

## 美化橋梁<sup>†</sup>

飯	村		修*	Osamu Imura
柳	本	泰	伴**	Yasutomo Yagimoto
由	井	洋	三***	Yozo Yui
湯	川	雅	之****	Masayuki Yukawa

## Aesthetic Bridges

### Synopsis

Recently, bridges must be as beautiful as they are functional and economical. We have developed two new types of aesthetic bridges, "Slender Bridge" and "U-beam Bridge". Compared with usual steel bridges, the height of "Slender Bridge" is relatively low and the fabrication of "U-beam Bridge" is very labor-saving.

Some tests have been conducted to examine their structural properties. As a result, the following facts were confirmed :

Concerning the "Slender Bridge," 1) Experimental behavior corresponds to the analysis and this bridge can be applied to existing design methods, and 2) It has enough fatigue strength for 2 million cyclic loading.

Concerning the "U-beam Bridge," 1) Experimental behavior corresponds to the analysis and this bridge can be applied to existing design methods, 2) U-beam thickness, if it is over 18 mm, exerts little influence to the ultimate resistance moment ratio ( $M_u/M_y$ ) and 3) Required diaphragm interval is under 6 m as usual.

### 1. 緒言

橋は、人々の生活や文化にとって古くから重要な役割を果たしてきた。戦後、一般的な橋では道路交通としての機能が重視されるようになり、標準的な橋梁が用いら

れてきた。しかし、近年では、社会資本にゆとり、アメニティなどが求められており、公共施設としての整備とともに質の向上も求められるようになってきた。ただ単に街並みを壊さないというだけではなく、更に進んで新しい街の雰囲気を作り出すように要求されてきている。市街地の橋梁の設計においては、機能性、構造的、経済性だけでなく、環境対策、維持管理の容易さに加えて、景観面の配慮が重要な検討要素になってきており、周辺環境と調和し、より快適で過ごしやすい街づくりのできる景観性に富んだ構造物として「美化橋梁」が望ま

<sup>†</sup> 1991年8月14日原稿受付

\* 東京本社 土木鉄構技術部 次長

\*\*     〃     土木鉄構開発室 室長

\*\*\*    〃     〃            参事

\*\*\*\*   〃     〃            〃

れている。

そこで、我々は、「美化橋梁」を開発のねらいの一つとし、更に、都市部中小河川の橋梁の新設・架け替え時などにおける桁高を低くすることに対するニーズ、近年深刻化してきている技能労働者不足に対応するために製作作業を省力化することへのニーズなどに対処できる橋梁の開発を進めてきた。

本稿では、このようなニーズのために開発された新型橋梁である「スレンダー橋」および「U桁橋」の概要と開発過程で実施した力学試験結果について報告する。

## 2. スレンダー橋

### 2.1 概要と特徴

都市部中小河川の橋梁の新設・架け替えにおいては、河川条件によって桁下高が制限を受けたり、取付道路の線形条件によって、橋面高も制限を受けるケースが増えているため、桁高を低く抑えた橋梁のニーズが高まっている。スレンダー橋は、低い桁高でも十分な耐荷力を発揮し、かつ美観を向上させた橋梁である。

スレンダー橋の構造は、第1図に示すようにCT形鋼を底鋼板に溶接し、CT形鋼の上フランジ相互をつないだデッキプレートからなる鋼桁と鉄筋コンクリート床版をずれ止めにより一体化させた合成桁橋であり、その主な特長としては、①低い桁高(桁高/支間=1/30~1/40程度)で十分な強度を有する、②床版コンクリート打設工事の効率化が図れる、③塗装の作業性に優れ維持管理費の低減が図れる、などが挙げられる。

