

補剛箱形変断面鋼製橋脚の簡易設計法の開発に関する研究

名城大学大学院 学生会員 ○中村 佳昭
名城大学 正会員 葛 漢彬

1. まえがき

1995年に発生した兵庫県南部地震で生じた鋼製橋脚に被害のうち、変断面構造であることに起因して生じた被害（主に変断面部の局部座屈）がいくつか確認されたこともあり、兵庫県南部地震以降はより安全性を考慮した等断面鋼製橋脚が主に用いられるようになり、現在までにさまざまな研究が行われ、耐震性能および耐震設計に関する数多くの有用な知見が得られているが、一方で変断面鋼製橋脚に関する研究はさほど進んでいない。

しかし、変断面橋脚が等断面橋脚に対して持つ経済性や軽量化といった優位性に加え、設計条件次第では等断面橋脚と同等の耐震性能を有することが確保できると考えられるため¹⁾、変断面橋脚の耐震設計に関する研究の意義は大きい。

本研究では、断面が2段階に変化する補剛箱形変断面鋼製橋脚モデルの準静的解析の結果より局部座屈の発生箇所を確認し、その結果をもとに主要な構造パラメータの影響を考慮した補剛箱形変断面鋼製橋脚の変断面部で座屈しない条件式の提案および条件式を用いた設計法に関して検討を行う。

2. 解析概要

解析の対象となるのは、図-1(a)に示すような高さ $h/2$ で断面が変化する変断面橋脚である。また、解析モデルは図-1(b)に示すように局部座屈が発生する基部および変断面部周辺にシェル要素を適用している。モデル基部に適用する主な構造パラメータとして、幅厚比パラメータ R_1 および細長比パラメータ $\bar{\lambda}_1$ を $0.3 \sim 0.5$ 、板厚 t_1 を 20mm としている。これらのパラメータをもとに一次設計を行い、モデル寸法や作用軸力等を決定する。また、解析に際しては修正2曲面モデルを用い、鋼材は SM490 を用いる。

3. 座屈箇所が耐震性能に及ぼす影響

図-2 は上記のパラメータを用いて設計した等断面モデルおよび変断面モデルに対して行った準静的解析の結果の一例である。図-2 より、図-2(b)に示す

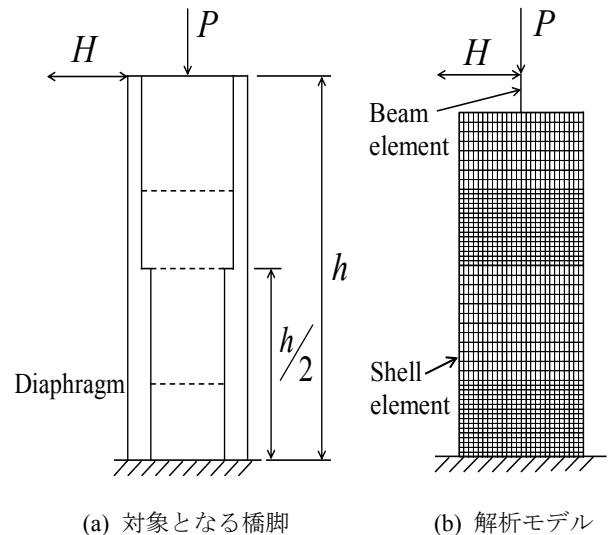


図-1 変断面鋼製橋脚

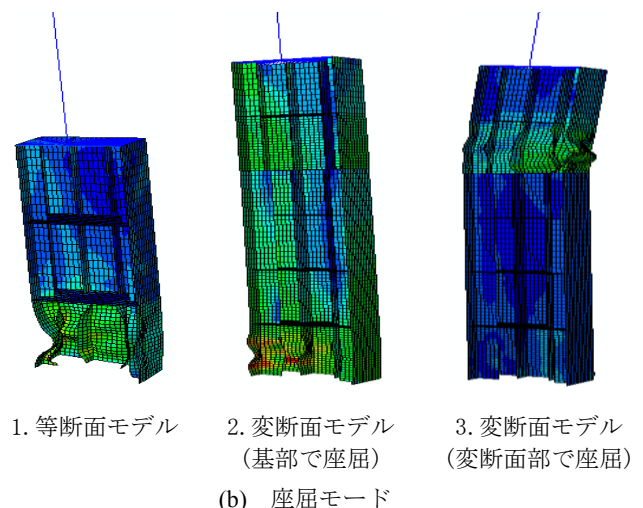
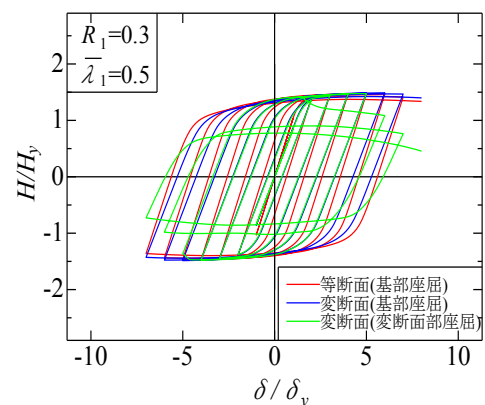


