

柱部分溶込み溶接継手の高サイクル疲労に関する研究

薬師寺 圭
(技術研究所)
矢部 喜堂
(技術研究所)
坂本 真一
(技術研究所)
堀江 竜巳
(技術研究所)

§1. はじめに

近年、鉄骨建築構造物の高層化、大型化に伴い、建設工事現場での溶接作業量が増大し、溶接施工管理も複雑となってきた。一方、溶接作業者は、その労働条件や作業環境の厳しさから、減少の傾向にある。

そのため、溶接の合理化^{1),2)}および自動化を含めた省力化の技術が大いに注目されつつある。自動化・省力化に関しては、工事現場用の自動溶接ロボットも各種開発されて³⁾おり、実施工にも利用されるようになってきている。溶接の合理化(過剰品質の溶接を避け、要求性能に見合った適切な溶接を行う)に関しては、工場製作段階の箱形断面柱の角溶接^{4)~6)}などが取り上げられている。工事現場での溶接施工においては鉄骨柱溶接継手への部分溶込み溶接の適用が上げられる。その実現によって、溶接量が減少し、工期の短縮が期待できるなど、施工面での利点は大きい。

部分溶込み溶接された柱継手(以下、柱部分溶込み溶接継手と称する)は、継手に溶接されない部分が存在する。この部分が一種の切欠きとなって柱部材の性能に悪影響を及ぼす可能性が十分考えられるので、その調査が必須である。著者らは、鉄骨柱継手を部分溶込み溶接とした柱部材を用いた静的繰返し載荷実験を行い、部分溶込み溶接継手を有する柱部材においても従来継手(完全溶込み溶接継手)のものと同程度の耐力・変形能力を保有することが可能であることを示し、その柱部材の最大曲げ耐力を評価している⁷⁾。

当該継手の実用化にはまだいくつかの課題が存在しているが、風荷重が対象となるような、高サイクル疲労特性の把握もその一つである。ここでは、部分溶込み溶接継手を有する柱部材の高サイクル疲労特性について実験的に調査することを目的としてい

る。一般に広く使用されているSM490A鋼材で製作した溶接組立箱形断面柱の柱継手を部分溶込み溶接とした柱部材を対象として、片持ち梁形式の高サイクル曲げ疲労実験を実施した結果を報告する。

§2. 実験方法

2.1 実験因子

溶接構造物の場合、高サイクル疲労特性の基本は各種溶接継手の応力範囲と繰返し数の関係であり、通常、その関係を用いて疲労設計が行われる。本実験の場合には、実用化を目指している柱部分溶込み溶接継手の疲労特性を把握することが重要である。そこで、全試験体において溶込み比と継手位置を一定とし、当該継手の疲労特性、すなわち、応力範囲と繰返し数の関係を求めることとした。ここでは、溶込み比は $2/3$ 、継手位置は 200mm と 500mm の2箇所に設けた。溶込み比 a/t とは部分溶込み溶接継手の溶込み深さ a を板厚 t で除した値であり、開先深さによって設定した。継手位置 L_j とは柱下端部から柱継手までの距離である。また、現場施工における精度を考慮して、柱継手のルート間隔を 0mm と 3mm に変化させた。試験体の柱角継手は完全溶込み溶接と部分溶込み溶接(溶込み比 $1/2$)の2種類設定した。

応力レベルとしては柱部分溶込み溶接継手に生じる応力に注目し、母材降伏応力 σ_y の $0.05\sim 1.0$ 倍までの弾性応力以下の範囲で9段階設定した。柱継手部の応力の計算は梁理論を用いており、継手部の曲げモーメントを継手の断面係数で除することによって材軸方向の応力を求めた。

試験体一覧を表一に示す。

2.2 試験体

試験体の形状・寸法を図一に示す。図一(b)

試験体	シリーズ	溶込み比	角溶接	ルート 間隔 (mm)	柱継手 応力レベル ($\times \sigma_y$)				
F0-1	F0	2/3	完全溶込み	0	0.1				
F0-2					0.2				
F0-3					0.4				
F0-4					0.8				
F0-5					1.0				
F3-1	F3			2/3	完全溶込み	3	0.2		
F3-2							0.4		
F3-3							0.8		
P0-1	P0					2/3	部分溶込み (溶込み比 =1/2)	0	0.05
P0-2									0.15
P0-3		0.3							
P0-4		0.4							
P0-5		0.6							
P3-1	P3	2/3	部分溶込み (溶込み比 =1/2)					3	0.15
P3-2									0.4
P3-3				0.6					

