

# 鋼製車両用橋梁用防護柵のデザインと開発

伊藤 登<sup>1</sup>・天野 光一<sup>2</sup>・横山 公一<sup>3</sup>・山口 智<sup>4</sup>・柴田 康博<sup>5</sup>

<sup>1</sup>正会員 工修 伊藤 登 (株) プランニングネットワーク (〒114-0012 東京都北区田端新町3丁目14-6, E-mail: itoh@pn-planet.co.jp)

<sup>2</sup>正会員 工博 天野 光一 日本大学理工学部社会交通工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7丁目24-1, E-mail: amano@trpt.cst.nihon-u.ac.jp)

<sup>3</sup>非会員 工修 横山 公一 (株) プランニングネットワーク (〒114-0012 東京都北区田端新町3丁目14-6, E-mail: yokoyama@pn-planet.co.jp)

<sup>4</sup>非会員 工修 山口 智 昭和鉄工 (株) (〒812-8587 福岡県福岡市東区箱崎埠頭3丁目1-35, E-mail: s\_yamag@showa.co.jp)

<sup>5</sup>非会員 工修 柴田 康博 積水樹脂 (株) (〒530-8565 大阪府大阪市北区西天満2丁目4-4, E-mail: shibatay@sekisuijushi.co.jp)

本報告は、「景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン (2003年3月)」を受けて実施した鋼製橋梁用防護柵の開発経緯を記述したものである。本開発は、鋳鉄と一般鋼材という鉄ではあるが、異なる性質を有する二つの素材を用い、同一コンセプトのもとに、車両用防護柵としての機能を満足し、かつ軽快で美しい印象の標準製品を目指すとともに、低コスト化も強く意識したところに特徴がある。その結果、本開発で出来上がった鋼製橋梁用防護柵は、全国高欄協会の標準品として採用されることとなった。本製品が標準品として各所に整備されることの道路景観に対する好影響は小さくはないと考える。

キーワード: 景観、防護柵、デザイン。

## 1. はじめに

現在、多くの道路橋に設置されている橋梁用車両用防護柵の6割程度が、鋳鉄並びに一般鋼材を素材とする防護柵である。また道路橋に設置される防護柵は、当該橋梁のために意匠された防護柵と防護柵メーカーがそれぞれ開発した機能重視の防護柵に二分される。

このような中、平成16年3月に国土交通省が監修、出版された「景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン」では、より低コストで美しい車両用防護柵の必要性がうたわれ、標準品ではあるがデザイン的な質の高さが防護柵に求められるようになった。

全国高欄協会は上記ガイドラインに基づいた鋼製の新たな橋梁用防護柵の開発を実施し、著者らはそのデザイン、開発メンバーとして参画した。本報告は、その経緯についてとりまとめたものである。



図-1 座屈を誘発するための切れ込みが特徴的な機能重視の防護柵

## 2. 開発における機能的条件

開発対象とした防護柵は、B種及びC種の橋梁用ビーム型防護柵のうち、3本ビームタイプ (H=850mm) である。

橋梁用車両用防護柵については、「防護柵の設置基準・同解説、2004」において、必要な強度、寸法等についての規定があり、これらを満足させることを静荷重試験により実証することが求められている。表-1は、今回開発対象とする防護柵に対して求められる機能を取りまとめたものである。

表-1 求められる機能的条件

種別	ブロックアウト量 (mm) *1		横梁の極限曲げモーメント (kN・m) *2			支柱間隔 (m)	各部高さ (cm)	
	主要横梁	下段横梁	横梁合計	主要横梁	下段横梁 *3		主要横梁上端高さ (路面から)	下段横梁中心高さ (地覆面から)
B種	45以上	30以上	26以上	17以上	4.5以上	2.0以下	90以上、100以下	25以上、60以下
C種	40以上	25以上	23以上	17以上	4.0以上			

\*1: 支柱の最前面から横梁最前面までの距離

\*2: 支点間隔2mの静荷重試験値

\*3: 1本あたり

### 3. 開発方針

開発主体である全国高欄協会では、鋳鉄と一般鋼材の二つの素材の製品を同一コンセプトのもとに、作り出すことをもともとめていた。しかし、このふたつの素材は、引張強さに関してはほぼ同等ではあるものの、圧縮強さに関しては鋳鉄が一般鋼材の約3倍の強さを有している。開発にあたっては、この材料特性を考慮しながら、上記ガイドラインに示された景観的配慮の基本理念に基づいて、以下の開発方針を定めた。

