996年     10     a.c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a.b.c     a.d     青葉区     6					c			
A8     SRC     1996年     10     a,c     青葉区     5       A9     SRC     1968年     11     a,b,c     a,d     青葉区     6								
A9         SRC         1968年         11         a,b,c         a,d         青葉区         6								
<del></del>								
A10   SRC   1974年   17   a,b,c   a,g,h   青葉区   6								
※○け菜 <del>≯</del> が収集したまの	A10	SRC	1974年					

※〇は著者が収集したもの。

# (3)被害写真

東北地方太平洋沖地震によって被害を受けた、郡山市と仙台市の建物の被害状況写真を載せる。

# a)郡山市の被害写真



写真. 1 非構造壁のせん断破壊



写真. 4 非構造壁のせん断破壊

b)仙台市の被害写真



写真. 2 非構造壁のせん断破壊



写真. 5 ドアの変形



写真. 3 1 階柱のせん断ひび割れ



写真. 6 地盤沈下による建物周辺部への被害



写真. 8 間柱のせん断ひび割れ



写真. 9 短スパン梁のせん断ひび割れ 4



写真. 10 RC 耐震壁のせん断ひび割れ 4



写真 11 塔屋部の損傷



写真. 12 非構造壁のせん断破壊

# 4. 被害分析

# (1)郡山市の被害分析

調査した郡山市の集合住宅の中で被害を受けた建物は 1 棟が不明だが、他全てが 1981 年以降に建設されてお り、新耐震基準で設計されていた。被害が非構造材だけで止まった建物が多かったのは、新耐震基準で設計されていることと、震度が 6 弱であったことが理由に挙げられるのではないかと考えられる。

#### (2)仙台市の被害分析

# a)区別による被害分析

仙台市の被害を受けた集合住宅の区別の被害状況は表4のようになる。最も震度が大きかった宮城野区では構造材に被害を受けている棟数が多い。次に青葉区、泉区・若林区、太白区の順に構造材の被害棟数が多かった。これより構造材の被害は震度に関係していると考えられる。また同じ震度6弱でも青葉区の構造材の被害棟数が多かったのは旧耐震基準の建物棟数が泉区・若林区より多いのが原因だと考えられる(表6参照)。

# b)建築年代別による被害分析

仙台市の被害を受けた集合住宅の建築年代別の被害状況を表4に示す。非構造材の被害については、建築年代による影響はあまりないが、構造材の被害については、やはり旧耐震基準の建物の方が被害を受けている棟数は多い。

仙台市 合計 青葉区 地区 泉区 宮城野区 若林区 太白区 全棟数(旧耐震) 103 3 11 18 8 63 全棟数(新耐震) 46 72 73 99 278 568

表 6. 仙台市全棟数 8

#### c)建物階数による分析

仙台市の被害を受けた建物を階数に分けて分析する(図 2、図 3 参照)。旧耐震基準の建物に関しては、構造材の被害は 11 階の建物に被害が多く、非構造材の被害も 11 階の建物に被害が多い。新耐震基準の建物では、構造材の被害は、10 階以下の建物の方が若干ではあるが、被害棟数は多い。非構造材の被害については、10~15 階の建物に被害が多い。新耐震基準の建物は保有水平耐力の検討の有無が構造材の被害に影響を与えている可能性があると考えられる。また仙台市の加速度応答スペクトル(図 1)を見ると、約 0.6 秒がピークになっている。そこで 10 階建の SRC・RC 集合住宅の固有周期は約 0.6 秒程だと想定され、一致している。仙台市における新耐震基準の建物全棟の階数の内訳は分からないが、10 階、11 階の建物の被害が多いのは、この影響があるためではないかと考えられる。

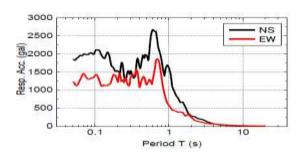


図 1. 仙台市加速度応答スペクトル (MYG 013 仙台)<sup>9</sup>

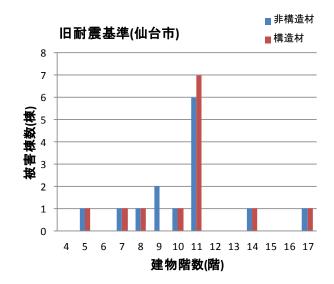


図 2. 階数別被害(旧耐震基準)

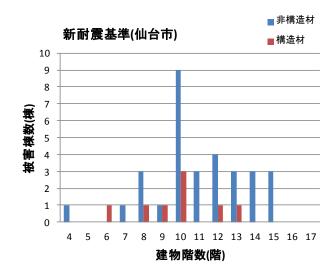


図 3. 階数別被害(新耐震基準)

