

I-20 U桁橋の耐荷性能

住友金属工業(株) 柳本泰伴 東京大学 西野文雄 (株)大林組 佐々木哲男

1. 概要

U桁橋とは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断面材と、それに溶接した上フランジとからなる開断面ボックス桁橋（図1参照）であり、①下フランジ断面が円弧状であるため景観性に優れる、②U断面材は一体プレス成形により製作されるため組立・溶接工数が大幅に低減できる、③比較的厚肉の鋼板を用いてウェブの補剛材を省略することにより、さらなる組立・溶接工数の低減が可能となるとともに、塗装面積も低減できる、等の特徴を有する。U断面材の標準形状を図2に示す。このように、下フランジの最下端およびウェブとの接合部に円弧部があるため、曲げモーメントが作用する際、耐荷力に影響を及ぼすことも考えられる。この様な問題点を踏まえ、U桁の耐荷性能を実験的に検討したのでここに報告する。

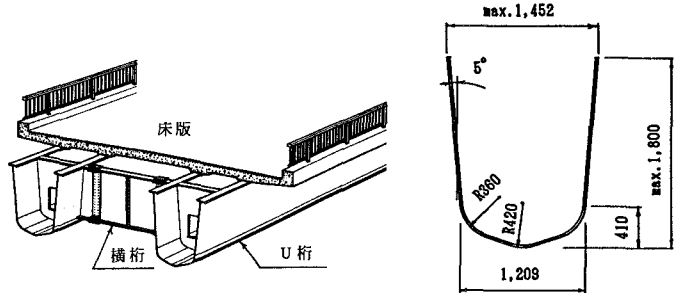


図1 U桁橋

図2 U断面材標準形状

2. 実験内容

実験には、SS41材による1/3縮尺の模型を用いた。模型断面形状および供試体No.を図3、表1に示す。実験ケースはNo.1～No.3の3ケースであり、No.1を基本構造として、No.2ではU断面材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（ $t=4.5\text{mm}$ ）による耐荷力向上の効果を検討することを目

表1 U桁模型および比較用I桁諸元

項 目	実験供試体No.		比較 I 桁
	1,*3	2	
U板厚 t_u (cm)	0.9	0.8	図3 参照
上フランジ板厚 t_f (cm)	0.9	0.9	
上フランジ幅 B_f (cm)	20.0	13.3	
全断面積 A_s (cm ²)	166	111	52.8
断面2次モーメント I (cm ⁴)	80,300	53,900	36,500
弾性中立軸 Y_e (cm)	33.1	33.0	31.9
形状係数 F	1.37	1.37	1.14

* No.3には桁中央部に中間ダイアフラム有り

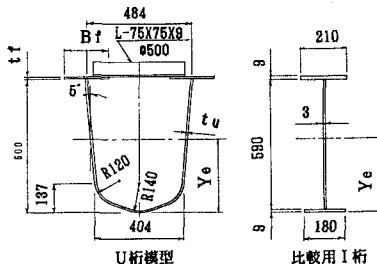


図3 U桁模型および比較用I桁形状

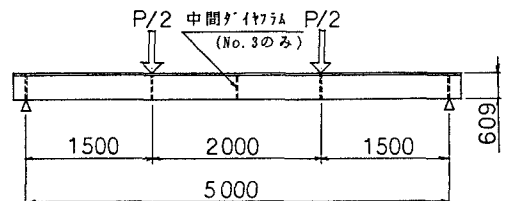


図4 荷重方法

3. 実験結果

全ての実験において、最終荷重に至るまでの状況は同様であった。すなわち、まず下フランジが降伏、その後上フランジが降伏して、断面のかなりの部分が塑性域に達した後、上フランジの座屈により崩壊に至っ

ている。なお、いずれのケースにおいても、せん断力によるウェブの破壊は生じなかった。No.1～No.3の M/M_y と κ/κ_y の関係を図5に示す。ここで、 M ：作用モーメント