- ① 鋳鉄および一般鋼材、どちらの材質にも対応できる形状とする。
- ② 横梁は標準品（一般鋼材の丸鋼管で、防護柵部材としての検証は既に済んでいるもの）を使用し、支柱形状により他製品との差別化を図る。
- ③ 歩行者の視点に立ち、歩道側から見た場合にも裏面と感じさせない形状とする。
- ④ 現状の重く無骨な印象を和らげ、“スリムな印象”の形状とする。
- ⑤ 部材点数を極力減らすとともに構造上必要最小限の寸法とすることなどで、コストを低く抑えられる形状とする。
- ⑥ 形態的に煩雑であり、歩行者にとっても形態的な意味があまり感じられない支柱下部の「屈曲部」について、屈曲させることなく車両衝突時の座屈を誘導するような方法、形状について検討する。

### 4. 基本デザイン案の提案

上記方針を踏まえ、以下のようなデザインの特徴を有する4つの案を模型にて検討し、より軽快感があり、スリムな印象の支柱を基本デザイン案として選定した。

○ 既存製品のように座屈のための屈曲部を設けるのではなく、支柱下部の部材に穴をあける等の方法によって車両衝突時の座屈を誘導する

こととし、支柱の輪郭線としては屈曲部のない、スマートな印象の形状とする。

○ 支柱形状に曲線を用いることで、やさしくやわらかい印象の形状とする。

○ 支柱上部が下部よりも細い形状とすることで、軽快な印象の形状とする。

○ 部材点数を極力減らし、構造上、必要最小限の寸法とすることによって、支柱自体をスリム化する。

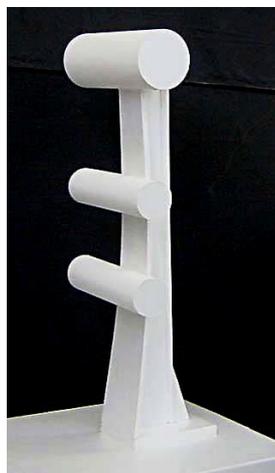


図-2 基本デザイン案模型

この基本デザインをもとに、鋳鉄と一般鋼材という材料特性の違いを考慮して、以下に示す支柱の供試体を作成し、どのような挙動を示すかを確認する静荷重試験を実施することとした。

表-2 供試体の主要寸法

	前板(フランジ)		中板(ウェブ)厚	背板(フランジ)	
	厚	幅		厚	幅
鋳鉄	18mm	90~140	6mm	8mm	35mm
一般鋼材	9mm	mm		9mm	38mm