表-1 試験体一覧

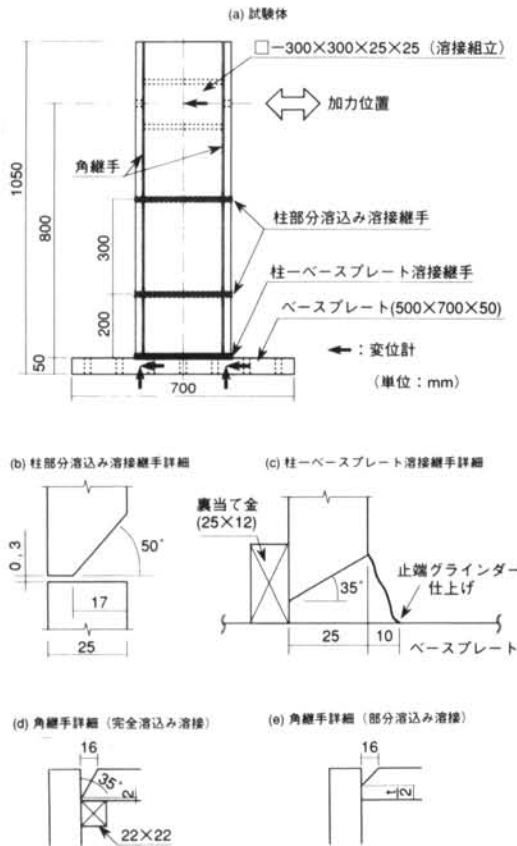


図-1 試験体の形状・寸法

～(e)には各溶接継手の詳細を示す。試験体は、供試部である柱と、50mm厚のベースプレートからなり、全試験体とも供試部となる柱は□-300×300×25×25の溶接組立部材を使用した。また、柱継手および角継手の溶接部の余盛は溶接のままの状態とした。

柱継手の溶接は炭酸ガス半自動アーク溶接を用い、実際の施工に合わせて横向き姿勢とした。柱継手の溶接条件を表-2に示す。溶接ワイヤはJIS Z 3312のYGW 11、直径1.2mmのソリッドワイヤを用いた。なお、柱の角継手および柱とベースプレートとの継手（以下、柱プレート溶接継手と称する）の溶接も炭酸ガス半自動アーク溶接であり、柱プレート溶接の止端部は、疲労強度を改善するために滑らかな形状になるようにグラインダー仕上げした。

使用した鋼材（SM490A）および柱継手溶接部の溶接金属の機械的性質を表-3に示す。溶接金属の値は連続溶接した場合の値であり、実際の試験体製作においても、継手の溶接は全試験体とも層間温度を特に管理せずに連続溶接とした。

2.3 加力方法

実験は、図-1に示した試験体のベースプレートを固定することによって片持ち梁形式とした柱に、正負交番の繰返し水平荷重を加えることによって、高サイクル疲労試験を行った。加力は疲労実験用電気油圧サーボ式100tonfアクチュエータを用いており、室温大気中、試験周波数0.2～10Hzの正弦波による完全両振り、荷重制御により試験を実施した。

加力終了は、試験体加力位置（ベースプレートからの高さ800mm）の変位が急増した時としたが、これは概ね20mm程度を越えるような変形量を示した時となる。本実験では、この加力終了時を試験体の破壊とした。変位計の設置位置も図-1に示している。

荷重および変位の各データは、任意に設定した繰返し数から各々10回分のデータ、および破壊直前の10回分のデータを取込むようにした。なお、1回（1波形）は32データとして収録（周波数の31等分のサンプリング時間で収録）されている。

2.4 き裂測定方法

各試験体には、柱部分溶込み溶接継手を2箇所（継手位置Lj=200mm, 500mmで、以下、柱継手L: Lj=200mm, 柱継手H: Lj=500mmと称する）に設けているが、加力方法から考えると、試験体は柱継手Lあるいは柱プレート溶接継手で破壊すると思われる