### 2.2 構造特性の確認

スレンダー橋の開発にあたり、その耐荷性能及び疲労特性を実験により確認した。その結果を以下に示す。

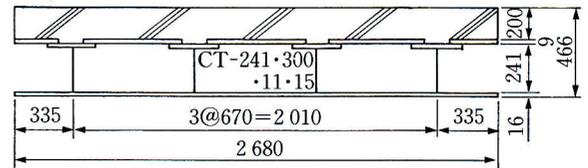
#### 2.2.1 実験内容

##### (1) 静的純曲げ破壊実験

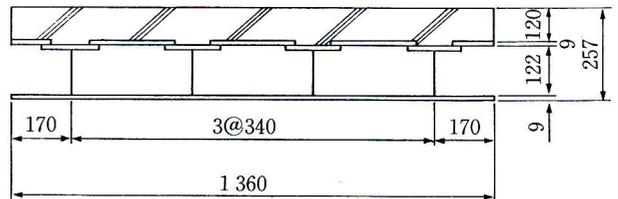
供試体は、第2図に示す支間16m相当(1等橋)の実大部分模型であり、鋼材の材質は、底鋼板、CT形鋼共にSS400材、コンクリート圧縮強度は $\sigma_{cr} = 45.5 \text{ MPa}$ である。実験では、第3図に示す支間5.1mの供試体を2点線荷重静的載荷により破壊するまで加力し、終局耐力並びに破壊挙動を調べた。