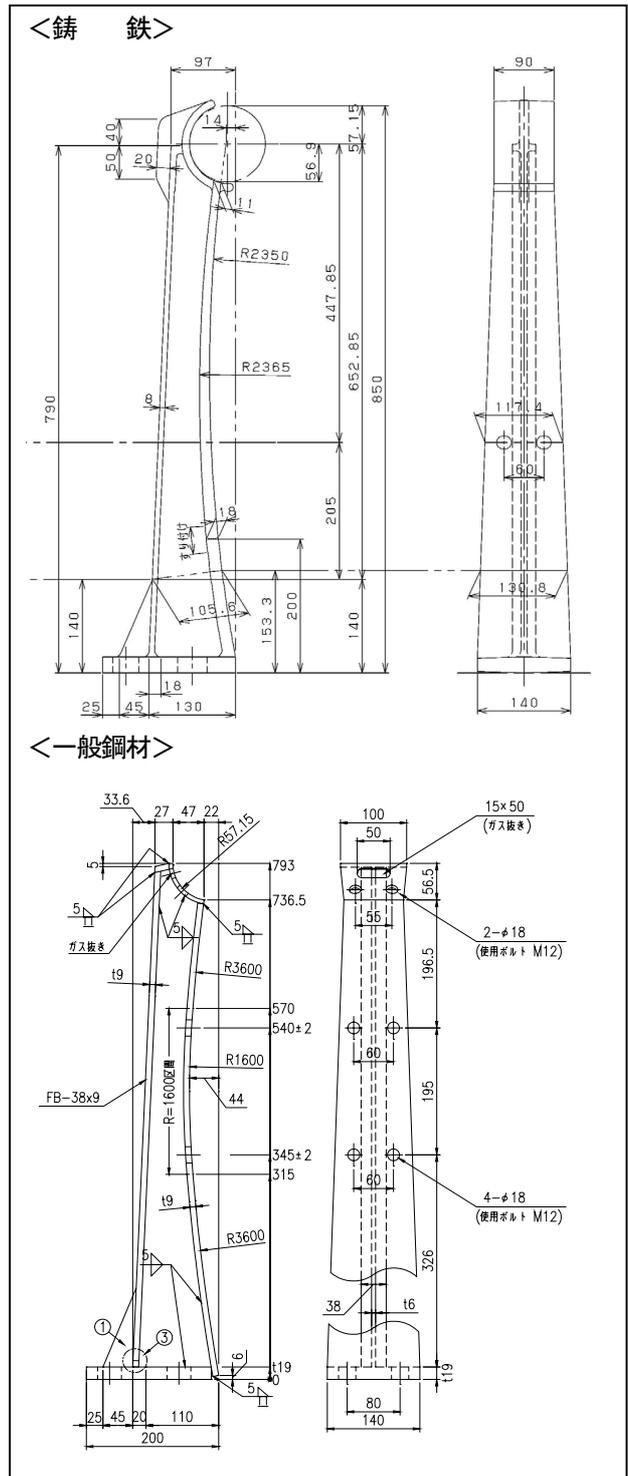


図-3 基本デザイン案を基にした供試体一般図

## 5. 静荷重試験を踏まえた変更必要点

静荷重試験の結果を表-3に示す。支柱の静荷重試験では、300mmの変形に破断無く耐えることが求められる。また  $P_{max}$  (支柱の最大支持力) 値は2回の試験値の小さい方を採用するとされている (ただし、今回は予備試験であることから一般鋼材については1回の試験とした)。さらに、支柱の最小設置間隔との関係、部材重量との関係 (コストに関係) からは、必要以上に強すぎないことが求められ、B種の場合、これまでの開発経験から  $P_{max}$  で30~36程度となることが求められる。

表-3に示したように、一般鋼材については性能的問題がないものの、鋳鉄については支柱が破断する結果となった。

この試験結果について、構造的な観点から分析したところ、破断の原因は前板厚が18mmであるのに対して、それと接続する中板厚が6mmと薄く、その境界部に力がかかり破断に至ったものと仮説を立てた。その結果、鋳鉄については、座屈ポイントが必ずしも一定しないことから、支柱全体でしなる構造となるように最下段横梁部背からリブ上端部までの応力がほぼ一定 (応力差5%未満) になるように、板幅を変化させること、また前板と中板の接続部付近の強度を上げることが必要であるとの結論に至った。

表-3 静荷重試験結果

		$P_{max}$ (kN)	$P_w$ (kN)	判定結果	判定理由
鋳鉄	試験No.1	41.2	34.8*	不合格	亀裂発生
	試験No.2	38.9	破断	不合格	破断
	(参考) 既存防護柵	36.0	27.2		
一般鋼材		30.011	24.707	合格	

\*亀裂発生のため参考値



図-4 静荷重試験の状況写真

## 6. 構造 (断面係数) を配慮した二次提案

5. で示した静荷重試験において亀裂・破断が生じた鋳鉄については、断面係数の計算等を行い、変形想定箇

所での断面係数がどの部分でもほぼ一定となるように背板幅を上部で35mm、下部で20mmとし、さらに前板と接合する付近の中板厚を6mmから8mmへと厚みを増して強度を上げるとともに接続部の曲率を大きくすることでより大きな力に耐えられるように変更を加えた。これによる支柱の断面性能は、先の試験の供試体の約80%となり、 $P_{max}$  値も下がるのが想定される。

表-4 二次提案供試体 (鋳鉄) の主要寸法 (網掛けが変更箇所)

	前板(フランジ)		中板(ウェブ)厚	背板(フランジ)	
	厚	幅		厚	幅
鋳鉄	16mmと 18mm	90~140 mm	6(変形誘発部) ・8mm	8mm	35(上部)~ 20(下部)mm

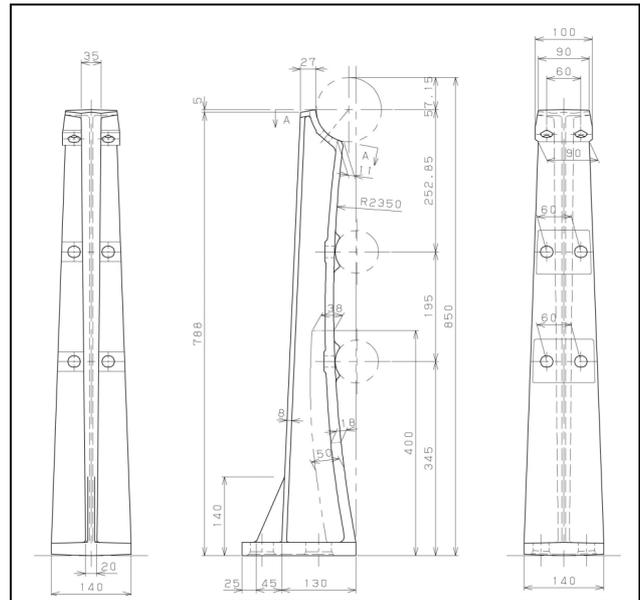


図-5 二次提案供試体 (鋳鉄) 一般図

## 7. 静荷重試験による機能の確認

静荷重試験の結果は表-5、図-6、図-7に示すとおりであり、鋳鉄、一般鋼材ともに性能基準を満足することができた (一般鋼材については、安定した性能が得られるかを確かめるために、4. で示したものと同一集寸法・形状の供試体で再度試験を行った)。なお、鋳鉄については前板と中板の強度差を小さくする観点から、前板厚については18mmのものに加えて、16mmと薄くしたものについても同時に試験を行い、どちらも性能を満足することができきため、支柱重量の小さ前板厚16mmのものを製品化することとした。

