

リブ十字溶接継手止端部の応力集中

名城大学 早川 直希
名城大学 伊藤 広二
名城大学 学 塚本 勝巳
名城大学 正 近藤 明雅

1. まえがき

すみ肉溶接継手の疲労強度は、溶接止端部の応力集中の影響を受ける。この応力集中には、止端部の止端形状（止端半径、止端角）、すみ肉溶接の脚長、母材板厚、および、リブ板厚が関与する。

本研究は、FEM解析により、リブ十字すみ肉溶接継手止端部の応力集中を算定し、各種要因が応力集中に及ぼす影響をパラメトリックに検討したものである。

2. FEM解析

FEM解析における最小要素寸法は0.13mmとし、解析モデルの形状寸法を図1に示す。解析は13シリーズ、49モデルについて行なった。表1、2にリブ十字溶接継手の諸寸法と止端部の応力集中係数を示す。ここに、応力集中係数は、最大主応力を母材の平均応力で除した値である。Aシリーズは、板厚、脚長、止端角を一定にし、止端半径を変化させた継手であり、Bシリーズは、止端半径、止端角を一定にし、板厚と脚長を比例的に変化させた継手である。縦軸に $(K_t - 1)$ 、横軸に脚長と止端半径の比 h/ρ を対数目盛でとって図2の(a)に示す。応力集中は $\log(h/\rho)$ の増加につれて単調に増大する。C、Dシリーズは、母材板厚 t を変化させた

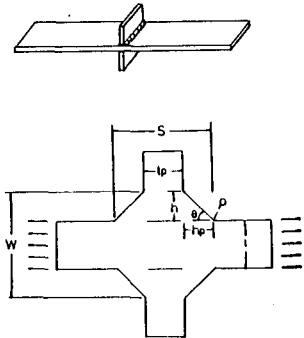
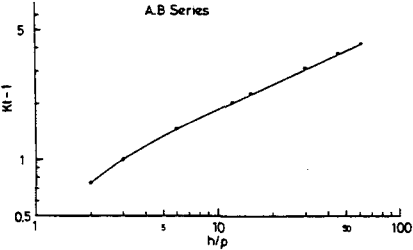


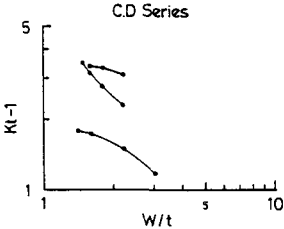
図-1 形状寸法

表-1 諸寸法と応力集中係数

モデル		寸法 (mm, °)						K t	
	No	t	tp	h	hp	ρ	θ		
A	1	10	10	6	6	3.0	45	1.76	
	2					2.0		2.01	
	3					1.0		2.49	
	4					0.5		3.06	
B	5	20	20	12	12	0.8	45	3.32	
	6	40	40	24	24			4.16	
	7	60	60	36	36			4.75	
	8	80	80	48	48			5.24	
C	9	6	10	6	6	1.0	45	2.18	
	10	10						2.49	
	11	20						2.74	
	12	30						2.77	
	13	40	30	24	24	0.8		4.10	
	14	60						4.33	
	15	80						4.40	
D	5	20	20	12	12	0.8	45	3.32	
	16	30	42					3.80	
	17	40	64					4.18	
	18	50	86					4.52	
E	19	80	60	12	12	0.8	45	4.41	
	20			24	24			4.75	
	21			36	36			4.99	
	22			48	48			5.14	
F	15	80	30	24	24	0.8	45	4.40	
	23		40					4.54	
	20		60					4.75	
	24		80					4.92	
G	25	10	10	6	6	1.0	60	2.57	
	10			6	6		45	2.49	
	26			6	6		30	2.33	
	27			10.4	6		60	2.58	
	28			6	10.4		30	2.25	



(a)



(b)

図-2 K t - 1 と形状比の関係

継手であり、パラメーター W/t の対数を横軸にとって図2の(b)に示す。応力集中中は $\log(W/t)$ の増加とともに減少している。特にパラメーター S/t を一定にしたDシリーズの結果は $\log(W/t)$ の増加に従い単調に減少する。Eシリーズは、脚長を変化させた継手であり、図2の(c)に示すように、脚長の増加とともに応力集中が大きくなる。Fシリーズは、リブ厚 t_p を変化させた継手であり図2の(d)に示すように、応力集中係数は、パラメーター S/t が増すにつれて増加する。

