

建物の変形に対する非構造部材の影響について 一階段がねじれに与える影響一

A study on the effects of non-structural elements
-About the stairs effects on torsion-

建築デザインコース
宮下 真実
Mami Miyashita

◎研究概要

今日では、構造を考える上で構造部材と非構造部材と非構造部材とは明確に分けて設計するのが一般的である。そして、非構造部材には力が伝達しない構造が望ましいとされており、構造計算上から基本的に無視されている。しかし、これらの部材は本来は明確な構造ではなくとも建物の剛性に影響を与えている。ただ、学会や法ではその区分が明確に行われておらず、その判断は構造設計者に委ねられている面も少なくない。このように構造部材と非構造部材の中間的な要素となる部材を本研究においては「半構造」として位置付けを行った。(図1参照)

また、近年のS造におけるブレースを用いない純ラーメン構造の増加によって、非構造部材の完全な排除は難しいと考えられる。よって、本研究ではこの要素の一つとして鉄骨造(S造)の階段さらさらに着目して、階段の建物全体の変形に対する影響を解析において検証を行う。解析においては階数6(屋上階を除く)のラーメン構造建物を用いて、階段の有無による変形への影響と階段接合部の違いによる変化について検証を行った。

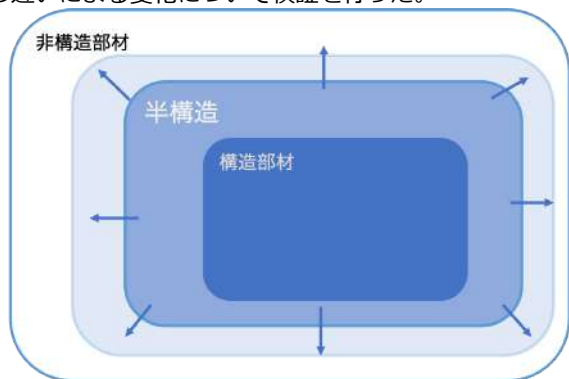


図1 半構造概念図

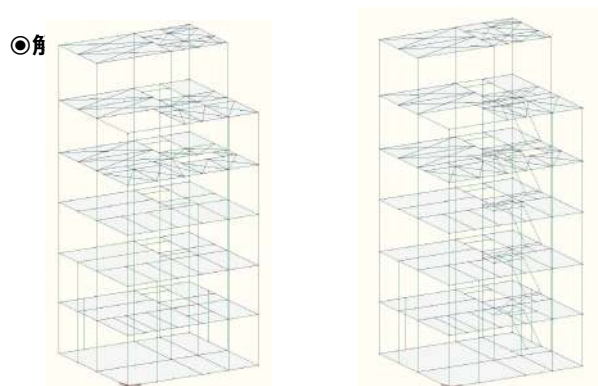


図2 比較モデル

図3 研究モデル

まず、図2,3に示す階段を配置しない「比較モデル」とその建物に階段さらさらを入力したモデル「研究モデル」の解析を行い、両者の解析結果の比較を行うことで階段の有無による影響を検証した。