溶接方法	炭酸ガス半自動アーク溶接		
溶接材料	ワイヤ: YGW11 1.2mm φ, ガス: C O ₂ 100% 25 ℓ/min		
溶接継手	突合せ継手レ型開先		
溶接姿勢	横向姿勢 (2面対称溶接)		
	初層	中間層	最終層
アーク電流 (A)	200	265	200~265
アーク電圧 (V)	30	35	30~35
溶接速度 (cm/min)	22~24	43~64	43~60
入熱 (kJ/cm)	15.0~16.4	8.7~12.9	7.4~10.9
層間温度 (°C)	連続		
予熱温度 (°C)	なし		

表一 柱部分溶込み溶接継手の溶接条件

供試材	σ_Y	σ_u	YR	El.	$E_{T=0}$
母材(SM490A) PL-25	337	526	0.64	30	204
柱部分溶込み溶接継手 溶接金属	583	671	0.87	24	128

σ_Y : 降伏応力(MPa) σ_u : 引張強さ(MPa)
YR: 降伏比(= σ_Y/σ_u) El.: 伸び(%)
 $E_{T=0}$: 試験温度0°Cでのシャルピー吸収エネルギー(J)

表一 供試材の機械的性質

る。しかし、破壊しなかった柱部分溶込み溶接継手においても、実験時に繰返し荷重を受けているので、継手の不溶接部先端からき裂が発生していることが考えられる。

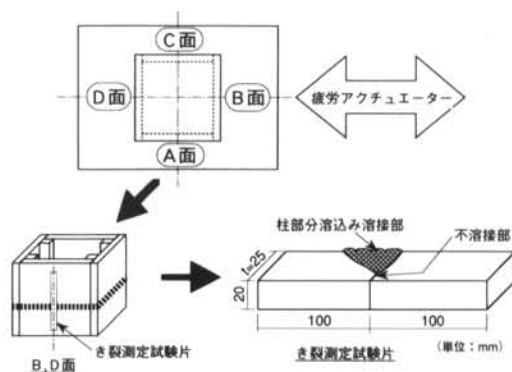
そこで、図一 2 に示すように、破壊しなかった柱部分溶込み溶接継手のB面およびD面から矩形のき裂測定試験片を採取し、液体窒素で冷却した後、衝撃荷重を負荷（ハンマーで打撃を加える）して試験片の継手溶接断面を脆性的に破壊させた。その破面を拡大鏡（70倍程度）で観察することにより、部分溶込み溶接継手の不溶接部先端からのき裂の有無ならびにそのき裂長さを測定した。き裂長さは試験片幅（20mm）の10点（11等分線上）で測定した値の平均値とした。

上記破面から部分溶込み溶接継手の溶込み比a/tも合わせて測定している。測定方法はき裂長さと同様であり、10点の測定値の平均とした。

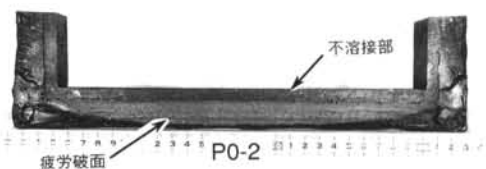
§ 3. 実験結果

3.1 破壊状況

試験体の破壊状況としては、柱部分溶込み溶接継手で破壊したタイプと柱プレート溶接継手で破壊したタイプの2タイプに分類できる。



図一 2 き裂測定試験片の採取方法



写真一 1 柱継手で破壊した試験体の破面 (P0-2)

(I) 柱部分溶込み溶接継手で破壊したタイプ

柱部分溶込み溶接継手L（下側）の加力方向に垂直に面した鋼板（図一 2 のB面、D面で、以下フランジと称する）の板幅中央部分で、かつ下側の溶接余盛止端部近傍にき裂が現れ、急速に板幅方向にき裂が進展し、板幅の両端20~30mm程を残した板幅全面（約250mm）のき裂となった。その後、両端部分（コーナー部分）から加力方向に平行に面した鋼板（図一 2 のA面、C面で、以下ウェブと称する）にき裂が成長し、破壊に至った。

破壊後の試験体の破面を写真一 1 に示す。これらの破面およびき裂観察結果から、き裂は部分溶込み溶接継手の不溶接部先端から発生し、板厚方向に進展し、板厚を貫通したことが確認できる。

