

基礎の浮上りを考慮した低層 RC 建物地震時応答解析

浮上り 低層 RC 建物 接地率
動的相互作用 インピーダンス 連成地盤ばね

1. はじめに

地震工学分野の中で、建物と基礎の動的相互作用は非常に重要である。特に大加速度下における構造物の挙動に対する本分野の研究の重要性が高まっている。

大加速度下に生じる現象として、基礎の浮き上がり現象がある^{1~3)}。連層耐震壁の基礎の浮き上がり現象は、耐震壁を含む架構全体の耐力や変形性能を決定する重要な要因のひとつである。著者らの一部はこれまでに、接地面積から減衰特性も含めた6方向連成の地盤ばねを設定できる幾何学的非線形を考慮した解析モデルを提案してきている⁴⁾。本論では、この解析モデルを用いて、低層 RC 造小学校建物を対象とした浮上り非線形地震応答解析を行い、建物応答性状について分析する。

2. 浮上りを考慮したインピーダンス

浮上り後の各方向のインピーダンスは、浮上り量によって変化する。本文では、基礎の浮上り量に依存する各方向のインピーダンスを参考文献4)に基づき設定した。

3. 浮上りを考慮した建物地震時応答の変化

本節では、2節で示した地盤ばねを付加した解析モデルを用いて、学校建物を対象とした地震応答解析を行う。対象建物は、名古屋市内の小学校に見られる典型的な鉄筋コンクリート造3階建物とする。対象建物の平面及び立面を図1に示す。解析においては、上部構造を多質点系せん断型モデルに置換し、復元力特性としてTri-linear型を採用する。建物の解析諸元を表1、2に示した。表2の中での k_2 、 k_3 はそれぞれ建物が降伏前後のせん断剛性である。 u_{p1} 、 u_{p2} はそれぞれひび割れ時、降伏時の層間変形

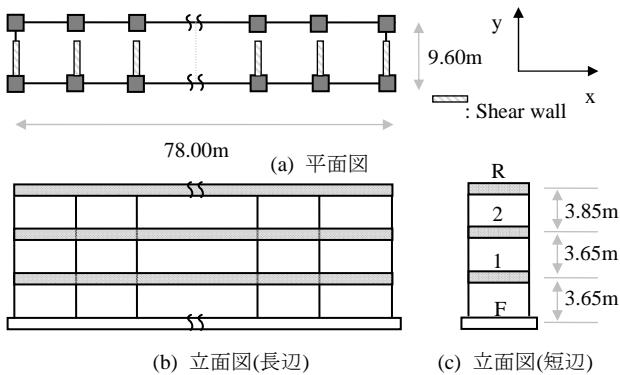


図1 対象建物の平面と立面図

である。周辺地盤のせん断波速度Vsとボアソン比は、それぞれ150m/sと0.42とする。入力地震波としては、エルセントロ波のNS成分を50cm/s程度に補正して用いる。図2に入力地震波を示している。解析では、水平2方向に同時入力する。なお、上下動入力は考慮しない。

解析結果を図3～5に示す。各図は、浮上りを考慮しない場合(SRモデル)と考慮した場合(UPLIFTモデル)を合わせて示している。図3に、水平2方向の基礎と地盤の接地率の時刻変化を示す。これより、x(平行)方向には浮上りを生じず、y(梁間)方向には浮上りが発生していることが分かる。図4(a)、(b)に、建物R階の水平変位応答(基礎に対するR階の相対変位)、図4(c)、(d)に基盤の水平変位(地表面に対する基礎の相対変位)、図4(e)、(f)に応答回転角を示す。これより、y方向の建物の応答を見ると、浮上りにより、R階の水平変位応答が低減していることが分かる。この時、y方向(図4(d))の基礎の水平変位とx軸回り(図4(f))の回転応答は増大していることが確認できる。さらに、浮上りが生じなかつたx方向に関しても、x方向の基礎の水平変位とy軸回りの回転応答が増大するとともに、R階の水平変位応答には低減効果が認められた。これは、y方向で浮上りが生じると、基礎と周辺地盤との接地面積が小さくなり、x方向のインピーダンスも低減するためである。以上から、y方向の浮上り量は、x方向の建物の応答にも影響があることが分かった。図5に建物の最大応答層せん断力分布図を示す。これより、浮上りにより、両方向とも各階の最大応答層せん断力が低減することが分かる。

