

橋梁製作の省力化対策

——テーパ鋼板および差厚鋼板の橋梁への適用（その1）

Labor Savings in Bridge Construction : Applying longitudinally tapered and profiled plates (Part 1)

成宮隆雄* 百瀬敏彦**
Takao NARUMIYA Toshihiko MOMOSE

Summary

Parts of a bridge girder's flange vary in thickness with the magnitude of the bending moment expected to act on those parts. The parts are joined by sheet metal welding. Since, among the various processes of bridge manufacture, sheet metal welding requires many man-hours, eliminating sheet metal welding would be very effective in reducing the labor required for bridge manufacturing.

A longitudinally profiled and tapered plate is a steel plate handled by the roll, the thickness of which gradually changes as it is unrolled. Using such plates means that sheet metal welding work can be eliminated without increasing the weight of the steel.

There are other advantages to using longitudinally profiled and tapered plates in bridges besides economy. Using these plates is favorable in terms of fatigue characteristics, and also for the appearance of the bridge since there can be smooth variation in the form of a girder flange. This paper is an interim report on a study of applying longitudinally profiled plates to bridges.

1. はじめに

鋼橋製作の省力化工法として、鋼重増による鋼材費の増加と加工工数の低減を秤にかけた板継ぎ溶接継手の省略工法が採用されている。板継ぎ工程の作業ステージは——開先加工→板組立（エンドタブ取付け）→板継ぎ溶接→（反転）→板継ぎ溶接→エンドタブ切断→放射線透過試験→溶接角変形等矯正→（余盛仕上げ）→（幅再切断）——と非常に多く、板継ぎ工程が省略できれば、工程の省力化および工期短縮の効果は非常に大きい。

一方、板継ぎ溶接継手の省略は板継ぎすべき複数枚の材片の材質を統一するか、厚板で統一するかのいずれかの方法となり、後者の場合はかなりの鋼重増となる。

鋼重増は単に鋼材費の増加だけでなく、死荷重の増加により、橋脚等下部構造への影響および上部工のたわみ形状等に関する設計的な再照査も必要となる。そこで、設計上必要な断面力を確保すること、および製鋼技術が優秀で、品質管理体制の整った新日本製鐵(株)君津製鐵所で製作することを前提に、1ロールにおいて一定の比率で板厚が変化する鋼板（以後テーパ鋼板という）および1ロールにおいて異なる板厚をもつ鋼板（以後差厚鋼板という）を橋梁に適用することにより、著しい鋼重増を伴わない板継ぎ省略工法についての検討を行った。

本報では中間報告として、差厚鋼板に関する試験ロール迄の結果について報告する。

2. テーパー鋼板および差厚鋼板

ドイツおよびフランスにおいては1983年頃からテーパ鋼板の異形鋼板が橋梁に用いられており、1990年には3820Tが使用されたと報告されている。日本においては、1970年頃から造船用軟鋼において差厚鋼板が製造された実績がある。これらの差厚鋼板が造船において大々的に用いられることがなかったのは、差厚鋼板製造上のエキストラ（鋼材費増）と差厚鋼板を用いることによる製作上メリット（加工費の低減）とが、釣り合わなかったためと考えられる。

最近では建設市場の国際化の動きに伴う内外価格差の論議が活発化してきており、鋼橋についても設計・製作（材料と加工）・架設を通してのトータルコストについて論議されるようになってきた。その中で、製作における省力化として板継ぎ省略が採用されてきているが、板継ぎ省略に伴う鋼材費の高騰がせつかくの製作上のメリットを低減していることになり、鋼重増を最小限に抑えられるだけでなく、使い方によっては鋼重減も期待できる異形鋼板、特にテーパ鋼板と差厚鋼板に注目し、(株)宮地鐵工所と(株)新日本製鐵とで橋梁適用への研究を行った。現在我々が検討している異形鋼板は、橋梁部材のフランジ、ウェブおよび縦リブ等に有用と思われるテーパ鋼板および差厚鋼板である。