試験体 No.	実験因子		実験結果				加力後の測定		
	角溶接	ルート間隔 (mm)	応力範囲 $\Delta\sigma$ (MPa)		破断箇所	鋼板き裂発生回数 Nt (回)	破壊回数 Nf (回)	溶込み深さ a (mm)	開先深さとの差 (mm)
			柱継手	柱プレート継手					
F0-1	完全溶込み溶接	0	88	81	—	250000	>2000000	15.31	-1.69
F0-2			138	136	柱継手	60000	241291	16.26	-0.74
F0-3			266	258	柱継手	19800	28237	15.73	-1.27
F0-4			565	526	柱プレート継手	—	5008	15.39	-1.62
F0-5			661	658	柱プレート継手	—	1005	16.36	-0.65
F3-1	部分溶込み溶接	3	107	130	柱プレート継手	—	1222589	21.55	4.55
F3-2			206	261	柱プレート継手	—	86986	22.51	5.51
F3-3			427	526	柱プレート継手	—	4776	21.79	4.79
P0-1	部分溶込み溶接	0	35	34	—	—	>2000000	15.64	-1.36
P0-2			114	109	柱継手	125000	1097730	15.54	-1.46
P0-3			207	197	柱継手	33300	50587	15.98	-1.02
P0-4			270	259	柱継手	19000	30300	15.47	-1.53
P0-5			401	388	柱プレート継手	—	18314	16.62	-0.38
P3-1	部分溶込み溶接	3	88	102	—	—	>2000000	20.35	3.35
P3-2			219	261	柱プレート継手	—	86177	20.75	3.75
P3-3			322	389	柱プレート継手	—	16147	21.04	4.04

表-4 実験結果一覧

(II) 柱プレート溶接継手で破壊したタイプ

試験体の柱部材とベースプレートとの溶接部のコーナー部分で溶接余盛止端（溶接ビード同士の止端を含む）からき裂が発生し、その後、そのき裂が溶接部およびベースプレート母材に成長し（フランジ中央部付近の柱プレート溶接継手から新たにき裂が発生することもあった）、破壊に至った。

試験体P0-1は200万回加力しても柱継手および柱プレート溶接継手には特にき裂などの発生は見られず、破壊しなかった。

各試験体の実験結果一覧を表-4に示す。ルート間隔が0mmの試験体（F0、P0シリーズ）では、柱部分溶込み溶接継手で破壊したものと柱プレート溶接継手で破壊したものに分けられる。これは柱継手の応力範囲によって生じていると考えられ、400MPa程度未満の場合は前者であり、それ以上は後者の破壊となっていた。

一方、ルート間隔が3mmの試験体（F3、P3シリーズ）においては、破壊した位置は全て柱プレート溶接継手であった。試験体P3-1は200万回まで破壊しなかったが、柱プレート溶接継手にき裂が発生していた。

表中には、実験後の試験体の柱継手L（下側）で、フランジの板幅中央部付近から実測した部分溶込み溶接継手の溶込み深さaおよび試験体製作時の開先深さ（17mm）との差を示している。これらの値はいずれもフランジ両面での測定値の平均である。ルート間隔が0mmの試験体（F0、P0シリーズ）の溶込み深さは、開先形状よりも小さくなっており、1.5mm程度小さいものもある。ルート間隔が3mmの試験体（F3、P3シリーズ）では、溶込み深さは3mm以上大きくなっている。F3、P3シリーズの試験体が柱継手で破壊しなかったのは、柱継手の溶込み深さが大きくなったために柱継手の応力が柱プレート継手の応力よりも低下したためと考える。

3.2 応力範囲-繰返し数関係（S-N関係）

各試験体の応力範囲-繰返し数関係（S-N関係）を図-3に示す。応力範囲は、破断箇所の曲げモーメントを継手の断面係数で除することによって求めたが、柱継手で破壊した試験体では破壊後の破面から実測した溶込み深さを用いて、柱プレート溶接継手で破壊した試験体では板厚の値を用いて計算した。この図から、柱角溶接を完全溶込み溶接とした試

