

2016年熊本地震を経験した耐震補強済みRC造校舎の調査結果報告

2017年9月9日

芝浦工業大学建築学部・椋山研究室

2017年8月21日～23日の期間で、2016年の熊本地震を経験した耐震補強済みRC造校舎を対象として、地震による損傷状況を調査し、常時微動計測を実施して振動特性を把握した。以下にその結果を報告する。

なお、本調査に際してご協力・ご配慮いただいた、熊本市教育委員会関係者ならびに調査対象とした小学校教職員の皆様に心より御礼申し上げます。

1.被災度区分判定

現地調査より得られた桁行方向の柱の損傷度を基に算出した耐震性能残存率 R の値により被災度を区分する。表1に耐震性能残存率 R の値による被災度区分、表2に対象建物の耐震性能残存率 R の値を示す。被災度区分は最小の耐震性能残存率 R の値により判定した。最小の耐震性能残存率 R の値は、桁行方向1階の $R=91.2$ (%) であることから、被災度は「小破」となった。なお、補強部材の効果を無視した暫定的な結果である。

表1 耐震性能残存率 R の値による被災度区分

無被害	$R=100$ (%)
軽微	$95 \leq R < 100$ (%)
小破	$80 \leq R < 95$ (%)
中破	$60 \leq R < 80$ (%)
大破	$R < 60$ (%)
倒壊	$R \div 0$ (%)

表2 対象建物の耐震性能残存率 R の値
(桁行方向, 補強部材の効果を無視)