解析においては変形図やその変位から算出した偏心率の結果を比較することで検証を行った。

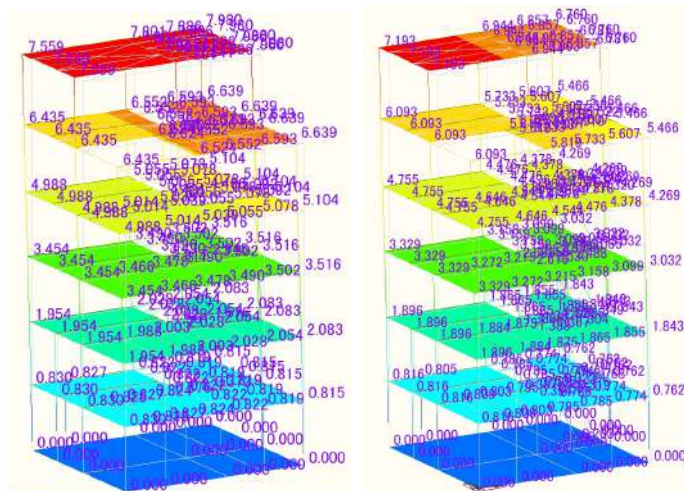


図4 比較モデルY方向変位

図5 研究モデルY方向変位

階	レベル (cm)	重心		開心		偏心距離		ねじり剛性 (kN/cm)	弾力半径		偏心率	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)		X (cm)	Y (cm)	X	Y
屋根	2060.3	629.1	689.58	565.96	683.9	63.14	5.68	26700000	493.11	503.08	0.01	0.13
6F	1692.8	608.72	616.15	577.95	581.31	31.86	54.84	68800000	574.5	610.05	0.1	0.05
5F	1342.8	590.48	578.33	590.52	590.36	9.97	17.97	89900000	563.71	600.7	0.03	0.02
4F	1010	573.98	549.13	600.07	524.63	26.09	24.51	113000000	534.43	563.32	0.05	0.05
3F	670	565.19	533.58	516.45	477.99	48.74	55.59	180000000	559.32	582.37	0.1	0.08
2F	340.5	555.62	521.14	576.1	530.22	23.36	9.08	302000000	568.47	583.62	0.02	0.04
1F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表-1 比較モデル各階偏心率

階	レベル (cm)	重心		開心		偏心距離		ねじり剛性 (kN/cm)	弾力半径		偏心率	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)		X (cm)	Y (cm)	X	Y
屋根	2060.3	629.1	689.19	561.47	686.4	67.63	2.79	26700000	495.5	498.29	0.01	0.14
6F	1692.8	611.42	617.15	656.82	571.86	45.4	45.29	73000000	593.05	574.15	0.08	0.06
5F	1342.8	602.45	579.1	641.68	575.05	49.23	4.05	97600000	573.54	572.76	0.01	0.09
4F	1010	676.74	559.32	640.68	531.95	63.94	18.38	120000000	540.25	542.72	0.03	0.12
3F	670	567.88	534.44	583.3	495.7	4.58	38.74	196000000	567.55	572.98	0.07	0.01
2F	340.5	555.62	522.37	596.78	534.47	41.16	12.11	312000000	574.24	575.16	0.02	0.07
1F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表-2 研究モデル各階偏心率

比較モデルと研究モデルの結果の比較においては、研究モデルについて建物のY方向について変位の減少、各階の偏心率の増加を確認した。Y方向変位の減少から、階段さらさらのブレース効果を確認した。偏心率の増加幅は階によっては最大で0.07となり、これは基準として定められている0.15以下という数値の1/2程度の値となっており、ねじれへの影響があったと言える。

次に、「研究モデル」のうち接合部にさらさらプレートを検討したモデルとさらさらプレートと小梁を検討したモデルの2つを解析し、結果の比較から接合部による違いについて検証を行なった。

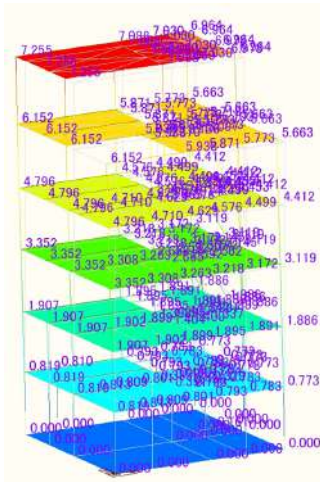


図6 研究モデル-ササラPLY方向変位

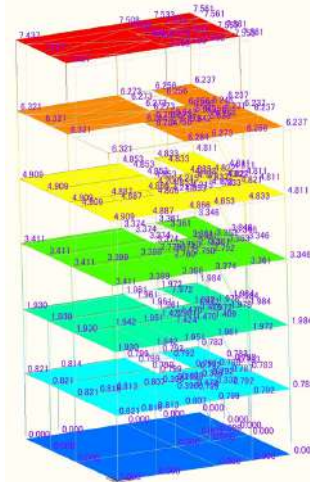


図7 研究モデル-小梁Y方向変位

My(kN・cm)比較	研究	ささらPL	小梁
5階	4480.3	4801.6	4795.5
4階	6684.1	8216.5	8210.1
3階	7365.7	7781.5	7779.6
2階	8619.8	9973.6	9978.2
1階	9772.3	10955	10956.9