# (3)郡山市と仙台市の被害の比較

郡山市は仙台市に比べて、旧耐震基準の集合住宅が少ない。それは郡山市で集合住宅が多く建てられ始めたのが、1981年以降になってからであるためである。そこで郡山市(震度6弱)と、郡山市と震度が同じ、仙台市泉区、若林区、青葉区の3区の新耐震基準の建物の被害と比較してみる。構造材の被害棟数は、郡山市で2棟、仙台市3 区で5棟である。非構造材の被害棟数は郡山市で9棟、仙台市3地区で24棟である。仙台市の方が集合住宅の棟数は多いと思われるので、被害の差はあまりない。郡山市、仙台市共に、新耐震基準の建物では、構造材の被害が少なく、非構造材の被害に止まった建物が多かった。

#### (4)非構造壁の被害

1981年の耐震基準改正以前から非構造壁の被害は問題になってきた。今回の地震のおいても、非構造壁のせん断破壊、せん断ひび割れは多く見られた。仙台市では44棟、郡山市では9棟が非構造壁に被害があった。新耐震基準による設計も、非構造壁の被害の防止には繋がっていない。住民の安全を守るためにも、今後は非構造壁の被害の防止にも努める必要がある。

表 7. 非構造壁被害棟数

地	区	仙台市	郡山市
非構被害		44	9

#### (5)SRC造とRC造の被害の比較

SRC造とRC造の被害を比較する。表8を見ると、今回調査した中では、仙台市、郡山市共に、構造材の被害棟数に明確な差はないと言える。

表 8.RC 造と SRC 造の比較

地区	仙台市		郡山市	
構造形式	RC	SRC	RC	SRC
調査棟数	12	38	4	6
構造材被害棟数	5	15	1	1
非構造材被害棟数	7	36	3	6

### 5. まとめ

今回調査した中では、旧耐震基準の建物が構造材に被害を受けている棟数が多かった。また震度が大きい地域は被害が多く見られた。新耐震基準で被害を受けた要因は、保有水平耐力の検討の有無、そして仙台市では加速度応答スペクトルのピークが、10階建程度の集合住宅の想定される固有周期と一致している事が影響を与えている可能性があると考えられる。また仙台市と郡山市で

は明確な被害に差はなく、非構造材の被害に止まった建 物が多く見られた。

#### 参考文献

- 1) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会:阪神・淡路大震災調査報告,建築編-2,1998.8
- 2)日本建築学会:2005 年福岡県西方沖地震災害調査報告,2005.9
- 3)国土技術政策総合研究所: 平成 23 年東北地方太平洋 沖地震による建築物被害 第一次調査 二本松市、郡 山市、福島市における RC 造、鉄骨造及び非構造部材 を中心とした建築物被害調査(速報),2011.3
- 4) 日本建築学会: 2011 年東北地方太平洋沖地震災害調 査速報, 2011. 7
- 5)国土技術政策総合研究所: 平成 23 年東北地方太平洋 沖地震による建築物被害 第一次調査 白河市、須賀 川市、仙台市における RC 造、S 造、非構造部材を中 心とした建築物被害調査(速報), 2011.4
- 6) 渡辺一弘:東日本大震災における RC 集合住宅の被害, 2012 年度日本建築学会大会(東海) 構造部門(鉄筋コンクリート構造) パネルディスカッション資料, p32~p41, 2012. 9
- 7)源栄正人:東日本大震災における地震動と建物被害の 実態と教訓,東日本大震災に関する技術講演会 論文 集,pp21-39,2012.2
- 8)株式会社東京カンテイ:東日本大震災 宮城県マンション被害状況報告,
  - http://www.kantei.ne.jp/release/PDFs/71sinsaiarea.pdf, 2012.5
- 9) 國生剛治,加藤達也:2011.3.11 東北地方太平洋沖地震加速度および速度応答スペクトル,
  - http://www.civil.chuo-u.ac.jp/lab/doshitu/eq\_reports/2011/RespACC\_VEL.pdf, 2011.3
- 10) 大沼正昭:東日本大震災における建築物の被害報告 Part.1 東北 SRC 造建築物の被害状況 SRC 造建築物 の被害状況, 建築技術, pp118-123, 2011.9

# Study on damage factor of SRC and RC apartment houses due to the 2011 Tohoku-Chiho Taiheiyo-Oki Earthquake

#### Kenta NIWANO and Mareyasu DOI

The 2011 Tohoku-Chiho Taiheiyo-Oki Earthquake occurred in March, 2011. Many areas in the East Japan Pacific Ocean suffered damage, and many buildings suffered a great deal of damage. In this study, it has been examined the damage of SRC and RC apartment houses due to the 2011 Tohoku-Chiho Taiheiyo-Oki Earthquake, and it has been clarified the typical damage of the SRC apartment houses. The research zone is made into Koriyama-shi, Fukushima and Sendai-shi, Miyagi.

The data of SRC and RC apartment houses of a total of 63 buildings was used.