図-1に種々の異形鋼板の側面断面図を示した。今回

* 千葉工場生産技術研究所長

** 千葉工場製造部生産技術課

は3段差厚鋼板の試験圧延を行い、3段差厚鋼板の板厚および形状特性と差厚部の機械的性質等の試験を行った。

図-2に差厚鋼板の製造工程を図-3に差厚鋼板の圧延方法を示した。

3. 3段差厚鋼板の試験ロール結果

(1) 3段差厚鋼板の形状および寸法

試験ロールした3段差厚鋼板の形状・寸法の仕様および実績を表-1に示した。

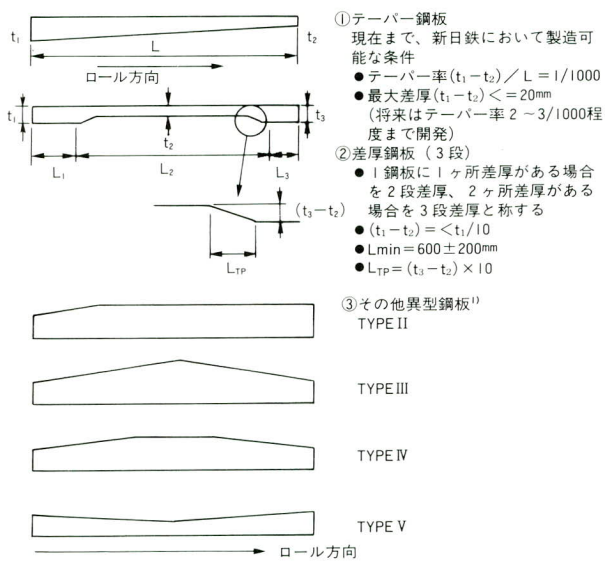


図-1 异形鋼板の種類

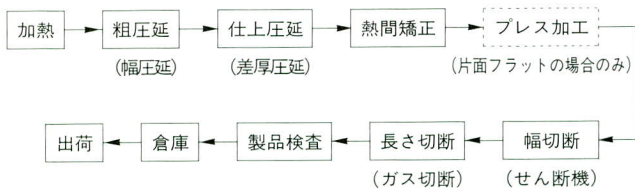


図-2 製造工程

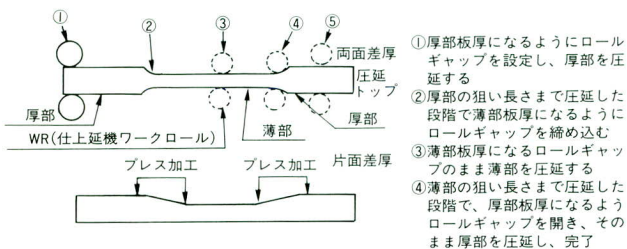


図-3 差厚圧延方法 (1パス法)

差厚鋼板の圧延におけるロール方向の差厚部の位置精度は、圧延装置とコンピューターによる圧延速度およびロールギャップの圧延制御システムによって決まる。しかし、現状ではこの差厚位置に最も誤差が生じ易く、狙い位置に対して $\pm 200\text{mm}$ 程度のバラツキを見ておくことが必要であり、差厚段数が多くなるほど、制御も難しくなり歩留まりも著しく悪くなる。従って差厚鋼板の差厚も多くて3段差厚程度が限度であり、差厚鋼板よりもテーパー鋼板を用いるほうが、异形鋼板エクストラも安く、かつ鋼材の歩留まりもよくなると思われる。

表-1 3段差厚鋼板の形状・寸法の仕様と実績

項目	仕様	実績
材質	SM490A	SM490A
ロール鋼板全長	10,000mm	10,002mm
ロール鋼板幅	2,490mm	2,492mm
板厚 t_1 (トップ厚部)	24mm	23.9mm
板厚 t_3 (ボトム厚部)	24mm	23.7mm
板厚 t_2 (中央薄部)	21.5mm	21.7mm
長さ L_1 (トップ厚部)	$L_1 \geq 600$, 狙い800mm	875mm
長さ L_3 (ボトム厚部)	$L_3 \geq 600$, 狙い800mm	875mm
長さ L_2 (中央薄部)	$L_2 \leq \text{全長} - (L_1 + L_3)$	8,250mm
差厚部裏面平坦度 $\sigma/1\text{m}$	1.0mm以下	0~1.9mm