4. まとめ

本報告では、基礎の浮上りを考慮した低層RC建物の地震応答解析を実施した。その結果、本検討では、浮上りが生じることにより、水平2方向ともに建物応答が低減が見られた。今度、浮上りを考慮して日本全国の低層RC造建物の被害予測を進める予定である。

■参考文献

- 1) 福和伸夫、小柳義雄、市川隆之：動的地盤ばねの幾何学的非線形を考慮した基礎浮上り解析、日本建築学会構造工学論文集、Vol.32B、pp.11-18、1986.03
- 2) 林康裕：直接基礎構造物の基礎浮上りによる地震被害低減効果、日本建築学会構造系論文集、No.485、pp.53-62、1996.07
- 3) 土岐憲三、佐藤忠信、三浦房紀：強震時における地盤と構造物の間の剥離と滑動、土木学会論文報告集、No.302、pp.31-34、1980.10
- 4) 杉本浩一、護雅史、福和伸夫：基礎の浮上りに伴う振動方向間の応答連成効果を評価可能な地震応答解析モデルの構築、日本建築学会学術講演梗概集、pp.683-684、2010.9

表1 建物の諸元

層	せん断剛性(N/m)		高さ (m)	階	質量		回転モーメント(kg*m ²)	
	x	y			(kg)	x	y	
3	4.27×10^9	6.42×10^9	11.15	R	7.22×10^5	3.66×10^8	5.55×10^6	
2	4.21×10^9	6.19×10^9	7.50	2	8.21×10^5	4.16×10^8	6.31×10^6	
1	4.16×10^9	6.08×10^9	3.85	1	8.21×10^5	4.16×10^8	6.31×10^6	

注記:減衰係数は 0.03 である。 F 8.21×10^5 4.16×10^8 6.31×10^6

表2 復元力特性に用いる諸元

層	$k_2 (\times 10^9 \text{N/m})$		$k_3 (\times 10^7 \text{N/m})$		$up_1 (\times 10^4 \text{m})$		$up_2 (\times 10^{-3} \text{m})$	
	x	y	x	y	x	y	x	y
3	1.13	2.42	4.27	6.42	3.22	29.6	8.61	16.6
2	1.11	2.34	4.21	6.19	3.22	28.5	8.61	16.0
1	1.10	2.29	4.16	6.08	3.22	27.3	8.61	15.3

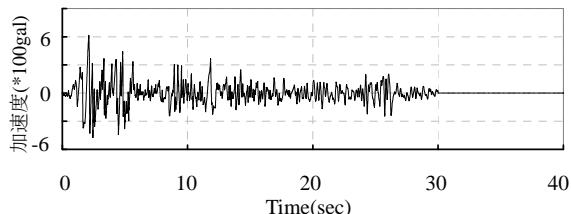


図2 解析に用いる入力地震波

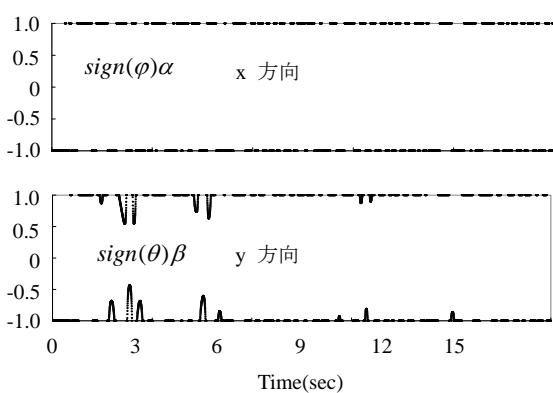
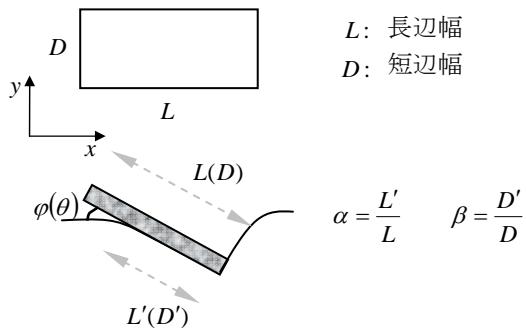


