

I-A 265 各種橋脚断面形状の耐荷力の検討

宮地鐵工所 先行技術研究室 正会員 能登 有恩
同 上 同 上 正会員 林 暢彦

1. まえがき

ここ数年時代の流れとともに、鋼橋の分野でも今までになく技術の変化が目につきつつある。そのひとつが橋のデザインと地域の景観との融和である。橋の一部を構成する市街地の橋脚、シンボリックな長大吊形式橋梁の主塔等は特に視覚的なポイントとなる。また柱の各種断面形状とその製作方法の主要な点は、鋼板の曲率の付け方、鋼板の組立方とその順序、溶接方法と品質の確認である。

力学的観点からは、柱の断面形状が持続荷重下の静的耐荷力および地震時の繰り返し荷重下の脆性的破壊に対するダクティリティの保有にどのように関与しているかを調べるのが重要である。本研究では柱の断面に着目し、矩形、八角形、二隅円弧付き矩形（梁側または梁反対側二隅円弧コーナー）、四隅円弧付き矩形、円形、台形を選定する。但し、本報告では前4断面を対象とし主に静的耐荷力を扱うものとする。

2. 断面形状の特長と製作

（1）景観面からの断面形状の有する特徴

橋は地域環境の中で目立つ構造物であり、特に橋脚はランドマーク的な役割が大きいこと、また配置的に横荷重に対して多大な抵抗力を必要とすることから、力学的に合理的でなおかつ景観的に優れた演出効果のある形状を選定されなければならない。八角形断面は、二方向に同様な剛性を与え、なおかつ光による陰影によりスレンダーなイメージを創り出す。湾口、湖の水面遥か高くそびえ立つ長大橋の主塔の柱に陽光が照射すると、縦方向に細長く光の影が入り、メリハリの効いたスレンダーな感じを与える。また都市内の高架橋においては、一般的に断面と柱高とのサイズ比が0.2～0.3とごつい感じを与える。そこで断面を八角形にすることにより、光の創り出す陰影で場合によっては、0.1～0.15位に実際よりもスレンダーに見せる。このことは人々が感じる高架橋の下面の重苦しさを緩和させる効果がある。

市街地の構造物は圧倒的に直角のコーナーを有する直線で構成されたものが多い。その中で二隅円弧付き矩形のもつ柔らかい曲面に出会うとほっとすることがある。これは曲面の持つ柔らかさによると思われる。

（2）製作

八角形断面はダイアフラムに合わせる形で1パネルおきに4枚置いたところに、その間にパネルを各1枚づつ4枚外から当てて組み立てる。断面の寸法押さえは板厚の内側の交点とし、基本的に板厚変化を外逃げとする。この場合は、断面寸法が一定であれば箱内のダイアフラムは同一寸法に製作することができる。

八角形の形状から、8枚の板は板厚方向に45°になるためその先端をカットすれば、溶接量の少ない変形K開先の角溶接となる。この角溶接は箱の内外から溶接する。一方で二隅円弧付き矩形断面の柱の長手方向にキャンバーを付けることはほとんどないが、付ける場合は設計時点での配慮が必要である。

3. 構造解析

（1）構造モデル

柱の断面形状は ①矩形断面 ②八角形断面 ③梁側二隅円弧付き矩形 ④梁の反対側二隅円弧付き矩形の4タイプとする。構造モデルは今後の載荷実験を考慮し、L型梁付き柱とする。また荷重の載荷位置、支持位置は局所的な変形を避けるために剛性の高いシェルを使用した。

（2）設計条件および解析条件

- ①弾塑性、大変形解析 ②フォン・ミーゼスの降伏条件 ③降伏応力はひずみ速度依存性を考慮しない
- ④加工硬化係数=0.0 ⑤等方硬化則：今回は繰り返し荷重載荷を行わないのでこの等方硬化則とする