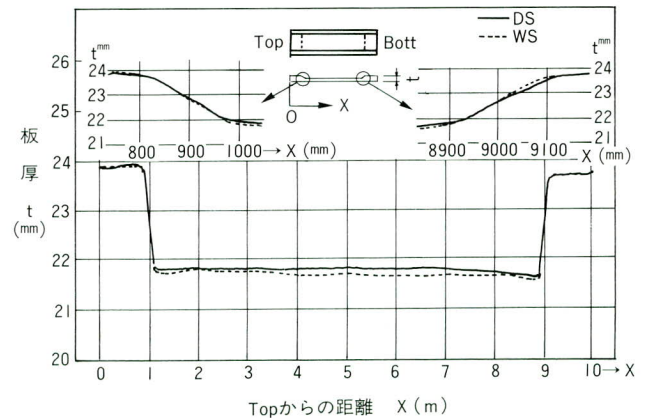


図-4 差厚鋼板板厚測定結果

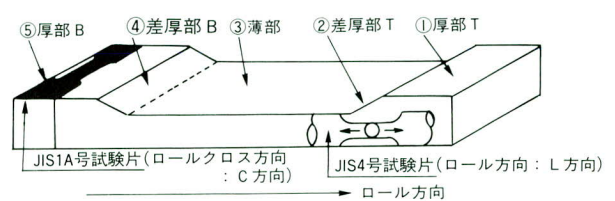


図-5 3段差厚鋼板引張試験片採取要領

(2) 3段差厚鋼板のロール方向の板厚測定結果

鋼板の両側端部をロール方向に20～50mmピッチで板厚の測定を行い、差厚部を含めた板厚分布状態を図-4に示した。両厚部および薄部とも、板厚公差はJIS規格の許容差を十分満足する状態であった。

(3) 3段差厚鋼板の機械的性質

差厚部を含めて、図-5に示す要領で引張試験片を採取し、引張試験を行った。試験結果を表-2に示した。差厚鋼板の厚部、差厚部および薄部とも規格を十分満足した。

(4) 3段差厚鋼板の硬さ試験

差厚鋼板の厚部、差厚部および薄部の断面マクロ試験片を用いて硬さ試験を行った。各位置での硬さ分布を図-6に示した。各位置において著しい差は認められなかった。

表-2 3段差厚鋼板の引張試験結果

板厚mm	試験片採取位置	試験形状	試験方向	降伏点(N/mm ²)	引張強さ(N/mm ²)	伸び(%)
SM490A	規格	JIS1A号	C方向	≥315	490～610	≥21
24	①厚部T	JIS1A号	C方向	384	540	29
	⑤厚部B			393	541	27
24	②差厚部T	JIS4号	L方向	422	550	37
21.5	④差厚部B			423	552	37
21.5	③薄部			423	550	37

(5) 3段差厚鋼板のマクロおよびマイクロ試験

差厚部の側断面マクロ写真を写真-1に示した。また写真-2に板厚 $\frac{1}{4}$ での厚部、差厚部および薄部の顕微鏡組織写真を示した。差厚部の板厚変化は非常に滑らかな状態であり、顕微鏡組織も良好であった。

4. まとめ

板継ぎ省略工法を積極的に採用し製作の省力化を計ろうとすると、従来は鋼重増による鋼材費の増加を伴うことになる。1枚の鋼材で断面変化が得られる異形鋼板、特にロール鋼板および差厚鋼板が採用できれば、板継省略工法の省力化効果は非常に大きくなる。

本報では、(株)宮地鐵工所と(株)新日本製鐵との共同研究である「ローラー鋼板および差厚鋼板の橋梁への適用研究」の中間報告として、試験ロールを行った3段差厚鋼板の特性についての報告をおこなった。ローラー鋼板およ