##### (2) 疲労実験

供試体は、第2図に示す支間16m相当(1等橋)の約1/2縮尺模型であり、鋼材の材質は、底鋼板、CT形鋼

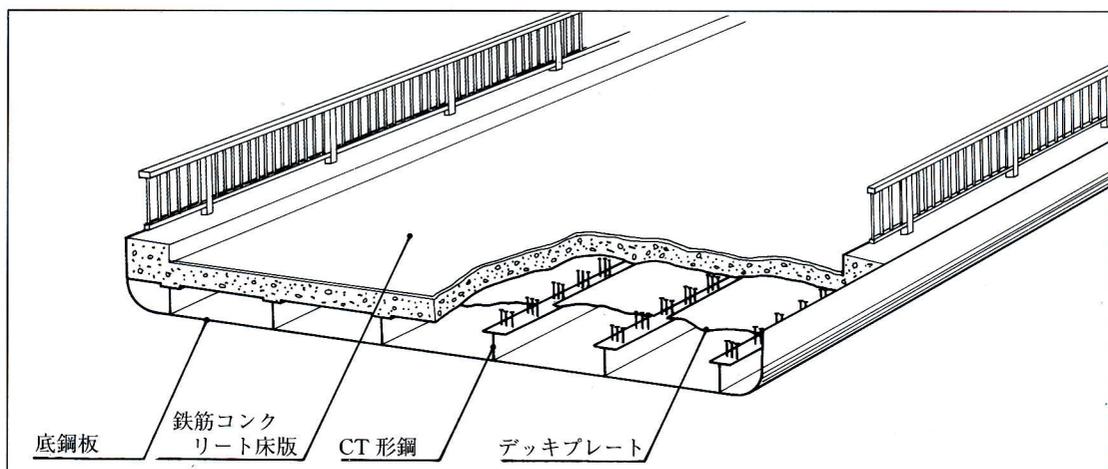


a) 静的純曲げ破壊実験

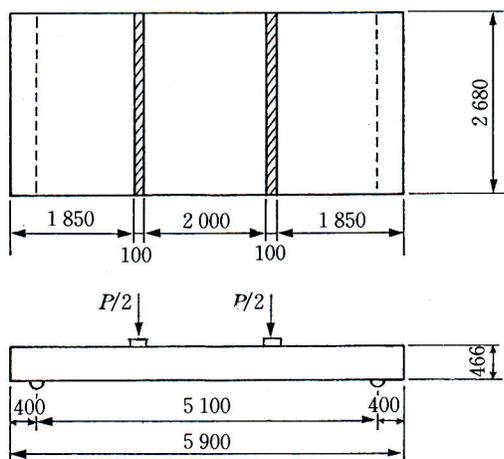


b) 疲労実験

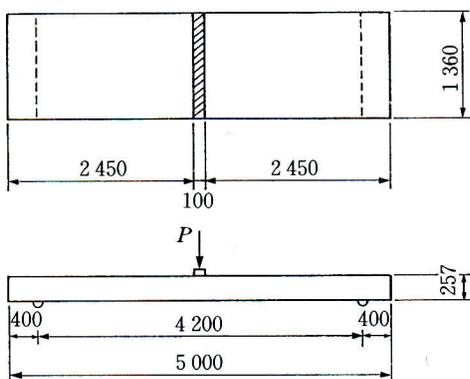
第2図—供試体断面図



第1図—スレンダー橋の構造



a) 静的純曲げ破壊実験



b) 疲労実験

第3図- 荷重条件

共にSS400材, コンクリート圧縮強度は,  $\sigma_{cr} = 34.9$  MPaである. 実験では, 第3図に示す支間4.2mの供試体を支間中央線荷重載荷により200万回まで繰り返し載荷し, 応力振幅などの疲労特性を調べた. ここに, 繰り返し載荷荷重の上・下限値は, コンクリート上縁応力度が上限値9.5 MPa, 下限値2.2 MPaとなるように設定した.

