

I-A 72

移動昇降式作業足場の座屈挙動について

川田テクノシステム 正会員 西土 隆幸
 川田テクノシステム 西村 寧人
 反町製作所 反町 守男
 長岡技術科学大学 正会員 林 正

1. まえがき

近年、土木建築構造物の高層化が進み、これらの構造物の維持・管理のための種々の作業が行われている。その代表的な作業として、外壁部の保守作業があるが、この場合には高所の作業足場が必要となる。現状では、屋上からワイヤーを吊り下げるゴンドラか、地上より鋼管と足場板とで組立てる足場が主流となっている。しかし、前者は、作業時に不安定となることから安全面に、また、後者は、組立作業に時間を要することから経済面にそれぞれ問題がある。そこで、両者の欠点を補うために、図-1に示すトラス構造の移動昇降式作業足場が開発された。本足場は、作業位置となる梁部分の高さを自由に変えられ、しかも移動可能である。しかし、本足場は、柔構造となり構造上の非線形性も顕著となる。そのため、設計上の安全性は確保されているものの、作業中の揺れが作業者に不安感を与えることも考えられる。そこで、外壁と本足場の柱や梁、あるいは、柱と梁とを鋼管で連結し補強することにより、本足場の安全性を向上させることを試みる。また、補強方法の違いによる非線形性の影響についての考察も行う。

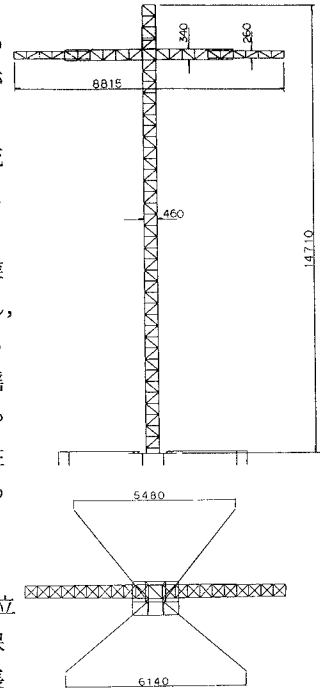


図-1 移動昇降式作業足場

2. 移動昇降式作業足場の特徴

本足場は、総重量1060kgfと軽量なことから輸送が容易となり、現場での組立でも短時間でできる。本足場は、アウトリガーにより、自立時の安全性は確保される。また、本足場を複数使用することにより、作業のための移動距離も長くなり、各足場の梁とおしを連結することにより、構造全体の剛性を高めることができる。

表-1に本足場の柱、梁および補強材となる鋼管の代表的な構造特性を示す。まず、本足場の非線形性の影響を調べるために、図-2に示すような最も厳しくなる荷重を載荷し、立体モデル(節点数344,要素数904)で微小変位,有限変位解析を行った。表-2,3の微小変位,有限変位のtype-0の欄に計算結果を示す。この結果から、特に表-3では有限変位解析の断面力が大きくなり、非線形性を考慮する必要がある。なお、この計算は、NEC・EWS4800/350上で汎用立体有限変位解析プログラム LADAN¹⁾により行った。

表-1 構造特性

項目	柱			梁			補強材
	水平材	垂直材	斜材	水平材	垂直材	斜材	
A(cm ²)	4.710	4.710	1.074	3.807	3.167	1.074	3.807
Ix(cm ⁴)	10.712	10.712	0	6.180	5.380	0	6.180
Iy(cm ⁴)	10.712	10.712	0	6.180	1.730	0	6.180
G(cm ⁴)	16.108	16.108	0	10.430	3.550	0	10.430

X:梁方向 Y:梁垂直方向

表-2 非線形性の影響(梁-柱接合部)

断面力 解析法	補強 方法	軸力 kgf	S _y kgf	S _z kgf	M _x kgfcm	M _y kgfcm	M _z kgfcm
微小変位	TYPE-0	-1228	27	260	-67	-6473	668
	TYPE-1	-1311	12	306	-20	-7603	299
	TYPE-2	-1032	30	227	-106	-5662	774
	TYPE-3	-1227	31	259	-73	-6449	768
有限変位	TYPE-0	-1210	24	245	-72	-6116	592
	TYPE-1	-1032	30	227	-106	-5662	774
	TYPE-2	-1227	31	259	-73	-6449	768
	TYPE-3	-1210	24	245	-72	-6116	592

