

補剛箱形変断面鋼製橋脚の変断面部で座屈しない条件に関する解析的研究

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の被害のうち、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耐震性を考慮した等断面橋脚が主に用いられている。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、設計条件次第では変断面橋脚が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¹⁾と考えられるため、変断面橋脚の耐震設計に関する研究の意義は大きいと考える。本研究では前報²⁾において解析に用いたバイリニア型移動硬化則を修正 2 曲面モデルに変更して解析を行い、その結果をもとに経済性だけでなく耐震性にも優れた変断面鋼製橋脚の設計条件の提案に関して検討を行う。

2. 研究の考え方と流れ

本研究の考え方として、基部に比べて薄肉である変断面部で座屈が生じると、基部で生じた場合に比べて耐震性能が低下するため、基部で座屈が生じるような設計を行い、かつその範囲内で変断面部の板厚を薄くし、経済性を高めることが良い設計であると考え。以上を踏まえ、本研究の流れを図-1 に示す。はじめに、基部に適用されている構造パラメータ等より一次設計を行い、解析に用いる変断面橋脚モデルの寸法や作用軸力等を決定し（プロセス 1）、作成した変断面モデルに対して準静的解析を行う（プロセス 2）。次に、解析結果をもとに基部座屈が生じるときの変断面部の板厚 t_2 の最小値を決定するために（プロセス 3）、 t_2 を増減させてプロセス 1～3 を繰り返し、決定した t_2 の最小値の結果をもとに提案式を導く（プロセス 4）。

3. 解析概要

解析の対象となるのは、図-2(a)に示す断面が 2 段階に変化する変断面橋脚である。解析モデルは図-2(b)に示すように座屈が考慮される基部と変断面部周辺にシェル要素を適用し、残りの部分ははり要素を用いてモデル化した。今回の研究では、表-1 に示すようにモデル基部に適用する主な構造パラメータとして、幅厚比パラメータを 0.3~0.5、細長比パラメータを 0.3~0.5、板厚を 20mm としたときのケースを考える。鋼材は SM490 とし、

キーワード 変断面、橋脚、座屈、準静的解析、幅厚比、細長比

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市中白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL:052-838-2342