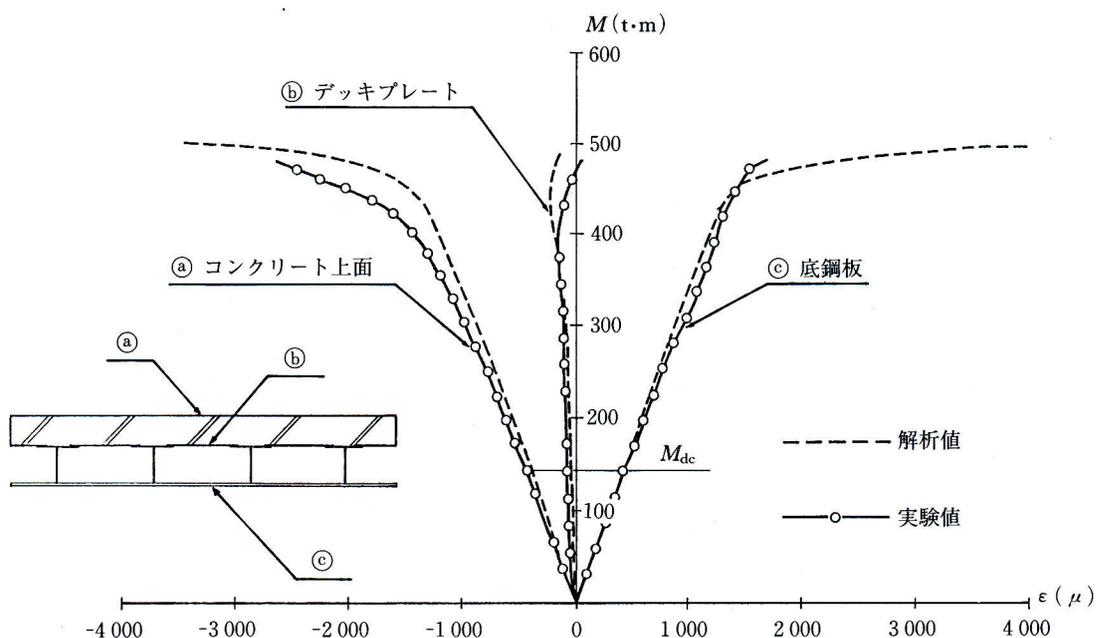
2.2.2 実験結果

(1) 純曲げ破壊実験

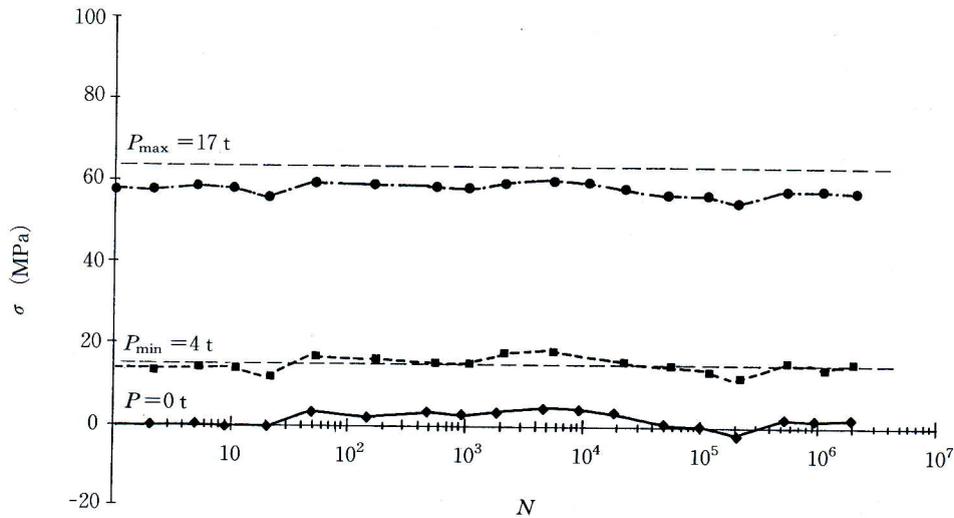
静的純曲げ載荷による支間中央断面の曲げモーメントと底鋼板, デッキプレート及びコンクリート上面のひずみの関係を第4図に示す. 図中破線は, 破壊抵抗曲げモーメントの解析値である. 供試体各部のひずみ量は, コンクリート上面の圧縮応力度が許容圧縮応力度に相当する荷重  $M_{dc}$  まで解析値は良好に一致し, その後も終局荷重まで解析値にほぼ等しく推移し, 終局荷重に達した付近でコンクリートの圧壊により崩壊に至っている. この結果より, 終局状態までの挙動は解析値とほぼ等しく, 許容応力度に対し, 十分な耐荷力を有することがわかる.

(2) 疲労実験

繰り返し載荷回数に対する支間中央断面の底鋼板下面の応力度の関係を第5図に示す. 図中の破線は, 繰り返し荷重の上限値と下限値における応力度の解析値である. 一部の繰り返し回数域で応力振幅量に, 若干の変動があるものの全体的にはほぼ一定であり, 疲労による断面性能の劣化は認められず, 十分な疲労耐荷性能を有することが確認できる.



第4図- 曲げモーメントとひずみの関係



第5図—底鋼板下面引張応力度の変化

### 2.2.3 実験のまとめ

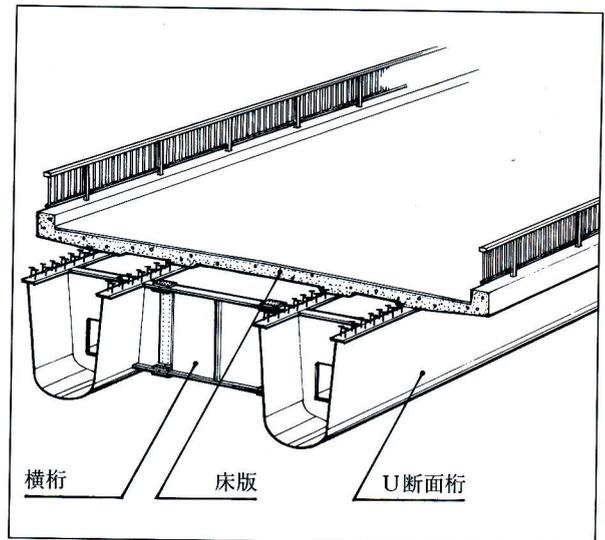
- i) 本橋は従来の解析方法により終局耐力まで適切な評価ができ、かつ、十分な耐荷性能を有するので現行の設計法により設計が可能である。
- ii) 繰り返し載荷による応力振幅は、繰り返し回数200万回に対してほぼ一定であり、十分な疲労強度を有するといえる。

## 3. U桁橋

### 3.1 概要と特徴

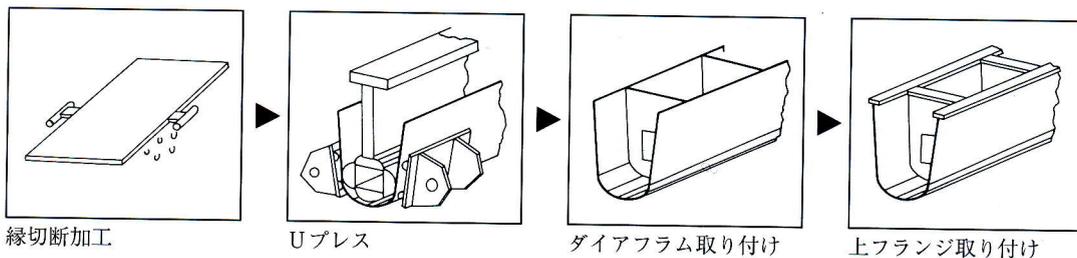
従来の橋梁は腹板とフランジを溶接でビルトアップし、それを縦横の補剛材で補強した構造であるため、溶接などの製作工数が増える傾向にある。これに対しU桁橋は、一体プレスで桁本体を製作することにより製作工数を削減し、技能労働者不足に対処するとともに美観を向上させた橋梁である。