	耐震性能残存率 R (%)
3階	93.1
2階	95.1
1階	91.2

⇒ 被災度：小破

ここで、特に耐震性能残存率 R の値が低かった1階の柱の損傷状況を図1に示す。損傷度は0～vの6段階である。

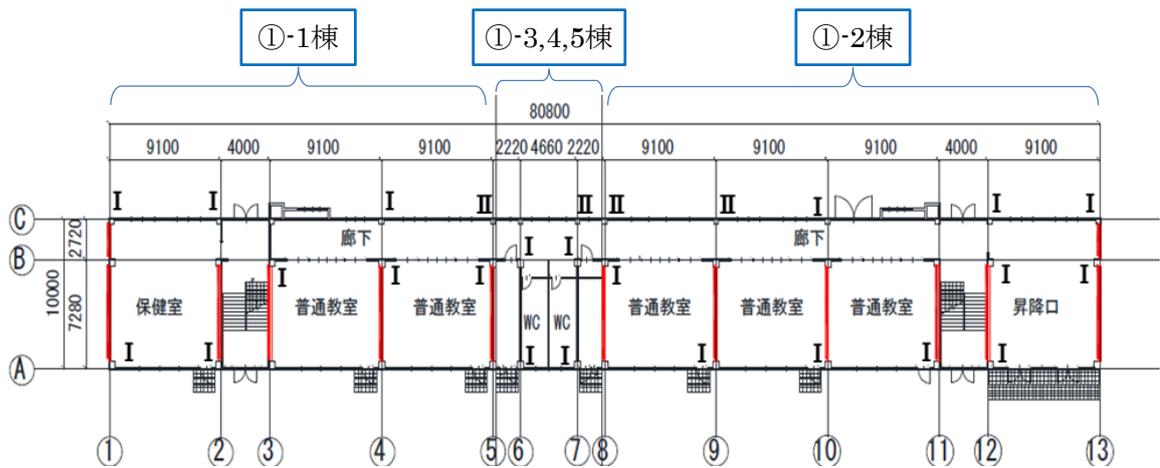


図 1 1階の損傷状況

2.常時微動測定

■常時微動計測概要

計測概要を表 3 に示す。

表 3 計測概要

実施日	2017年8月22、23日
方向	水平2(桁行・梁間)+上下の3方向
対象階	地盤面・1階・R階
計測時間	0.01秒刻みで1000秒間

使用機器の概要を表 4 および図 2 に示す。

表 4 使用器具の概要

製品名	速度型地震センサー
メーカー	近計システム
型式	KVS-300

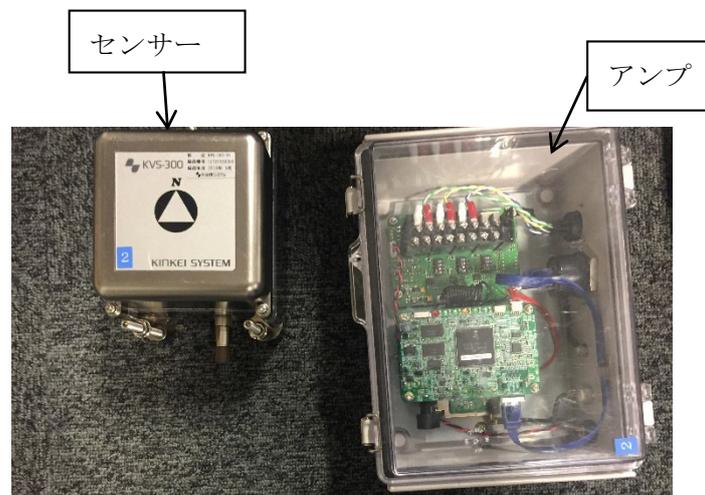


図 2 使用機器

■微動計配置計画

微動計計測計画を表5に示す。

表5 微動計測計画

日	セット名	時間	対象建物	Ch	設置階
08/22	1	13:36	①-1 棟	1	1F
		～		2	地盤
		13:55		3	RF
	2	14:00	①-1 棟	1	1F
		～		2	地盤
		14:20		3	RF
08/23	3	11:00	①-3,4,5 棟	1	1F
		～		2	地盤
		11:20		3	RF
	4	11:24	①-3,4,5 棟	1	1F
		～		2	地盤
		11:44		3	RF
08/22	5	16:17	①-2 棟	1	RF
		～		2	地盤
		16:37		3	1F
	6	16:38	①-2 棟	1	RF
		～		2	地盤
		16:58		3	1F
	7	15:04	①-2 棟	1	RF
		～	①-3,4,5 棟	2	RF
		15:24	①-1 棟	3	RF
	8	15:27	①-2 棟	1	RF
		～	①-3,4,5 棟	2	RF
		15:47	①-1 棟	3	RF
08/23	2-1	12:04	①-1 棟	1	1F
		～		2	地盤
		12:24		3	RF
	2-2	12:25	①-1 棟	1	1F
		～		2	地盤
		12:45		3	RF

■解析結果

計測された微動波形についてフーリエスペクトルを求めた。解析スパンは 8192 とし、スパンを 1/4 ずつずらしランニングスペクトルの平均で平滑化した。1 階に対する屋上階のフーリエスペクトル比として分析した結果を図 3～図 5 に示す。また、表 6～表 7 に各棟の卓越振動数と固有周期を示す。更に、図 6,7 に RF での検討を示す。

a) ①-1 棟 (セット名 : 2-1)

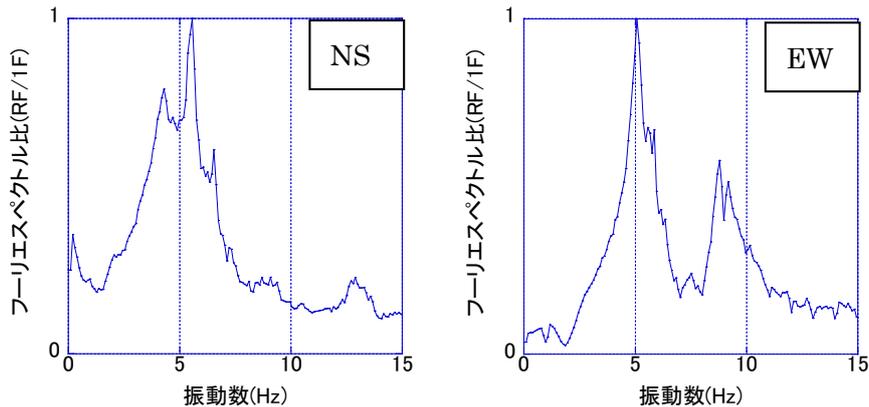


図 3 ①-1 棟 (セット名 : 2-1)

表 6 ①-1 棟 (セット名 : 2-1)

方向	卓越振動数(Hz)	固有周期(s)
NS	5.56	0.18
EW	5.07	0.20

b) ①-3,4,5 棟 (セット名 : 4)

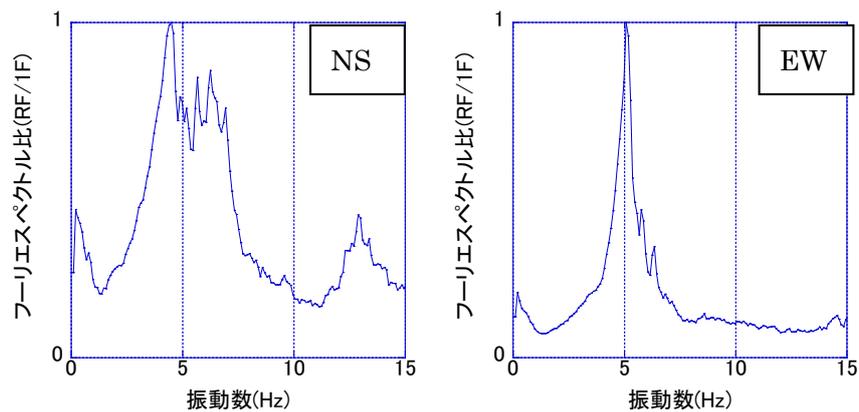


図 4 ①-1 棟 (セット名 : 2-1)