図-2 座屈箇所が耐震性能に及ぼす影響

座屈モードのうち、基部で座屈が生じた変断面モデルは図-2(a)に示す履歴曲線において等断面モデルと同じような履歴特性を示しており、同等の耐震性能を有しているといえる。一方、変断面部で座屈が生じたモデルは履歴曲線において他のモデルに比べて最大荷重後の荷重低下が急となっており、耐震性能が大きく低下していることがわかる。このことから、変断面橋脚において変断面部で座屈が生じない設計が必要であることがわかる。

4. 解析結果

表-1 に変断面部の板厚 t_2 を増減させて行った変断面モデルの準静的解析の結果を示す。表中の t_2 は基部座屈が生じるときの変断面部の板厚の最小値、 R_2 はそのときの変断面部の幅厚比パラメータとなっており、この t_2 よりも薄い板厚を用いると変断面部で座屈が生じる結果となっている。

5. 変断面部で座屈が生じない条件式

図-3 に表-1 における各ケースの R_1 - R_2 関係をプロットしたものおよびその近似直線を示す。図中の各近似直線は、平均値直線から標準偏差の2倍を差し引いたもので、全ての解析結果に比べて安全側となるように定めており、幅厚比と細長比パラメータの影響を考慮した条件式を導くと以下ようになる。

$$R_{2,b} = 1.5R_1 + 0.1\bar{\lambda}_1 - 0.014 \quad (1)$$

この条件式の $R_{2,b}$ を一次設計に用いる R_1 、 $\bar{\lambda}_1$ から求め、一次設計より得られた R_2 が $R_{2,b}$ を下回れば等断面モデルよりも優れた変断面モデルであるといえる。

6. 3段階変断面橋脚に関する考察

図-4 に示す3段階変断面橋脚は高さ $h/3$ ごとに断面が変化する橋脚となっており、座屈は基部および2箇所の変断面部で考慮される。そのため、上記の2段階変断面橋脚のケースと同様に変断面部で座屈が生じない条件式を $R_{2,b}=f(R_1, \bar{\lambda}_1)$ 、 $R_{3,b}=f(R_1, \bar{\lambda}_1)$ の形で求め、実設計より得られた R_2 および R_3 を対応する条件式と比較する形が望ましいといえる。

7. あとがき

本研究により、主要な構造パラメータの影響を考慮した補剛箱形変断面鋼製橋脚の変断面部で座屈しない条件式を提案できたといえる。また、この条件式を用いることにより補剛箱形変断面鋼製橋脚の座屈位置及び耐震性能の低下の有無を容易に知り、簡単に設計することができる。

参考文献：1)中村佳昭，葛 漢彬：補剛箱形変断面鋼製橋脚の変断面部座屈が生じない条件に関する解析的研究，第32回土木学会地震工学研究発表会講演論文集，論文番号3-252，2012.10。

表-1 解析結果

No.	R_1	$\overline{\lambda}_1$	t_1 (mm)	R_2	t_2 (mm)
Case1	0.30	0.30	20	0.48	12.6
Case2	0.35			0.55	12.9
Case3	0.40			0.62	13.0
Case4	0.45			0.70	13.0
Case5	0.50			0.77	13.1
Case6	0.30	0.40		0.49	12.4
Case7	0.35			0.56	12.7
Case8	0.40			0.63	12.7
Case9	0.45			0.71	12.8
Case10	0.50			0.78	12.9
Case11	0.30	0.50		0.50	12.1
Case12	0.35			0.57	12.3
Case13	0.40			0.64	12.5
Case14	0.45			0.72	12.5
Case15	0.50			0.80	12.6

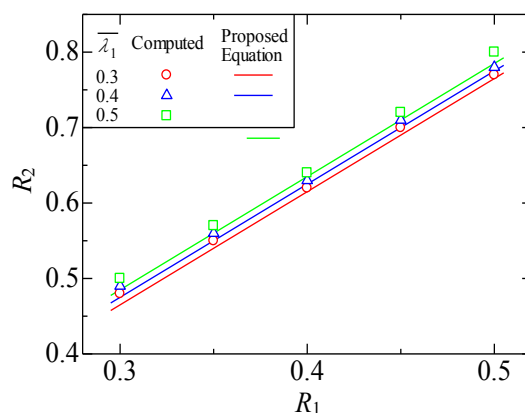
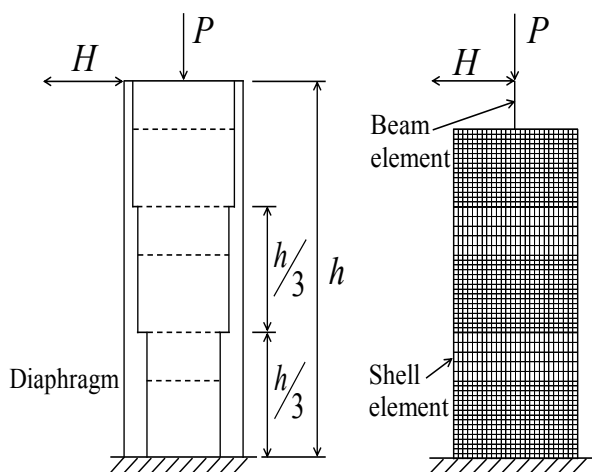


図-3 解析結果の R_1 - R_2 関係および提案式



(a) 対象となる橋脚

(b) 解析モデル

図-4 3段階変断面橋脚