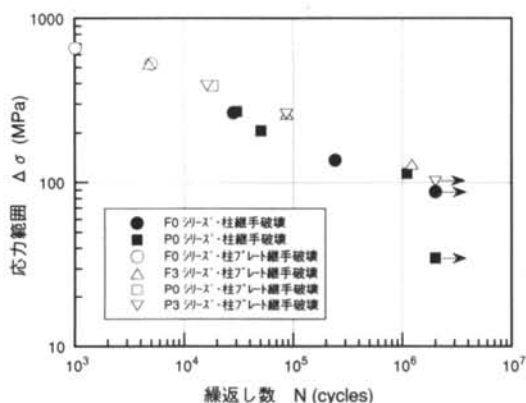


図-3 応力範囲と繰返し数の関係

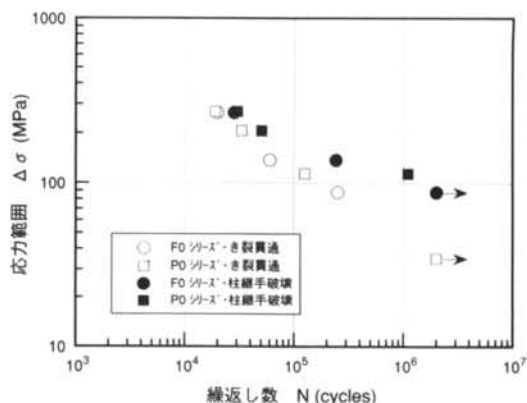


図-4 柱継手で破壊した試験体のき裂貫通回数と破壊回数

験体 (F0, F3シリーズ) と部分溶込み溶接とした試験体 (P0, P3シリーズ) では、S-N関係に差は見られない。本実験のような箱形断面柱の鋼板直角方向の載荷では、角溶接部の影響はないものとする。また、柱継手で破壊した試験体の方が柱プレート継手で破壊したものより、若干疲労破壊回数が減少する傾向を示している。

柱継手で破壊した試験体は、その破壊状況から、フランジ表面にき裂が確認できた時点でき裂がフランジ板厚方向に貫通したことを意味している。ゆえに、柱継手のフランジ表面にき裂が現れた回数をき裂貫通回数と定めた。図-4は柱継手で破壊した試験体のき裂貫通回数と破壊回数を示している。この図では、長寿命側になるほどき裂貫通から破壊に至るまでの繰返し数が大きくなっている。これは、応力範囲が小さくなるほどウェブへのき裂進展が遅くなったことを示している。

3.3 き裂進展状況

加力終了後の各試験体において、破壊しなかった柱部分溶込み溶接継手でのき裂生状況の一例を写真-2に示す。き裂は部分溶込み溶接継手の不溶接部となっている部分の先端からほぼ一様に、不溶接部平面に沿って発生している。き裂部分の走査型電子顕微鏡によるマイクロ破面の一部を写真-3に示す。疲労破面の特徴である縞状の模様を確認できる。

各試験体のき裂長さを、溶込み深さの測定結果と合わせて表-5に示す。この表からは、ルート間隔が0mmの試験体 (F0, P0シリーズ) にき裂がみられるものが多く、柱継手L (下側) では、その部分で破壊した試験体を含めてほぼ全部にき裂の発生が

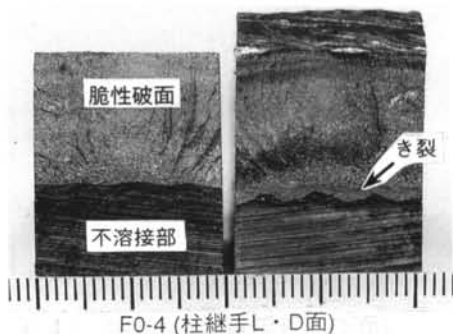


写真-2 加力後の柱部分溶込み溶接継手のき裂状況 (F0-4)

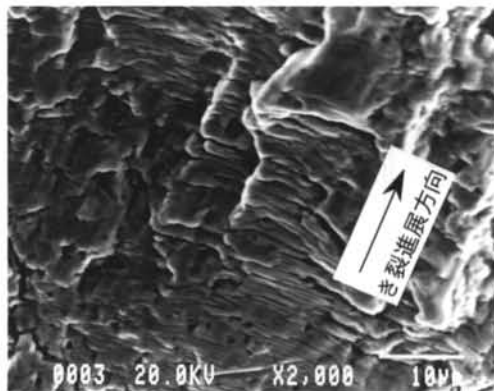


写真-3 電子顕微鏡によるき裂進展部分の観察 (F0-4/柱継手L・B面)

見られた。ルート間隔が3mmの試験体 (F3, P3シリーズ) では、100万回以上の繰返しを受けた試験体F3-1, P3-1にき裂が観察された。これらのき裂発生状況も、ルート間隔による溶込み深さの差に起因していると思われる。