表-3 非線形性の影響(柱先端部)

断面力 解析法	補強 方法	軸力 kgf	S _y kgf	S _z kgf	M _x kgfcm	M _y kgfcm	M _z kgfcm
微小変位	TYPE-0	-48	38	33	-903	-883	-622
	TYPE-1	-29	28	25	-669	-632	-654
	TYPE-2	-24	17	24	-506	-587	-393
	TYPE-3	51	196	16	290	431	-4579
有限変位	TYPE-0	-7	22	43	721	757	525
	TYPE-1	-24	17	24	-506	-587	-393
	TYPE-2	51	196	16	290	431	-4579
	TYPE-3	-7	22	43	721	757	525

3. 補強方法

今回、図-2に示すような3タイプの補強方法考えた。これらの補強は、いずれも現場で簡単に行えるものであり、補強のための重量増加もTYPE-4が最大となり約45kgfである。また、TYPE-4は、外壁に鋼管が結合（回転はフリー）できない場合を想定した補強方法であり、前後左右に4本配置される。

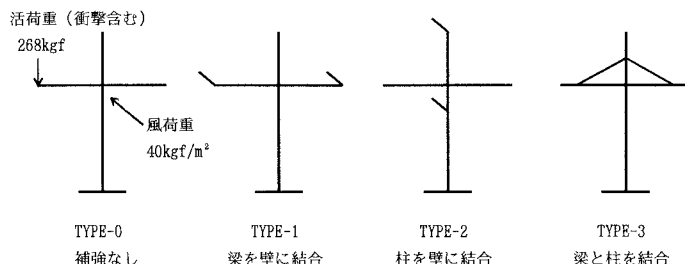


図-2 補強タイプ

4. 補強結果

表-2は梁と柱の結合部分の部材に、表-3は柱先端の部材に、それぞれ生じる各断面力を補強方法ごとに示したものである。表-2の断面力が全部材の中で最も大きくなる箇所であるが、補強による有害な断面力は見られない。また、表-3では、柱先端を壁に結合するTYPE-2のM_zが大きくなっているが、許容値内の値であり、十分安全である。図-3は、荷重が載荷された梁先端のP-δの履歴を示す。これらの結果からも、TYPE-1,2の補強方法を取ると本足場の剛性が増加することが分かる。TYPE-3では、梁と柱が連結され両者が同じ挙動をすることから、TYPE-0とほぼ同じ変形を示しており、剛性の向上はあまり望めない。各補強タイプの補強材に生じる最大軸力は、TYPE-1で300kgf、TYPE-2で160kgf、TYPE-3で122kgfとなり、有害な値とはならない。

表-4には、無補強タイプを含め4タイプの線形座屈解析結果を示す。これらの結果から、いずれの補強方法を用いても安全性の向上が期待できる。補強なしの1次の座屈モードは、柱が活荷重を載荷した側に倒れ柱回りにねじれるものとなった。そのことから、本載荷条件では、TYPE-1の補強方法が特に有効となる。また、TYPE-3でも座屈荷重は増加するものの、壁に結合する場合に比べ、その効果は小さい。

表-4 各補強タイプの座屈固有値

固有値	補強タイプ			
	TYPE-0	TYPE-1	TYPE-2	TYPE-3
1次	5.52	10.00	6.19	6.38
2次	6.38	11.50	14.81	7.17
3次	7.17	15.40	18.21	7.27

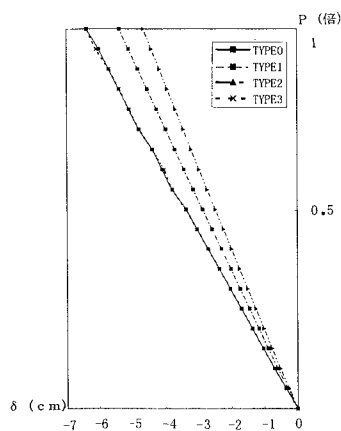


図-3 P-δ曲線

5. あとがき

今回提案した補強方法は、現場で簡単に行えるものであり、そのための費用も安価である。また、壁に連結する補強方法では、いずれも本足場の安全性を確実に向上でき、補強のために有害な断面力も生じなかったことから実用的な補強方法と考えられる。

参考文献

- 1) 林, 前田, 増井, 内海, 山野: 長径間吊橋の立体有限変位解析, 構造工学論文集, Vol.37A, 1991年.