図3 基礎の接地率の時間変化

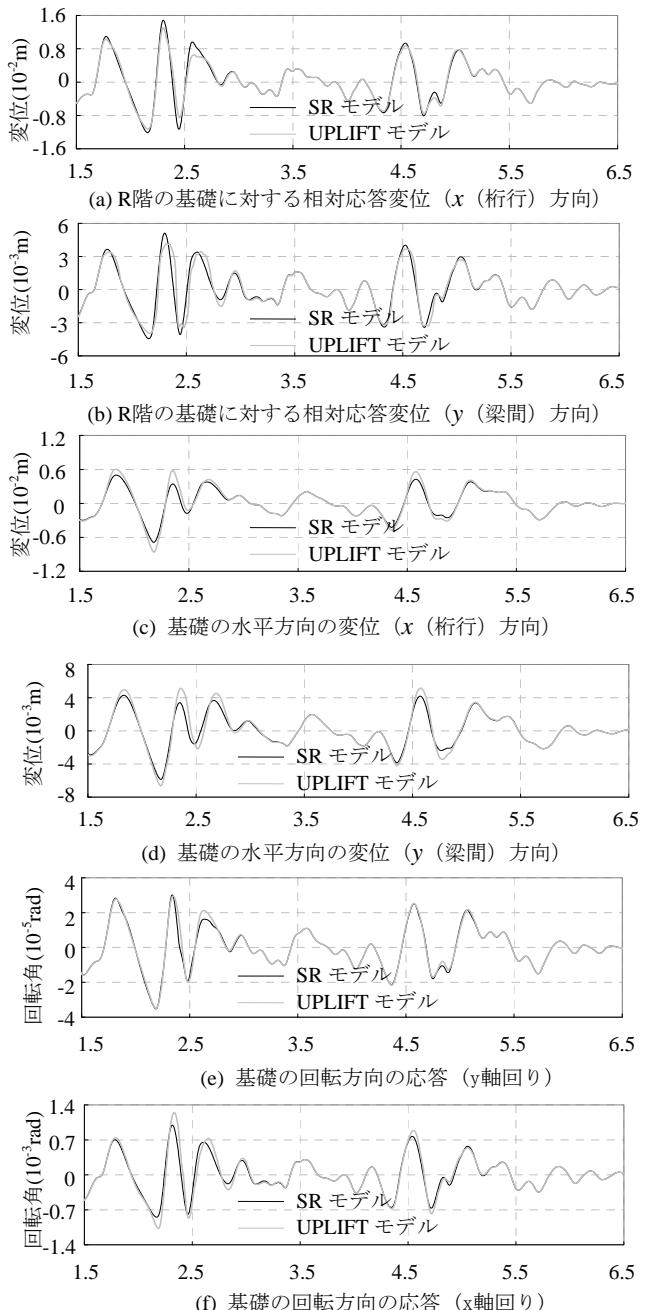


図4 地震時建物の応答 (横軸: Time(sec))

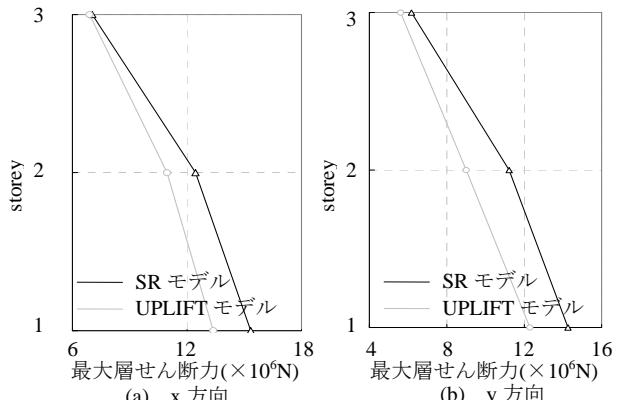


図5 建物の最大層せん断力

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生

*2 名古屋大学減災連携研究センター・准教授・博士(工博)

*3 名古屋大学減災連携研究センター・教授・工博

*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

*2 Assoc. Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*3 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.