§ 4. 考察

4.1 JSSC疲労設計曲線との比較

今回の実験では、破壊性状として柱プレート溶接継手で破壊した試験体と柱部分溶込み溶接継手で破壊した試験体の2タイプに分けられた。柱継手で破壊した試験体の場合は、柱継手のフランジ表面にき裂が出現した（フランジへのき裂貫通）後、そのき裂が成長して試験体の破壊となったが、フランジへのき裂貫通ですでに柱部材としての機能が損なわれている状態にあると考えた。そこで、柱部分溶込み溶接継手では、フランジへのき裂貫通を疲労寿命（限界状態）とした。

日本鋼構造協会（JSSC）の「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」⁸⁾では、直応力を受ける継手の形式に応じて8種類の強度等級に分類され、疲労設計曲線が設定されている。本実験では、2タイプの破壊性状によって、それぞれ疲労強度を設定するための対象となる継手形式が異なっているものと考えられる。柱プレート溶接継手はJSSCのF等級（荷重伝達型十字溶接継手・完全溶込み片面溶接）に相当する継手となる。柱部分溶込み溶接継手はJSSCには示されていない継手であるが、その破壊性状から

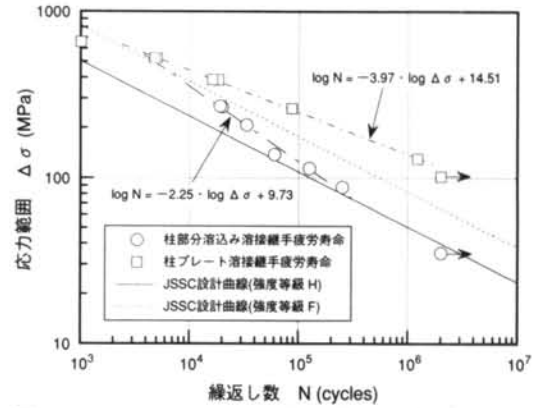


図-5 実験結果とJSSC疲労設計曲線との関係

判断すると、H等級（荷重伝達型十字溶接継手・ルート破壊する部分溶込みすみ肉溶接）が最も類似した継手であると考えられる。

本実験結果の疲労寿命とJSSC疲労設計曲線（FおよびH等級）の関係を図-5に示す。柱部分溶込み溶接継手の結果はH等級を満足している。柱プレート溶接継手の結果は、JSSC疲労設計指針の適用範囲限界と考えられる降伏応力レベル近くの値を除けば、F等級の疲労設計曲線を満足している。

試験体	破断箇所	柱継手L（下側／継手位置Lj=200mm）						柱継手H（上側／継手位置Lj=500mm）					
		B面			D面			B面			D面		
		t	a	Δa	t	a	Δa	t	a	Δa	t	a	Δa
F0-1	—	24.64	14.94	貫通	24.75	15.68	貫通	24.55	15.60	1.33	24.50	13.77	—
F0-2	柱継手	24.71	16.90	貫通	24.65	15.62	貫通	24.55	16.09	2.28	24.50	16.94	1.65
F0-3	柱継手	24.76	16.55	貫通	24.65	14.91	貫通	24.80	14.96	1.33	24.35	14.79	1.80
F0-4	柱プレート継手	24.55	15.64	2.14	24.30	15.13	1.34	24.30	16.20	—	24.25	15.13	—
F0-5	柱プレート継手	24.40	16.89	7.13	24.40	15.82	5.43	24.35	16.80	0.33	24.50	15.83	0.26
F3-1	柱プレート継手	24.55	21.66	0.32	24.50	21.76	—	24.50	22.13	—	24.50	21.61	—
F3-2	柱プレート継手	24.30	22.27	—	24.30	22.74	—	24.30	21.07	—	24.30	21.50	—
F3-3	柱プレート継手	24.50	22.12	—	24.50	21.46	—	24.56	22.12	—	24.80	22.87	—
P0-1	—	24.70	16.44	3.84	24.50	14.84	—	24.40	15.40	—	24.50	15.30	—
P0-2	柱継手	24.60	16.13	貫通	24.60	14.95	貫通	24.50	15.83	2.49	24.50	16.11	—
P0-3	柱継手	24.60	16.14	貫通	24.64	15.82	貫通	24.50	16.08	—	24.60	15.64	0.49
P0-4	柱継手	24.50	16.25	貫通	24.65	14.69	貫通	24.55	15.75	0.28	24.70	16.04	—
P0-5	柱プレート継手	24.55	16.45	1.80	24.65	16.79	0.44	24.50	14.85	—	24.60	15.84	—
P3-1	—	24.50	20.26	—	24.60	20.43	1.83	24.55	22.06	—	24.55	20.94	—
P3-2	柱プレート継手	24.40	21.02	—	24.40	20.48	—	24.30	20.40	—	24.55	22.42	—
P3-3	柱プレート継手	24.55	20.52	—	24.50	21.55	—	24.30	20.59	—	24.20	20.80	—

t: 板厚 (mm) a: 破面およびき裂測定試験片の破面における溶込み深さ (mm)