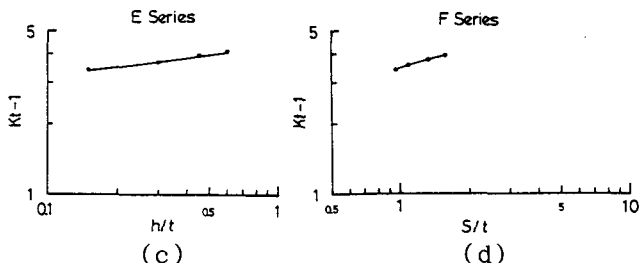
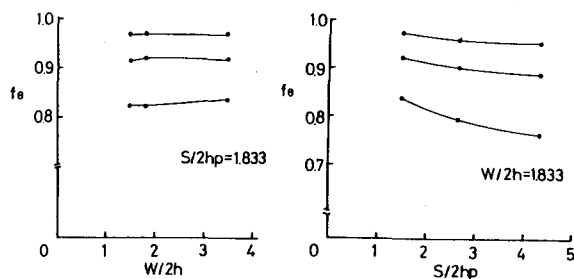
図-2 $Kt-1$ と形状比の関係

表2のG-Mの6シリーズは、止端角の影響を検討する継手である。 $f\theta$ は、止端角に関する補正係数であり、各シリーズとも $\theta=90^\circ$ の場合の応力集中係数を基準として、 $f\theta = \{Kt(\theta) - 1\} / \{Kt(90) - 1\}$ により算出した。 $Kt(90)$ は、 $\theta=90^\circ$ の時の応力集中係数で、 $Kt(\theta)$ は、止端角 $\theta=30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ の時の応力集中係数である。西田は、両側にフィレットをもつ帯板に引張力が作用する場合について、補正係数

$$f\theta = \frac{[1 - \exp\{-0.9(W/2h)^{0.5}\theta\}]}{[1 - \exp\{-0.9(W/2h)^{0.5}\pi/2\}]}$$

を示しているが、リブ十字継手においては、リブ厚が有限であるためリブ厚に関するパラメーターが必要と考えられる。図3に $f\theta$ と $W/2h$ の関係および $f\theta$ と $S/2h_p$ の関係を示す。 $W/2h$ が増すにつれて補正係数 $f\theta$ は、やや増加する傾向が見られるが、パラメーター $S/2h_p$ の増加にともなって $f\theta$ は減少する。これらから止端角の補正係数は θ のみだけでなく、パラメーター $W/2h$ 、 $S/2h_p$ によって変化する。したがって、リブ厚も考慮した新しい止端角に関する補正係数が必要となる。

図-3 $f\theta$ と形状比の関係

3. あとがき

リブ十字溶接継手止端部の応力集中係数に影響を与えるパラメーターとして h/ρ 、 W/t 、 S/t 、 $W/2h$ 、 $S/2h_p$ が関与していることが定性的に分かった。

現在、応力集中係数を求める際の新しい推定式を検討中であり、当日その結果を発表する予定である。

表-2 諸寸法と応力集中係数

モデル	No	寸法 (mm, °)			Kt	$f\theta$
		t	t_p	θ		
H	29	6	10	90	2.29	1
	30			60	2.25	0.969
	9			45	2.18	0.914
	31			30	2.06	0.822
I	32	10	10	90	2.62	1
	33			60	2.57	0.969
	10			45	2.49	0.920
	34			30	2.33	0.821
J	35	30	10	90	2.93	1
	36			60	2.87	0.969
	12			45	2.77	0.917
	37			30	2.61	0.834
K	38	10	6	90	2.55	1
	39			60	2.51	0.974
	40			45	2.43	0.923
	41			30	2.30	0.839
L	42	10	20	90	2.76	1
	43			60	2.69	0.960
	44			45	2.59	0.903
	45			30	2.40	0.795
M	46	10	40	90	2.95	1
	47			60	2.86	0.954
	48			45	2.72	0.882
	49			30	2.49	0.764

$h=h_p=6\text{mm}$, $\rho=1.0\text{mm}$