表-5 各モデルにおけるMyの最大値

この結果によると、すべての研究モデルにおいて比較モデルの数値の約 1.1~1.2 倍の数値となっていることが分かる。

偏心率と同様に、小梁モデルが研究モデルに特に近い値となっており、ささらプレートのみ考慮したモデルよりも大きい値となった。

階	レベル (cm)	重心		偏心		偏心距離		ねじり剛性 (kN ² cm)	慣性半径		偏心率	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)		X (cm)	Y (cm)	X	Y
階層	2060.3	629.1	689.29	582.23	686.31	66.88	2.98	26600000	490.13	499.87	0.01	0.13
5F	1692.8	611.4	617.19	626.68	571.86	25.29	45.24	71400000	586.81	584.4	0.08	0.04
4F	1342.8	592.44	579.07	632.39	575	39.95	4.05	96400000	570.95	578.56	0.07	0.07
3F	1010	576.74	560.92	633.63	531.92	56.89	18.4	119000000	538.85	547	0.03	0.1
2F	670	567.88	554.43	558.84	495.72	9.64	38.74	195000000	565.96	574.61	0.07	0.02
1F	340.5	555.62	522.36	593.02	534.45	37.4	12.09	310000000	572.86	576.99	0.02	0.06

表-3 研究モデル-ササラPL各階偏心率

階	レベル (cm)	重心		偏心		偏心距離		ねじり剛性 (kN ² cm)	慣性半径		偏心率	
		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)		X	Y		
階層	2060.3	629.1	689.29	582.23	686.35	67.19	2.9	26600000	490.28	499.63	0.01	0.13
5F	1692.8	611.41	617.18	645.17	571.86	33.76	45.32	72100000	589.45	586.02	0.06	0.06
4F	1342.8	592.44	579.07	636.21	575.02	43.77	4.05	96500000	572.02	576.2	0.01	0.06
3F	1010	576.74	560.92	636.32	531.93	59.77	18.39	120000000	538.85	545.26	0.03	0.11
2F	670	567.88	554.43	560.87	495.71	7.21	36.72	195000000	566.62	573.94	0.07	0.01
1F	340.5	555.62	522.36	594.06	534.45	38.64	12.09	311000000	573.42	576.24	0.02	0.07

表-4 研究モデル-小梁各階偏心率

ささらプレートを考慮したモデルとささらに加えて小梁を考慮したモデルの解析を行なった。結果として、接合部を考慮した分、偏心率は研究モデルよりも小さくなった。偏心率の低減幅は 0.01 ~ 0.02 程度であり、小梁モデルの偏心率の方がささらプレートのみモデルよりも全体的に大きい傾向にあるということが分かった。

実設計においては、小梁モデルのように近い形状の接合部が用いられることが多い。研究モデルから急激な変化は見られなかったため、研究モデルと同様にこの形状であっても十分に偏心率に対して影響を及ぼす要素となっていると言える。

また、階段の影響を考慮しない従来の考え方においては階段が接合する柱への影響も排除することが一般的であることから、柱への影響についても柱の Y 方向曲げモーメント My の比較によって検証を行った。今回の検証には、各階の階段接合部直下の柱の My の最大値について比較を行った。

なお、My 図の形状にはどのモデルにおいても特に変化は見られなかったため、最大値の比較は My の絶対値において行った。

◎まとめ

階段の有無による変形への影響の解析においては、偏心率への有意な増加が見られたほか、特に上層階においてねじれ方向の変化の確認を行った。また、階段接合部を変化させたモデルにおいても同様の傾向が見られた。My の比較においても階段の入力を行っていないモデルの数値よりも大きくなり、約 1.1 ~ 1.2 倍の数値となった。この結果から、従来のように非構造部材としての完全な排除は難しいということが結論付けられる。

本モデルは比較的整形な平面形状において解析を行ったため、偏心率やねじれ方向への影響が予想よりも小さくなったということが考えられる。本研究で得られた階段の偏心率への影響から、偏心の大きな建物において適切な階段の配置を行うことで偏心を抑制する方向に作用する要素として活用が可能である。

しかし、柱への負担が、特に階高が大きい建物やスパンの広い建物において懸念される。柱への負荷が大きくなることでそれが過大となった階において柱から塑性化が起り、危険な崩壊形である、層崩壊形となることが懸念される。したがって、偏心率を配置によって抑制したとしても柱断面を大きくしたり適切な補強を行う必要があるということが言える。