表－1 設計条件

	降伏荷重 P _y	幅厚比パラメータ					細長比パラメータ			
		縦補剛材	b	t	k	R _f	r	K	h	λ
矩 形 断 面	21.863	無し	29.55	0.45	4	1.168	12.065	2.0	130.0	0.232
	21.863	有り	29.55	0.45	16	0.584	12.065	2.0	130.0	0.232
二 梁	16.696	有り		0.45			11.632	2.0	130.0	0.241
隅 梁 円 反	24.148	無し	29.55	0.45	4	1.168	11.632	2.0	130.0	0.241
	24.148	有り	29.55	0.45	16	0.584	11.632	2.0	130.0	0.241
八角形	21.086	無し	14.78	0.45	4	0.584	12.953	2.0	130.0	0.216

4. 解析結果と考察

各種断面形状（断面積一定）の特性について静的耐荷力とダクティリティについて考察する。ただし、ダクティリティを示す繰返し载荷の解析と実験は、今後行うのでここでは静的载荷による荷重－変位曲線の、最大荷重以降の勾配で近似的に²⁾表すものとする。

静的な耐荷力は隅角部の補強方法（ウェブのみの場合とウェブ・フランジ共に補強の場合）ではあまり有意差はないが、断面形状、縦方向の補剛材の有無では差がある。補剛材の無い矩形断面が 24.71tf と最も低く、次に梁の反対側二隅円弧付き矩形が 28.80 tf、標準の補剛材の有る矩形断面が 32.69 tf、梁側二隅円弧付き矩形が 33.35 tf、補剛材の無い八角形断面が 33.61 tf である。また補剛材の断面を必要剛度の 5 倍¹⁾にした矩形断面で 34.06 tf、標準の補剛材の有る梁の反対側二隅円弧付き矩形が 34.63 tf で最大である。このことから、今回対象とした断面では、矩形断面が最も耐荷力が低く、梁側二隅円弧付き矩形、梁の反対側二隅円弧付き矩形と順次高くなり、八角形断面が最大となる。また耐荷力は補剛材を付けることにより 30% 位高くなるが、補剛材の剛度を必要剛度の 5 倍にしても 4 % 位上昇するのみである。

ダクティリティについては補剛材の有無によって、また補剛材の剛度を上げた場合（必要剛度の 5 倍）、それなりに大きくなる。しかしそれよりも、断面形状に負うところが大きく、例えば梁側二隅円弧付き矩形、四隅円弧付き矩形、八角形断面はダクティリティの高い断面形状と言える。

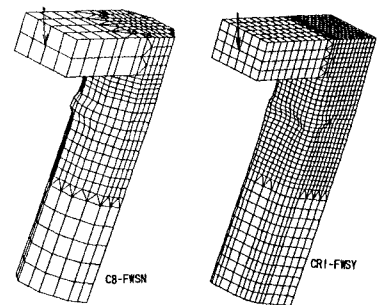
5. まとめ

4 種類の柱断面形状の景観・製作・耐荷力について述べる。

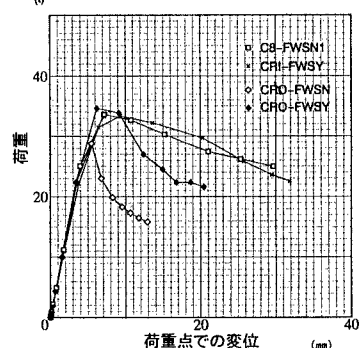
- ①鋼製橋脚は景観的に優れた形状を作り出すことができる。
- ②製作は、強度、精度の面で十分な管理が必要である。特に曲面形状を有する柱断面の曲げ方向に製作キャンバーを付けることは難しいので、設計時点に方法を考えておく。
- ③静的な耐荷力は柱の断面形状に大きく左右され、矩形に比べて八角形、円弧コーナー付きの断面はその値が大きい。
- ④補剛材の有無による耐荷力の差はあるが、その剛度を所要値の 5 倍位にしても大きな差はない。
- ⑤ダクティリティは断面形状によって大きな差がある。また補剛材の有無、その剛度を上げたとき効果はある。

〈参考文献〉

- 1) 山田，青木，安藤；鋼製八角形断面柱を有するラーメン隅角部の終局強度実験，第 4 9 回年次学術講演概要集 (I)，1994
- 2) 道路協会；道路橋示方書 II 鋼橋編 平成 6 年 2 月



図－1 崩壊時の変形図



図－2 荷重－変位曲線