表-5 静荷重試験結果

		$P_{max}$ (kN)	$P_w$ (kN)	判定結果
鋳鉄	試験No.1	36.9	28.8	合格
	試験No.2	37.0	28.2	合格
一般鋼材	試験No.1	32.046	27.93	合格
	試験No.2	31.066	26.64	合格

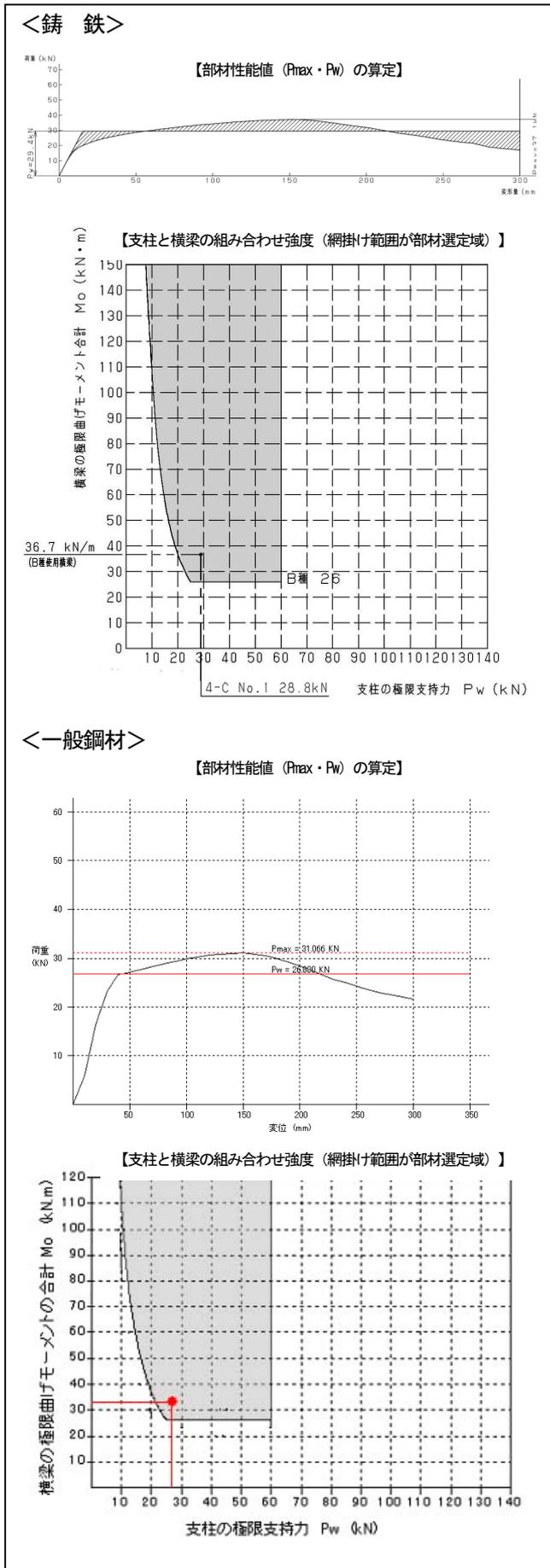


図-6 試験結果グラフ(鋳鉄・一般鋼材共に試験No.2)

図-7 静荷重試験の状況写真



### 8. 開発製品の特徴

今回開発を行った製品は、図-8に示すように、きわめてシンプルで軽快な印象のものである。構造的には支柱全体でしなる特性を有しており、スリムで部材重量が従来製品の約 2/3 (鋳鉄) と、きわめて合理的な形状とすることができた。このため、従来より低コストで美しい製品の開発に成功した。その結果、本製品は全国高欄協会の標準品となった。本製品が標準品として整備されることによる道路景観に与える好影響は小さいものではないと考える。

謝辞：本製品の開発は、全国高欄協会が行ったものであり、関係各位には多大なご協力を頂いた。厚く謝意を表す。



図-8 製品プロトタイプ(写真は一般鋼材)

### 参考文献

- 1) (社) 道路協会：防護柵の設置基準・同解説，2004
- 2) 国土交通省道路局地方道・環境課監修：景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン，2004