

初期不整のある板要素の圧縮耐荷力について（その1）

大阪大学工学部 正員 前田幸雄
大阪府立高専 正員 ○日笠隆司

1. まえがき 鋼構造物の大型化と溶接接合断面の全面的採用によって、近年、初期不整のある補剛板の圧縮耐荷力に関する研究は重要なテーマとなっている。補剛材によって囲まれた板要素の圧縮耐荷力を与える初期不整の影響についての研究も同様である。残留応力のみ、初期たわみのみを考慮した板要素の圧縮耐荷力について、従来より、多くの研究がなされているが、残留応力と初期たわみの両初期不整の影響についての板要素の圧縮耐荷力の実験¹⁾は重要であるにもかかわらず、殆ど乏しい。種々の幅厚比の板要素に初期不整（残留応力・初期たわみ）を与え、圧縮耐荷力の実験を行ったので、ここにその概要を報告する。

2. 実験概要 板要素の材質は40キロ級の鋼種を対象とし、2つのシリーズに分けて実験を行った。シリーズ1は比較的剛性の大きな板要素を対象とし、板要素の載荷端の状態は図-1のような単純支持とした。シリーズ2は比較的剛性の小さい板要素を対象とし、図-1に示すように、載荷端の状態は固定支持とした。板要素の両辺は図-2に示すような鋭角的な2本のエッジによって支持した。

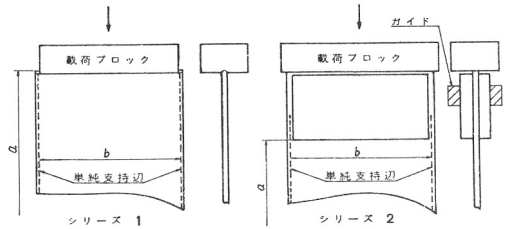


図-1

初期不整の組合せは、1)初期撓み・残留応力を与えない板要素(ZZの記号で示す)、2)初期撓みのみを与えた板要素(DZ)、3)残留応力のみを与えた板要素(ZR) 4)初期撓み・残留応力の両初期不整を与えた板要素(DR)とした。

供試体の製作順序は次の通りである。

- 1)カス切断によって切り出し、初期撓みを与える板要素は四辺をフレームで拘束し、点焼法(600℃以下)によって、初期撓みを与えた。
- 2)残留応力を除去するため、全板要素の各々の4枚と引張試験片を1組みとし、ひずみ取り焼鈍(最高温度630℃程度)をした(炉内での変形を防ぐため、板要素の四辺をフレームで拘束する)。
- 3)板要素の載荷端を切削加工した。
- 4)シリーズ1について、残留応力の導入は板要

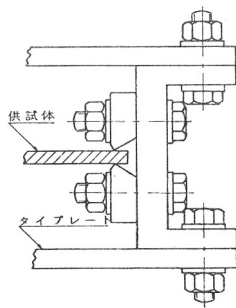


図-2

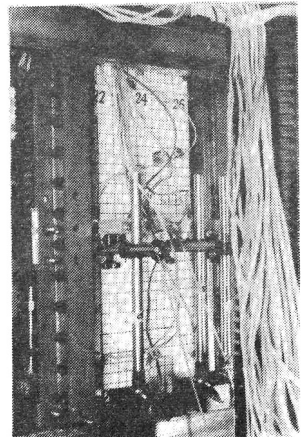


図-3

素の両辺の両端部の内盛手溶接による。シリーズ2Kについては板要素の両辺の片面を同時に自動線状加熱するとのことである。

図-3はシリーズ1の載荷時における状態を示したものである。載荷は200トンの圧縮マスラ-試験機による。終局強度に至るまでの挙動を調べるために歪ゲージ、変位計を用いた。

3. 実験結果 表-1に実験結果を示す。供試体No.の記号のオ3項とオ4項は板要素の公称幅と公称厚さを示す。 σ_y は歪ゲージ貼付位置における歪速度 $50 \sim 300 \times 10^{-6}/\text{min}$ のときの降伏点応力である。残留応力比 σ_R/σ_y は1軸歪の測定から算出したものであり、セット時における残留応力を加え、板要素の中央部について示す。初期撓み W_0 と板厚 t の比は中央点について示す。 σ_m は平均の極限応力であり、 a, b は図-1に示す。シリーズ1のZZ-1-200-8 ~ DR-4-200-4の耐荷力は歪硬化前の中絶した値である。シリーズ2の公称板厚4mmの残留応力は中央部で減少の傾向が見られる。