U桁橋は、第6図に示すボックス桁橋であり、大径溶接鋼管製造用UOミルのUプレスにより一体成形したU断面材にダイアフラム及び上フランジを溶接し製作さ



第6図—U桁橋の構造

れる(第7図参照)。その主な特長としては、① 桁断面は、縦横の補剛材を不要としたシンプルな構造で、組立・溶接工数を減少でき省力化が図れる、② U形の滑らかな曲面で構成され、景観性に優れる、③ 塗装作業も容易、であるなどが挙げられる。



第7図—製作方法

3.2 構造特性の確認

U桁橋の開発にあたりその耐荷性能を実験により確認した。その結果を以下に示す。

3.2.1 実験の内容

実験には、SS400材による1/3縮尺模型を用いた。供試体 No. 及び模型断面形状を第1表、第8図に示す。実験ケースはNo. 1~3の3ケースで、No. 1を基本構造としてNo. 2ではU断面桁の板厚が薄くなることの影響、No. 3では中央部に設けた中間ダイアフラム ( $t = 4.5 \text{ mm}$ ) による耐荷力向上効果の検討を目的としている。載荷方法は、第9図に示す純曲げ載荷とし、補強のため支点位置及び載荷点位置にダイアフラム ( $t = 6 \text{ mm}$ ) を設けた。

3.2.2 実験結果

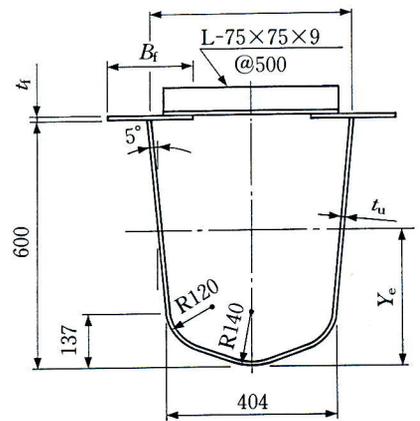
No. 1~3の  $M/M_y$  と  $\kappa/\kappa_y$  の関係を第10図に示す。ここで、 $M$ :作用モーメント、 $M_y$ :降伏モーメントの計算値、 $\kappa$ :曲率測定値、 $\kappa_y$ :  $M_y$  作用時の曲率計算値 ( $M_y/EI$ ) を表す。第10図には、U断面桁の解析値及びU断面桁と同等の断面剛性を有するI断面桁の解析値も併せて示している。

第10図から、以下が考察される。① 標準構造 No. 1の実験値は  $M/M_y < 1.0$  の範囲で解析値と良好に一致しており、 $M_y$  を基本耐力とする現行設計法は十分な設計であるといえる。② U断面桁の  $M_u$  (耐荷モーメント) /  $M_y$  測定値がI断面桁の形状係数に比べ約15%も大きくなっており、U断面桁の設計には  $M_u$  を基本とする設計法を適用する方がより合理的であると考えられる。③ No. 1とNo. 2の測定結果はよく一致し、板厚が薄くなることによる  $M_u/M_y$  の低下は少ない。すなわち、No. 2の板厚(実スケール換算18mm)以上であれば  $M_u/M_y$  に与える影響は小さいと考えられる。④ No. 1とNo. 3の測定結果もよく一致しており、中間ダイアフラムが耐荷力に与える影響はほとんど現われていない。