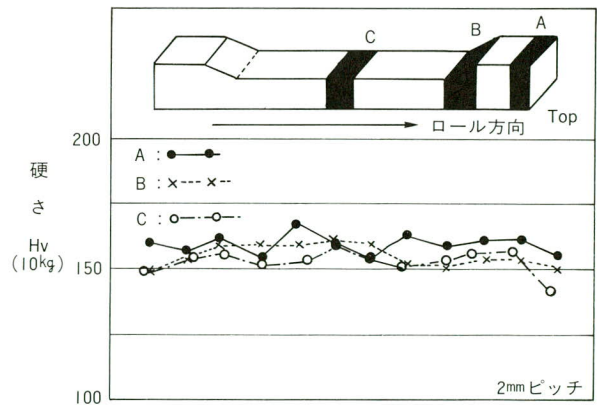


図-6 3段差厚鋼板の断面硬さ分布

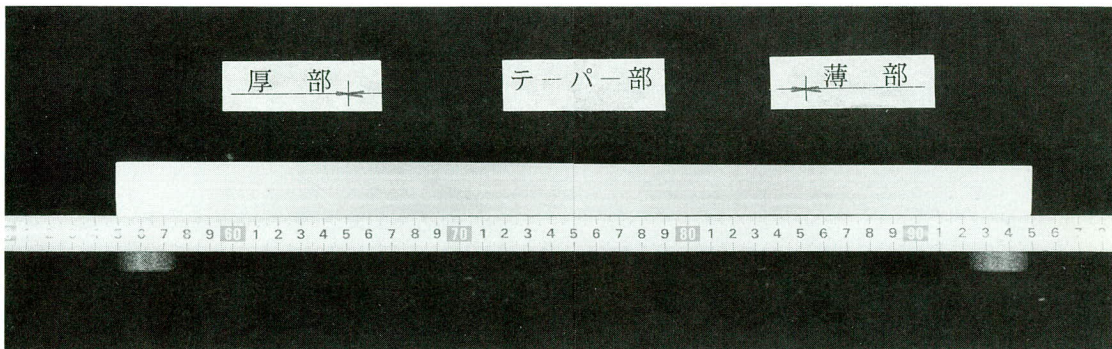


写真-1 差厚部縦断面マクロ写真

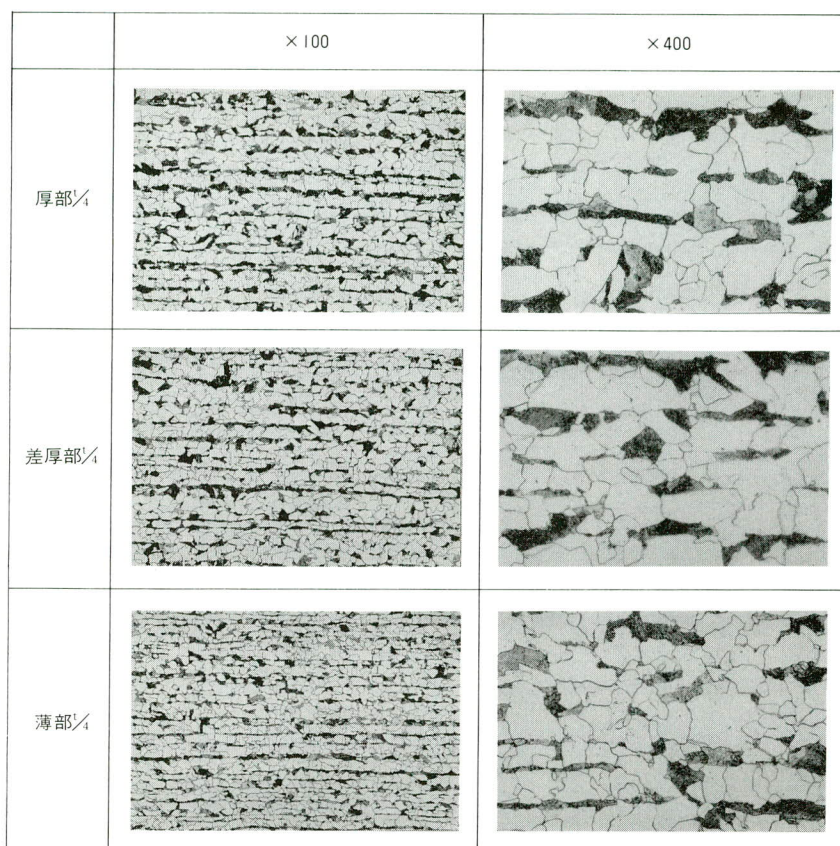


写真-2 3段差厚鋼板の顕微鏡組織写真

び差厚鋼板の橋梁への適用は非常に魅力があるテーマであり、異形鋼板の形状・寸法範囲の拡大、ならびに効率的な製造方法の改善と開発が期待される所である。

最後に、本研究に御協力を頂きました(株)新日本製鐵の関係各位に感謝の意を表する次第である。

<参考文献>

- 1) G.GARRIGUES, J.GRANBOULAN, J.MAZOU; A SMART PRODUCT FOR STEEL STRUCTURES: TAPERED STEEL. ALSO LONGITUDINALLY PROFILED PLATES

1994. 6 .25受付