第I部門 コア採取によるマイクロ試験片を用いた材料試験法に関する検討

京都大学工学部 学生員 〇二宮 智大 京都大学大学院 正会員 橋本 国太郎 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

1. <u>はじめに</u>

現在,日本には15m以上の道路橋は約15.7万橋あるが,その 多くが高度経済成長期に集中して整備されており,鋼橋の老朽化 に伴う損傷は今後ますます顕在化していくと考えられる¹⁰.その ため,今後損傷橋梁を効率的に再生・維持・利用していくことが必 要となるが,その実現には損傷原因を把握し,補修・補強方法を 策定していく必要がある.そのような検討のためには鋼材の強度 や破壊潮性などの基本的な機械的性質の情報が必要となる.

そこで本研究では、鋼板を用いた当て板補修・補強の際、鋼材 にボルト孔をあけることや、疲労損傷の対策を目的としたストッ プホール法の際に得られるコアに着目し

(1) コア抜きを利用した開放ひずみ・残留応力測定

(2) コア程度の大きさの試料から製作した試験片での試験 の上記2点を行い、各試験法に関する検討を行った.

2. コア採取による鋼桁の残留応力測定

2.1 <u>実験概要</u>

本実験では文献²⁰の実験で用いられた鋼I桁を使用した、実験供 試体は鋼I桁(橋長24m,幅員17.7m,RC床版厚180nm,6主桁) の実物大部分モデルである。 Φ 27mmのドリルを用い、図中のウェ ブ部分、計26箇所のコア抜きを行い、式(2.1)及び式(2.2)より残留応 力を算出した、3軸いずみゲージを用い、第1軸式桁軸方向(x軸) 第2軸式桁高方向(y軸,第3軸式第1軸方向から時間回りに45 度の方向とした、 σ_x 及び σ_y はそれぞれ第1軸方向及び第2軸方向 の残留応力であり、Eは鋼材のヤング率、vはボアソン比である。



2.2 結果及び考察

コア抜きによる解放ひずみから算出した各方向の残留応力の分 布を図22に示す、全体的に圧縮を受け、引張りが生じたのはフラン ジと補剛材に囲まれた端の部分のみとなった、LINE1では溶接部近

Tomohiro NINOMIYA, Kunitaro HASHIMOTO
Kunitomo SUGIURA
ninomiya.tomohiro.38z@st.kyoto-u.ac.jp

傍から下端まですべての位置においてにおいて σ_x , $\sigma_y < 0$ なっており, 圧縮応力が生じている結果となった。上下フランジの溶 接部近傍とウェブ中心では大きな圧縮応力が生じており, その中間 に位置する部分で圧縮応力が撮小となっている。上下フランジの溶 接こよる影響が少なかったことや、載荷による影響で圧縮ひずみが 出たものと考えられる。上フランジと補剛財の溶接部に近づくに連 れて x 方向, y 方向ともに圧縮から引張りに近づいている。このこ とからも、溶接により他の部材に強く拘束されている領域では引張 りが生じ、溶接部から離れた領域では載荷の影響により圧縮が出た ものと考えられる。また、フランジ逆歪形成装置によるプレス矯正 により、溶接によるたわみが矯正され、コア抜きで溶接の影響が見 られなかった可能性が考えられる。



3. マイクロ試験片を用いた引張試験

3.1 実験概要

表 3.1 マイクロ試験片寸法

供試体	厚さ T	幅 W	評点距離 Lc	平行部長 L	肩の丸み R	ゲージ	供試体数
5号試験片	9	25	50	60	15	FLA-3	3
M-1 試験片	9	2	4	4.8	1.2	FLA-03	4
M-2 試験片	3	2	4	4.8	1.2	FLA-03	3

3.2 <u>結果及び考察</u>

実験結果を図3.1、マイクロ試験片を試験機のつかみ部に取り付けた際に生じたひずみを初期ひずみとし表32に示す. M-1 試験 片について、5号試験片と比較すると引展強度と降伏点がともに少 し大きな値となった. 厚さが平行部長さに対して極端に大きい形 状である為と考えられる. M-2 試験片について、降伏点はかなり 低い値となった. 弾性係数と引張強度については5号試験片と同 程度であることから、表面の加工が弾性域初期に影響すると考え られる. 初期ひずみに差がみられる試験片については弾性係数が 低くなっていることが分かる.