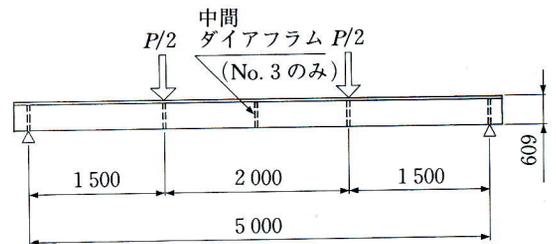
No. 1とNo. 3共、載荷点にはダイアフラムを設置しており、その間隔は実スケール換算で6mとなることから、6m以下の間隔で中間ダイアフラムを設けても  $M_u/M_y$  向上の効果は少ないといえる。

3.2.3 実験のまとめ

- i) U断面桁は降伏モーメント  $M_y$  を基準とする現行の設計法で十分安全である。更に、耐荷モーメント  $M_u$  を基準とした設計法により、より合理的な設計が期待できる。
- ii) U断面桁の板厚が実スケール18mm以上であれば  $M_u/M_y$  に対する板厚の影響は少ない。
- iii) 中間ダイアフラムの最大間隔は、従来の鋼製箱桁と同様6mとしてよい。



第8図-供試体断面図

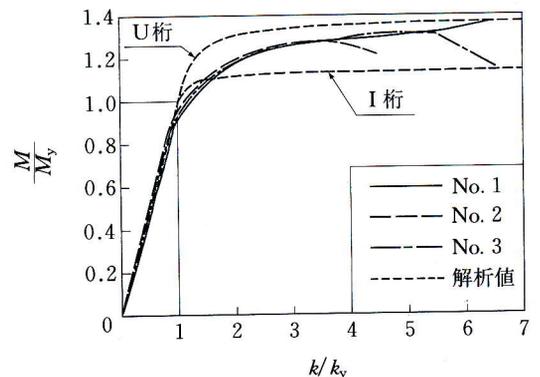


第9図-載荷条件

第1表-供試体物理諸元

項目	実験供試体 No.		
		1, *3	2
U板厚	$t_u$ (cm)	0.9	0.6
上フランジ板厚	$t_f$ (cm)	0.9	0.9
上フランジ幅	$B_f$ (cm)	20.9	13.3
全断面積	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	166	111
断面2次モーメント	$I$ (cm <sup>4</sup> )	80 300	53 900
弾性中立軸	$Y_e$ (cm)	33.1	33.0
形状係数	$F$	1.37	1.37