表 7 ①-1 棟 (セット名 : 2-1)

方向	卓越振動数(Hz)	固有周期(s)
NS	4.49	0.22
EW	5.07	0.19

c) ①-2 棟 (セット名: 6)

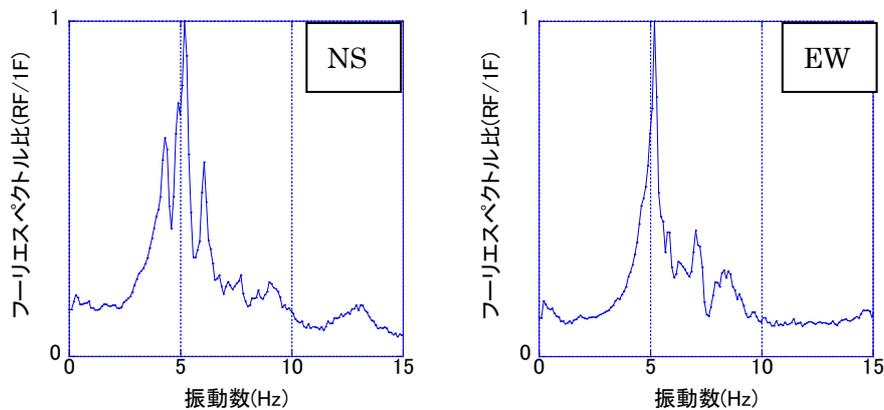


図 5 ①-1 棟 (セット名: 2-1)

表 8 ①-1 棟 (セット名: 2-1)

方向	卓越振動数(Hz)	固有周期(s)
NS	5.17	0.19
EW	5.17	0.19

d) 各棟の RF で計測 (セット名: 7,8)

d-1) NS 方向 (セット名: 7)

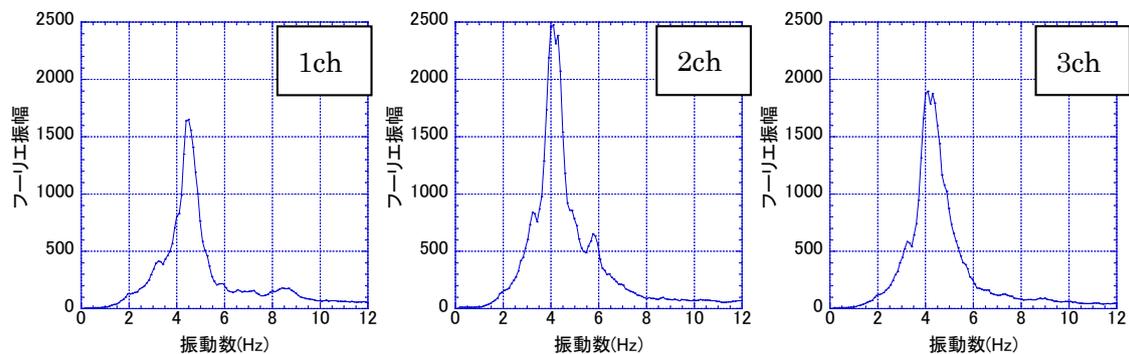


図 6 RF (NS 方向)

d-2) EW 方向 (セット名: 8)

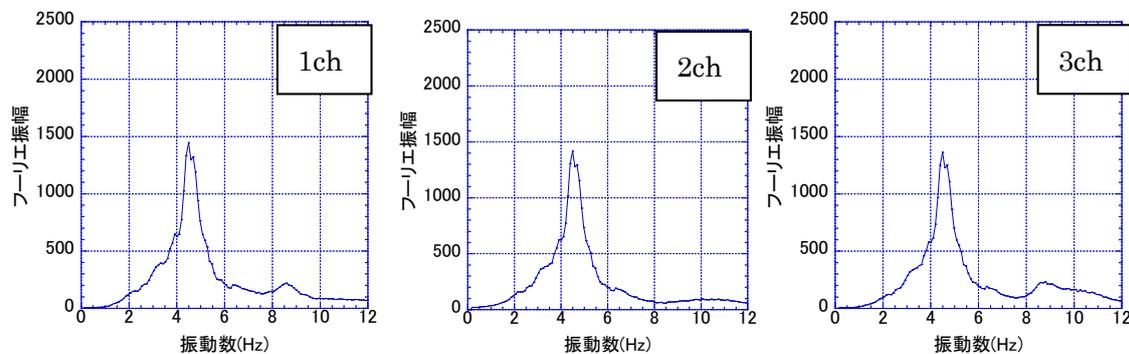


図 7 RF (EW 方向)