図 3.1 引張試験結果

表 3.2 谷ケースの初期ひすみ						
	供試体名			初期で	トずみ	
			表	裹	平均	差
M-1 試験片	つかみ 高さ方向	b-1	1520	1037	1279	483
	つかみ 幅方向	b-2 b-3 b-4	-104 21 -336	-135 -300 441	-119.5 -139.5 39.0	31 321 777
M-2 試験片		c-1 c-2 c-3	$ 157 \\ 381 \\ 465 $	-180 259 -293	-11.5 320 86.0	337 122 858

4. マイクロ試験片を用いたシャルピー衝撃試験

4.1 実験概要

JIS Z2242 で規定されるVノッチ試験片(サブサイズ7.5mm)と、 切欠部を含む領域を φ 20mm のコアから作成すると想定したマ イクロ試験片で試験を行った。図4.1 にコア使用部分を、図4.2 に 使用鋼材と採取方向を、図4.3 にマイクロ試験片の寸法を示す。切 欠きを入れた中央の試験片(図中2)と長さ調整板(図中1)とを Tig 溶接(電流160~170A,溶接棒TGSICM,アルゴンガス,片側上





下で計14パス) することでJIS 規格と同じ長さ55mmの試験片 とした.長さ調整板には中央の試験片と接合する部分に45度と 60度の切れ込みを入れた.

4.2 <u>結果及び考察</u>

試験結果を表 4.1 に示す. 溶接接合を用いたマイクロ試験片で あってもJIS規格のV ノッチ試験片と同程度の吸収エネルギーが 得られた. Tig 溶接の際のパス数が多かったため入熱の影響がほと んどなかったためであると考えられる. このことから, Tig 溶接の ような一般的に用いられる溶接方法を用いて作成した試験片でも 十分に,正確な吸収エネルギーを測定することができる可能性が あると考えられる.

試験片		吸収エネルギー(J)
	a-1	156.7
JIS規格Vノッチ 試験片	a-2	144.7
	a-3	164.0
	平均	155.1
	b-1	159.1
マイクロ試験片	b-2	159.1
溶接接合	b-3	154.3
	平均	157.5

表 4.1 シャルピー衝撃試験 試験結果

5. <u>結論</u>

・<u>残留応力測定</u>:溶接により引張りが生じると考えられる領域については一部を除きコア抜きによる解放ひずみからは測定できなかったため、採取するコアの直径に対して淵の残り部分が大きいことや、ひずみゲージに対するコア抜きの際の熱が測定に影響を与える可能性がある.

・<u>引張試験</u>: 平行部に対して幅または厚さが極端に大きい形状 の場合,引張強度と降伏点が増加し,弾性係数が小さくなる. 試 験機に取り付けた際に生じる初期ひずみや曲げが弾性域に影響 を及ぼす. 試験片の表面の加工層が塑性域初期に大きな影響を及 ぼす.

・シャルピー衝撃試験:溶接の影響が出ると考えられたマイクロ試験片で近い値が得られたことから、Tig溶接のような一般的な溶接であっても溶接のパス数を増やすことで熱影響を及ぼさず、正確な吸収エネルギーを求められる可能性がある.

参考文献

1) 道路施設現況調查「橋梁現況調查」H22.4.1 (15m以上)

²⁾ Y.Tamba, K.Hashimoto, K,Sugiura, D.Tanaka:Experimental Study on the Load Carrying Capacity of the Steel Girder End with the Corrosion Damage, Proceedings of the 13th East Asia-Pacifc Conference on Structural Engineering and Construction, 2013