Δa: 破面およびき裂測定試験片の破面におけるき裂長さ (mm)

表-5 き裂長さ測定結果

本実験結果から回帰した曲線ではJSSC設計曲線と勾配が異なっており、柱部分溶込み溶接継手の疲労寿命の勾配はJSSC設計曲線よりも急になっている。したがって、短寿命領域ではJSSC設計曲線より安全側になるが、長寿命領域においては危険側になる可能性がある。

4.2 き裂進展と疲労寿命の推定

柱部分溶込み溶接継手における不溶接部先端からのき裂進展状況から、疲労き裂伝播特性（き裂進展速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK の関係）について検討する。ここでは、き裂進展速度 da/dN は加力終了後に測定したき裂長さ Δa （表-5参照）を、各試験体の疲労寿命（柱継手で破壊した試験体ではき裂貫通回数、柱プレート溶接継手で破壊した試験体では破壊回数）で除した値とした。応力拡大係数範囲 ΔK は以下の式によって求めた。

$$\Delta K = F \cdot \Delta \sigma \sqrt{\pi(t-a)}$$

$$\text{ここで、 } F = 0.265 \left(1 - \frac{t-a}{t} \right) + \left\{ 0.857 + 0.265 \left(1 - \frac{t-a}{t} \right) \right\} / \left(1 - \frac{t-a}{t} \right)^{3/2}$$

$\Delta \sigma$: 公称応力範囲 t : 板厚

a : 部分溶込み溶接継手の溶込み深さ

なお、上式で不溶接部の長さとなる $t-a$ にき裂長さ Δa を加えないことにより、 $da/dN-\Delta K$ 関係において本実験結果がより厳しい評価となる。

き裂進展速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK の関係を図-6に示す。図中には、JSSC疲労設計指針の疲労き裂進展解析に用いられる最安全設計曲線および平均設計曲線も記してある。本実験データはばらつきが大きいものの、全てJSSC最安全設計曲線を満足している。したがって、JSSCに示されている疲労き裂進展解析により柱部分溶込み溶接継手の疲労寿命の推定が可能であり、それにより得られた結果は本実験結果よりも安全側として利用できるものと考えられる。

一例として、本実験で用いた試験体と同条件（柱断面： $\square-300 \times 300 \times 25 \times 25$ ，溶込み比 $a/t=2/3$ ）の柱部分溶込み溶接継手の疲労寿命推測値（計算値）と実験値の比較を図-7に示す。推測値は実験値よりも一桁以上疲労寿命が小さくなっており、推測値の勾配は実験値の勾配と比較的よく一致してい