3. 結論 圧縮耐荷力について、この2つの実験シリーズより次のことがいえる。

- 1) $b/t\sqrt{\sigma_y/E} = 1.9$ のとき耐荷力はKármánの耐荷力公式による計算値より大きく低下しているが、 $b/t\sqrt{\sigma_y/E}$ が大きくなるに従って、Kármánの値に近くなり、 $b/t\sqrt{\sigma_y/E} = 3.2$ のとき、初期不整のほとんどない供試体の耐荷力はKármánの値より少し大きい。 $b/t\sqrt{\sigma_y/E} = 2.5$ と 3.2 の板要素の耐荷力に与える初期不整の影響は後者のほうが少ない。
- 2) $b/t\sqrt{\sigma_y/E} = 0.9$ の板要素は初期撓みは比較的小さいが、歪硬化まえまで屈服しない。
- 3) $b/t\sqrt{\sigma_y/E} = 1.3$ の板要素は初期不整は比較的小さいが、耐荷力の低下はほとんどない。

この実験は昭和50年度科学研究補助金(奨励)を受けた。また、残留応力の導入にあたって、K. K. 酒井鉄工所、研究課、中村氏の適切な助言を頂き、さらに、同鉄工所の御好意により、線状加熱を行った。ここに記して、謝意を表す。

- 1) Y. Ueda, W. Yasukawa, T. Yao, H. Ikegami and R. Ohminami, J. Soc. Naval Arch., Vol. 137, 1975, Transactions of JWRI, Osaka Univ., Vol. 4, No. 2, 1975.

表-1

	供試体No.	供試体細目				実験結果			
		(mm) t	$b/t\sqrt{\sigma_y/E}$	σ_R/σ_y	W_0/t	(ton) P_{ult}	kg/cm^2 σ_m	σ_m/σ_y	
I K I I I	ZZ-1-200-8	7.80	0.879	0.00	0.02	46.00	2960	1.04	
	DZ-2-200-8	7.80	0.879	0.00	0.02	46.40	2990	1.05	
	ZR-3-200-8	7.94	0.863	0.26	0.01	45.80	2870	1.01	
	DR-4-200-8	7.94	0.863	0.33	0.04	45.80	2870	1.01	
	E = $2.16 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_y = 2840 \text{ kg/cm}^2$, b = 189mm, a = 600mm								
	ZZ-1-300-8	7.80	1.33	0.00		66.90	2860	1.01	
	DZ-2-300-8	7.81	1.33	0.00	0.03	64.60	2760	0.97	
	ZR-3-300-8	7.96	1.31	0.16	0.01	67.70	2820	0.99	
	DR-4-300-8	7.93	1.31	0.16	0.04	67.10	2800	0.99	
	E = $2.16 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_y = 2840 \text{ kg/cm}^2$, b = 287mm, a = 898mm								
II K I I I I I I I I I I I I I I I I	ZZ-1-400-8	7.93	1.88	0.00	0.04	80.30	2540	0.79	
	DZ-2-400-8	8.02	1.86	0.00	0.54	75.30	2370	0.73	
	ZR-3-400-8	8.03	1.86	0.44	0.10	74.10	2310	0.72	
	DR-4-400-8	8.05	1.86	0.45	0.70	75.40	2350	0.73	
	E = $2.14 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_y = 3220 \text{ kg/cm}^2$, b = 385mm, a = 1096mm								
	ZZ-1-400-6	5.98	2.50	0.00	0.03	54.00	2260	0.68	
	DZ-2-400-6	5.94	2.51	0.00	0.40	52.30	2200	0.66	
	ZR-3-400-6	5.98	2.50	0.48	0.18	47.90	2010	0.60	
	DR-4-400-6	5.98	2.50	0.22	0.51	47.10	1970	0.59	
	ZZ-5-400-6	5.98	2.50	0.00	0.03	57.10	2390	0.71	
	DZ-7-400-6	5.95	2.51	0.01	0.24	53.30	2250	0.67	
	DR-8-400-6	6.00	2.49	0.21	0.63	46.40	1940	0.58	
	E = $2.23 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_y = 3350 \text{ kg/cm}^2$, b = 385mm, a = 1096mm								
	ZZ-1-400-4	4.15	3.20	0.01	0.02	26.61	1610	0.61	
	DZ-2-400-4	4.15	3.20	0.00	1.12	25.00	1510	0.57	
	DR-4-400-4	4.16	3.20	0.22	1.32	22.95	1400	0.53	
	ZZ-5-400-4	4.15	3.20	0.00	0.05	27.00	1630	0.62	
	ZR-6-400-4	4.16	3.20	0.39	0.01	24.30	1480	0.56	
DZ-7-400-4	4.14	3.21	0.02	0.30	25.20	1530	0.58		
DR-8-400-4	4.14	3.21	0.20	1.69	23.41	1420	0.54		
E = $2.21 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_y = 2630 \text{ kg/cm}^2$, b = 385mm, a = 1096mm									