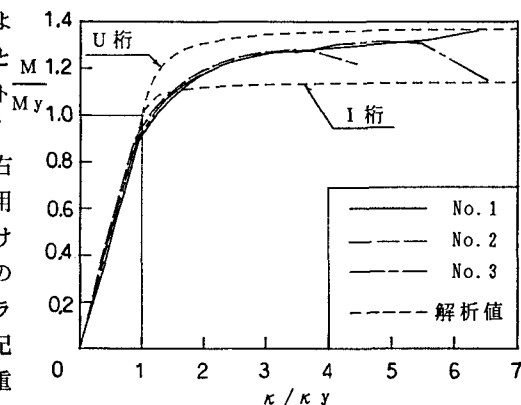


図5 M/M_y と κ/κ_y の関係

M_y ：降伏モーメントの計算値 κ ：荷重作用点および桁中央点における弾性中立軸位置の鉛直変位測定値（左右ウェブの平均値）から求めた曲率測定値 κ_y ： M_y 作用時の曲率計算値（ $=M_y/EI$ ）を表し、弾性範囲における理論値では $M/M_y = \kappa/\kappa_y$ となる。図5においてNo.1の最後のデータが M/M_y の最大値を示しているのは、上フランジが座屈する直前のデータを、部材の安定を待たずに記録してしまったためであり、本来の安定状態における荷重は下がっていたものと考えられる。従って以下の検討では、この M/M_y の最大値を無視する。図5には実験に用いたU桁の解析値も示している。また、U桁の耐荷性能を従来の桁と比較するため、I桁（鉄桁）の解析値もあわせて示している。比較対象としたI桁断面は、No.1とほぼ同等の桁高・弾性中立軸位置と、約1/2の断面2次モーメント（I桁2本でU桁1本に相当）を有している（図3、表1参照）。解析値はそれぞれの形状係数（ M_p/M_y ）に収束しており、その値はU桁で1.37、I桁で1.14となる。

No.1の実験値をU桁の解析値と比較する。 $M/M_y \leq 1.0$ では、 M/M_y が約0.9を超えると実験値の κ/κ_y がすこし大きくなるものの、両者はほぼ一致している。すなわち、 M_y を基本耐力とする現行設計法を適用した場合、十分安全であるといえる。一方、 $M/M_y \geq 1.0$ では、 M/M_y の最大値、すなわち、曲げ耐荷モーメント/降伏モーメント（ M_u/M_y ）が、解析値（=形状係数）の約96%に達していることから、コンパクト断面の性格を持つものといえる。U桁の M_u/M_y 測定値をI桁の形状係数と比較すると、約15%も大きくなっている。この理由は、U桁の下フランジ下端部が円弧状であること、および、ウェブと下フランジの板厚が同一であることによる。U桁橋に、 M_y を基本耐力とする現行設計法を用いる場合、この耐力増加が設計に反映されないため、実質安全率が従来のI桁橋より大きくなる。従って、U桁橋の設計には、 M_u を基本とする設計法を用いるのが合理的であると考えられる。

U断面材の板厚の影響を検討するためNo.1とNo.2のデータを比較する。両者はよく一致しているものの、No.2が、No.1より小さい κ/κ_y で崩壊に至っている。これは、U断面材板厚の影響とともに、No.2の上フランジ幅がNo.1よりも小さく、座屈し易かったためと考えられる。一方、No.2の M_u/M_y は、U桁の形状係数の約93%であり、No.1（約96%）との差は小さい。すなわち、No.2における板厚（実スケール18mm）以上の板厚であれば、板厚が薄いことによる M_u/M_y の低下は少ないと考えられる。

中間ダイヤフラムが曲げ耐荷モーメントに与える影響を検討するため、No.1とNo.3を比較する。両者は非常によく一致しており、中間ダイヤフラムによる効果は現れていない。No.1, No.3共、載荷点にはダイヤフラムを設置しており、その間隔は実スケール換算で6.0mであったことから、6.0m以下の間隔で中間ダイヤフラムを設けても、 M_u/M_y 向上の効果は期待できないといえる。すなわち、U桁橋においても、従来の箱桁橋と同様に、最大ダイヤフラム間隔を6.0mとしてよいと考えられる。

4. 結論

(1) 今回実験したU桁の曲げ耐荷モーメント/降伏モーメント（ M_u/M_y ）は、形状係数の93～96%に相当す値を示し、コンパクト断面の性格を持っていたといえる。また、この M_u/M_y は従来のI桁の形状係数と比べて約15%大きく、 M_y を基準とする現行設計法を用いると、従来構造と比べて実質安全率が大きくなるため、 M_u を基準とする設計法を用いる方が合理的な設計となる。

(2) U桁の板厚は18mm以上であれば(1)に述べた耐力は期待できる。

(3) 中間ダイヤフラム最大間隔は、従来の鋼製箱桁と同様6.0mとしてよい。それ以下の間隔でダイヤフラムを設けても M_u/M_y の向上は期待できない。