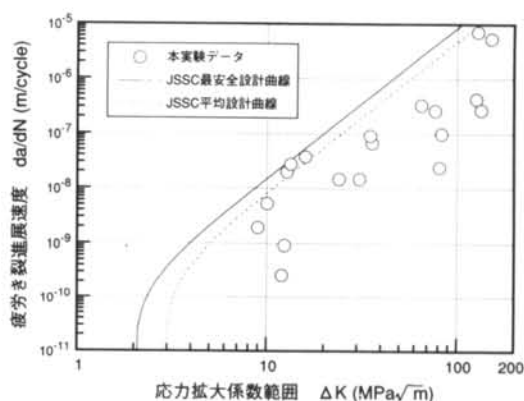


図-6 疲労き裂進展速度と応力拡大係数の関係

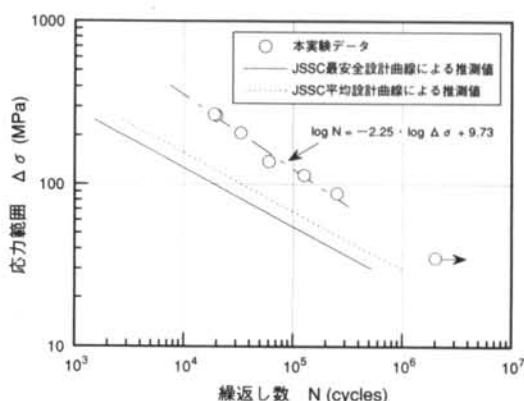


図-7 柱部分溶込み溶接継手の疲労寿命推測値と実験結果の比較

る。したがって、本手法では柱部分溶込み溶接継手の疲労特性を安全側に評価できるものと考えられる。

推測値と実験値との疲労寿命の差は、本実験で得られた柱部分溶込み溶接継手の疲労き裂伝播特性（図-6）がJSSC設計曲線よりもかなり安全側にあることが一因と思われる。推測値の精度を高めるためには、当該継手のより詳細な疲労き裂伝播特性を把握することが必要であろう。

§5. まとめ

部分溶込み溶接継手を有する柱部材の高サイクル疲労特性について調査することを目的として、溶接組立箱形断面柱（鋼種SM490A，板厚25mm）の柱継手を部分溶込み溶接とした柱部材を用いて、片持ち梁形式の高サイクル曲げ疲労実験を実施した。以下に、その結果を要約する。

- 1) 破壊状況としては、柱部分溶込み溶接継手で破壊したタイプと柱下端部のベースプレートとの溶接継手で破壊したタイプの2タイプに分類できる。前者はき裂が部分溶込み溶接継手の不溶接部先端から発生し、板厚を貫通した後試験体が破壊し、後者は柱とベースプレートの溶接継手のコーナー部分からき裂が発生し、溶接部およびベースプレート母材に成長し破壊した。
- 2) 柱角溶接を完全溶込み溶接とした試験体と部分溶込み溶接とした試験体において、応力範囲-繰返し数関係に差はなく、箱形断面柱の鋼板直角方向の荷重では角溶接部の影響は見られない。
- 3) 柱下端部の溶接継手はJSSC疲労設計曲線のF等級に、柱部分溶込み溶接継手はH等級に相当していると考えられ、本実験結果は各々の疲労設計曲線を満足している。
- 4) 本実験結果から得られる柱部分溶込み溶接継手のき裂伝播特性は、JSSC最安全設計曲線を満足している。したがって、疲労き裂進展解析により当該継手の疲労寿命の推定が可能であり、推定結果は本実験結果よりも安全側として利用できるものとする。

<参考文献>

- 1) Yoshitaka YABE, Tadao NAKAGOMI, Shinichi SAKAMOTO: "Rationalization of Steel Structure Welding for Buildings in Japan Mechanical Behavior of Beam-to-Column Welded Joints without Beam Scallops, Welding in the World", vol.29, No.1/2, pp.23-30, 1991
- 2) 矢部喜堂, 中辻照幸, 中込忠男: "建築生産の合理化への取り組みと今後の展開", 溶接学会論文集 第11巻, 第1号, pp.222-229, 1993
- 3) 奥山信博, 越田和憲, 矢部喜堂, 吉田康之: "鉄骨柱自動溶接ロボットの開発と施工事例", 第3回建設ロボットシンポジウム論文集, 1993.7
- 4) 森田耕次, 江波戸和正, 船橋明之, 小南忠義, 里見孝之: "箱形断面柱の角溶接を部分溶込み溶接とした柱はり接合部の力学的挙動に関する研究", 日本建築学会構造系論文報告集, No.397, pp.48-59, 1989.3
- 5) 森田耕次, 江波戸和正, 田中浩史, 里見孝之: "部分溶込み溶接継目のせん断挙動に関する実験的研究", 構造工学論文集, Vol.38B, pp.389-398, 1992.3
- 6) 坂本真一, 矢部喜堂, 井出齊, 大関晴久: "溶接組立箱形断面柱・H形鋼梁接合部における柱角溶接部の必要のど厚に関する研究", 清水建設研究報告, 第57号, pp.67-70, 1993.4
- 7) 矢部喜堂, 坂本真一, 薬師寺圭: "鉄骨柱継手に部分溶込み溶接を用いた柱部材の曲げ耐力", 日本建築学会構造系論文集 第459号, pp.153-161, 1994.5
- 8) 財団法人日本鋼構造協会: "鋼構造物の疲労設計指針・同解説", 技法堂出版, 1993.4