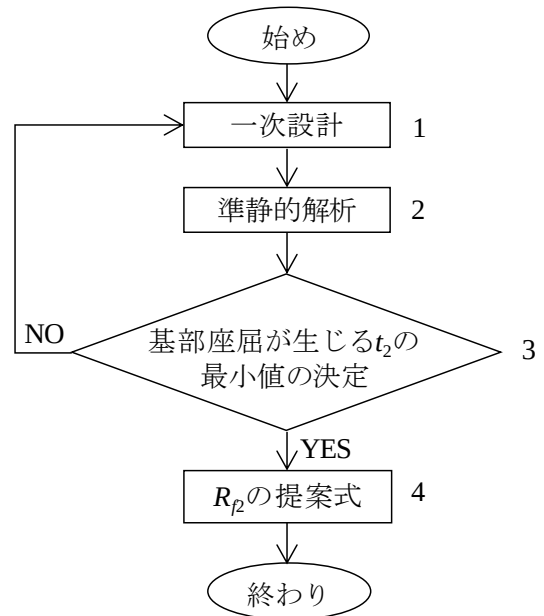


図-1 研究の流れ

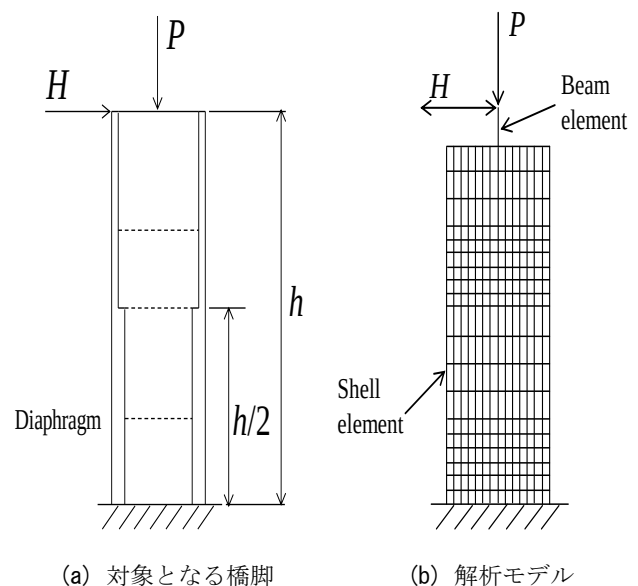


図-2 補剛箱形変断面鋼製橋脚

材料定数は表-2 のとおりである．また，载荷パターンは漸増繰り返し载荷，解析に際しては前述のとおり修正 2 曲面モデルを用いる．

4. 解析結果

表-3 に準静的解析より得られた解析結果を示す．ここで，表中の t_2 は変断面橋脚モデルが基部で座屈が生じるときの変断面部の板厚の最小値， R_{f2} はそのときの変断面部の幅厚比パラメータである．表より，今回解析を行ったケースにおいて t_2 は 12~13mm 程度となり，また，基部の細長比パラメータ $\overline{\lambda}_1$ が表中の R_{f2} および t_2 に与える影響は軽微であることがわかる．

5. 変断面部で座屈が生じない条件式

変断面部で座屈が生じない条件式の提案に際しては，表-3 中の R_{f1} と $\overline{\lambda}_1$ を用いて R_{f2} の式として導く．図-3 に表-3 の解析結果における各ケースの R_{f1} と R_{f2} の値をプロットしたものおよび近似直線を示す．図中の各近似直線は，平均値直線から 2 倍の標準偏差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，細長比パラメータの変動も考慮した提案式を導くと以下ようになる．

$$R_{f2} = 1.5R_{f1} + 0.1\overline{\lambda}_1 - 0.014$$

この提案式の R_{f2} と実設計で定まる $R_{f2,d}$ を比較し，後者の値の方が小さければ，対象の変断面橋脚は基部で座屈が生じると考えられる．

6. あとがき

本研究の提案式を用いることで，従来に比べて容易に座屈位置および耐震性能の低下の有無を知ることができるといえる．一方で，基部の板厚や材料定数などを一定としているため，今後はそれらのパラメータの変動も考慮して検討を行っていく必要がある．

参考文献

1)中村佳昭, 葛 漢彬: 補剛箱形変断面鋼製橋脚の耐震設計法の開発に関する一検討, 第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-067, 2011.11.
2)中村佳昭, 葛 漢彬: 補剛箱形変断面鋼製橋脚の変断面部で座屈しない条件に関する一検討, 平成 23 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, I-31, pp.61-62, 2012.3.

表-1 基部に用いる主な構造パラメータ

R_{f1}	$\overline{\lambda}_1$	t_1 (mm)
0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5	0.3, 0.4, 0.5	20

表-2 材料定数

σ_y (MPa)	E (GPa)	ν
315	206	0.3

表-3 解析結果

No.	R_{f1}	$\overline{\lambda}_1$	t_1 (mm)	P/P_y	R_{f2}	t_2 (mm)
Case 1	0.30	0.30	20	0.17	0.48	12.6
Case 2	0.35			0.18	0.55	12.9
Case 3	0.40			0.18	0.62	13.0
Case 4	0.45			0.18	0.70	13.0
Case 5	0.50			0.17	0.77	13.1
Case 6	0.30	0.40		0.14	0.49	12.4
Case 7	0.35			0.14	0.56	12.7
Case 8	0.40			0.14	0.63	12.7
Case 9	0.45			0.14	0.71	12.8
Case 10	0.50			0.14	0.78	12.9
Case 11	0.30	0.50		0.11	0.50	12.1
Case 12	0.35			0.12	0.57	12.3
Case 13	0.40			0.12	0.64	12.5
Case 14	0.45			0.12	0.72	12.5
Case 15	0.50			0.11	0.80	12.6

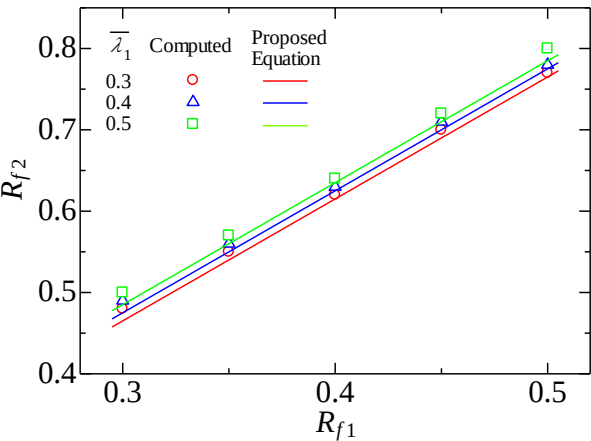


図-3 解析結果および提案式