\* No. 3には桁中央部に中間ダイアフラム有り



第10図-曲げモーメントと曲率の関係

美化橋梁

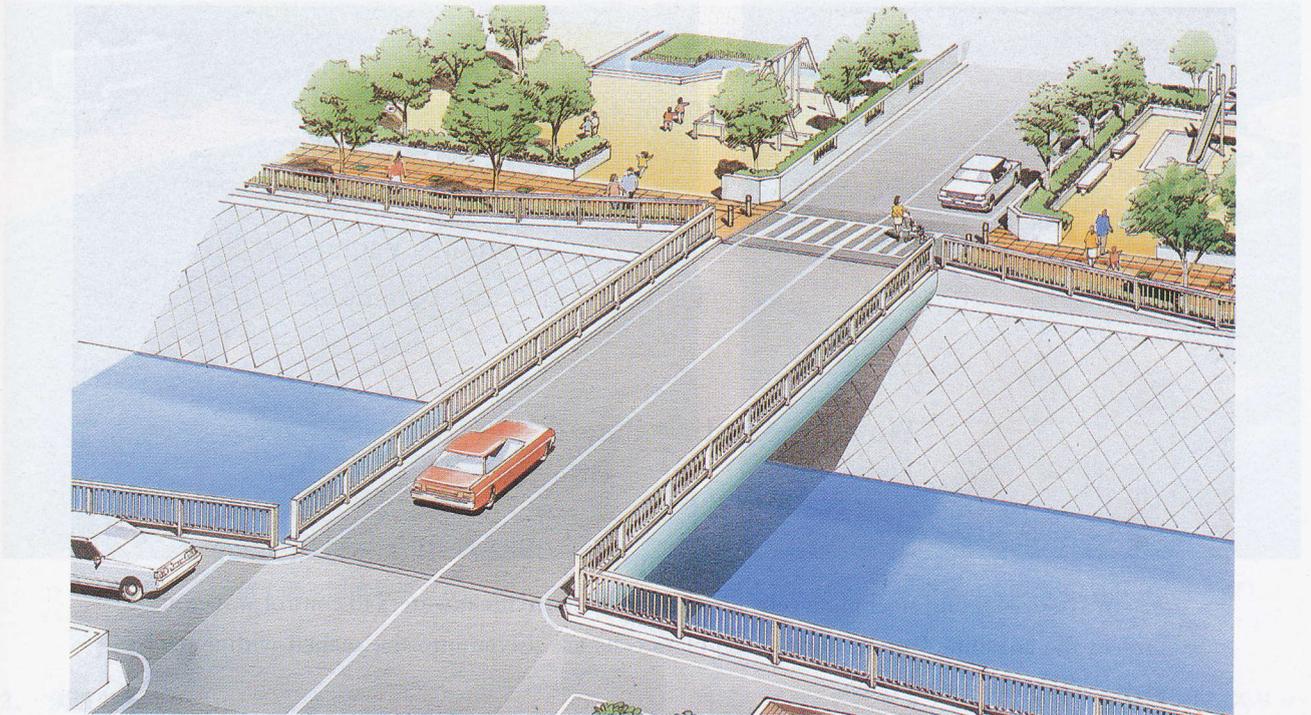


写真1—スレンダー橋

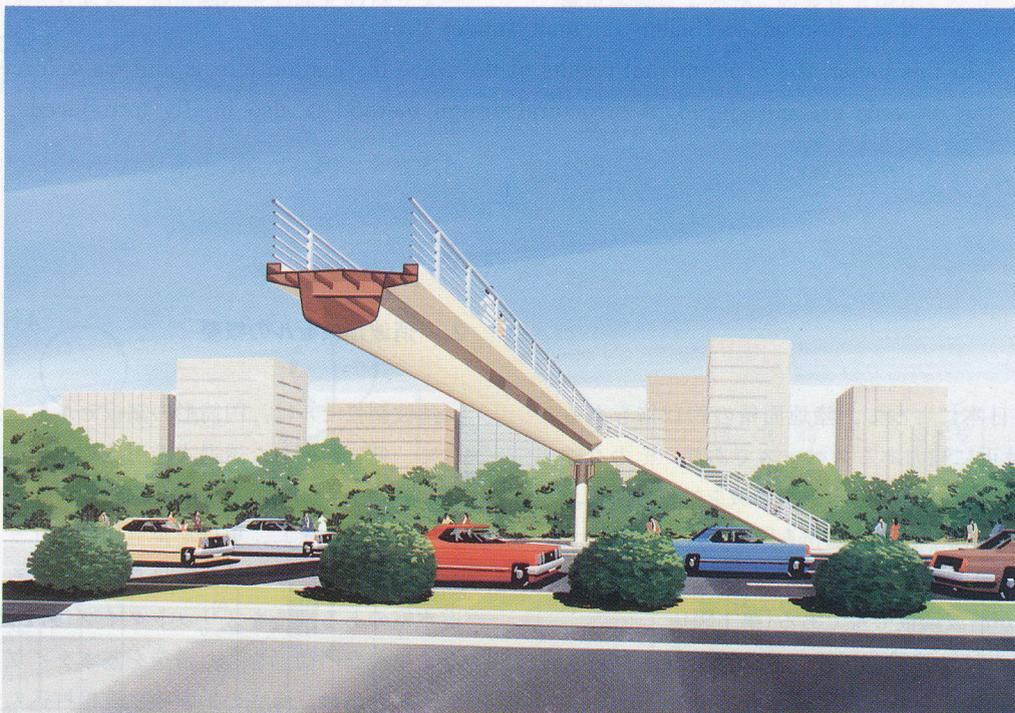


写真2—U桁橋

4. 結言

以上で説明した新型橋梁を美化橋梁として適用した場合のイメージパースを写真1、写真2に示す。このよう

に、本橋梁のような美化橋梁が人々の生活空間となる住宅地や活動の場となるオフィス地域などにおいて、快適環境を創出し、より良き社会形成に役立てられるよう努力していきたい。