

耐疲労鋼

AFD[®]鋼

(SM490, SM490Y, SM520, SM570, SBHS500, SMA490W, SMA570W)



耐疲労鋼

AFD[®] 鋼 (Anti-Fatigue Damage Steel)

AFD[®] 鋼は疲労き裂伝播速度を一般鋼の上限1/2以下に低下させた厚鋼板です。

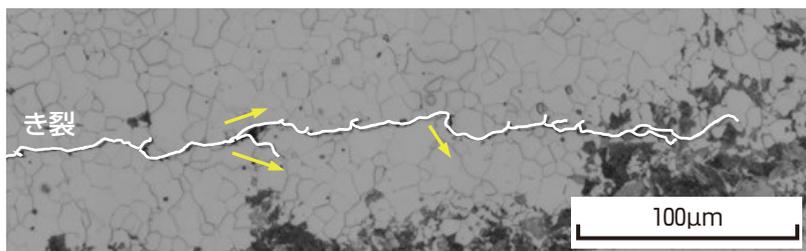
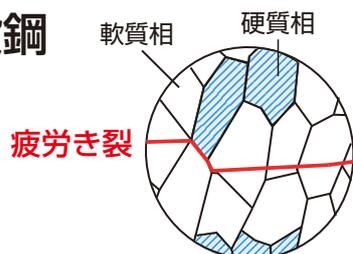
鋼材の組織制御で疲労き裂の分岐や屈曲を増加させ、疲労き裂先端の ΔK を抑制します。

疲労き裂が発生しやすい部材へAFD[®] 鋼をご適用いただくと部材の疲労耐久性が向上します。

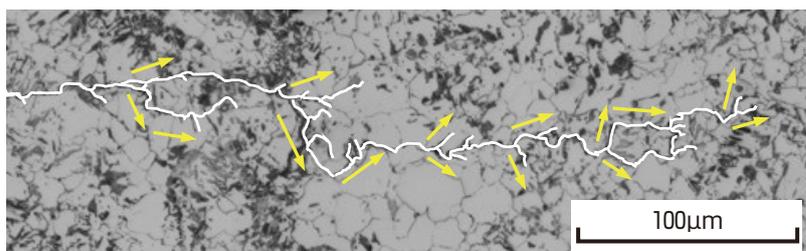
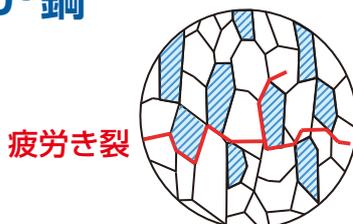
疲労き裂伝播速度の抑制メカニズム

硬質相の分散による疲労き裂の屈曲・分岐の増加

一般鋼

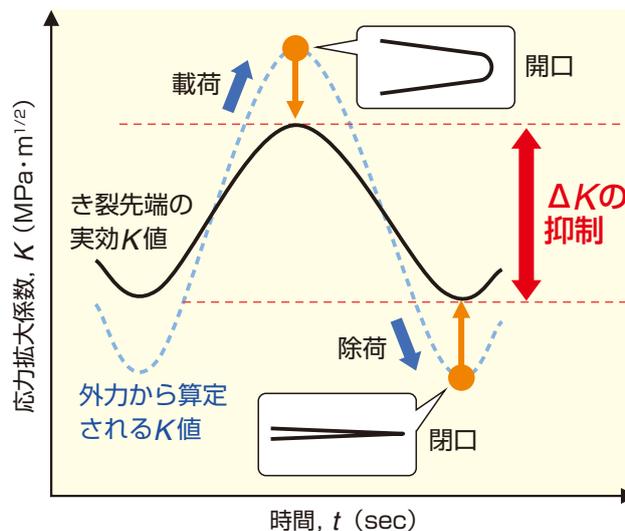
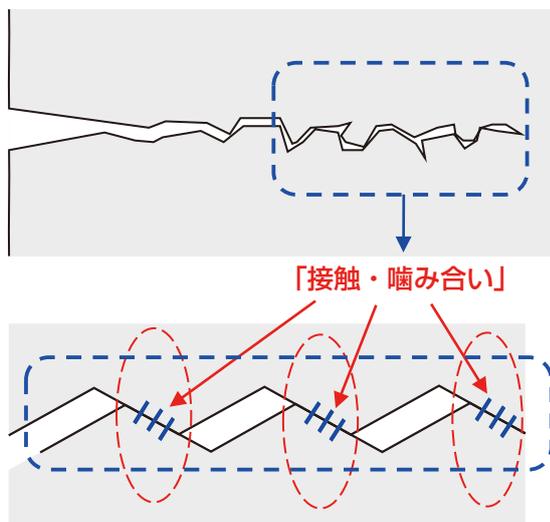


AFD[®] 鋼



硬質相を微細分散する組織制御で、き裂の屈曲や分岐が増加します。

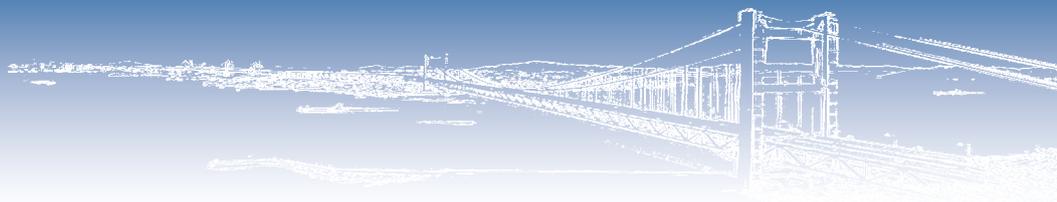
き裂面の噛み合いによる ΔK の抑制



き裂の屈曲や分岐で破面の噛み合いが強くなり、き裂先端での実効 ΔK ^{*}を抑制します。

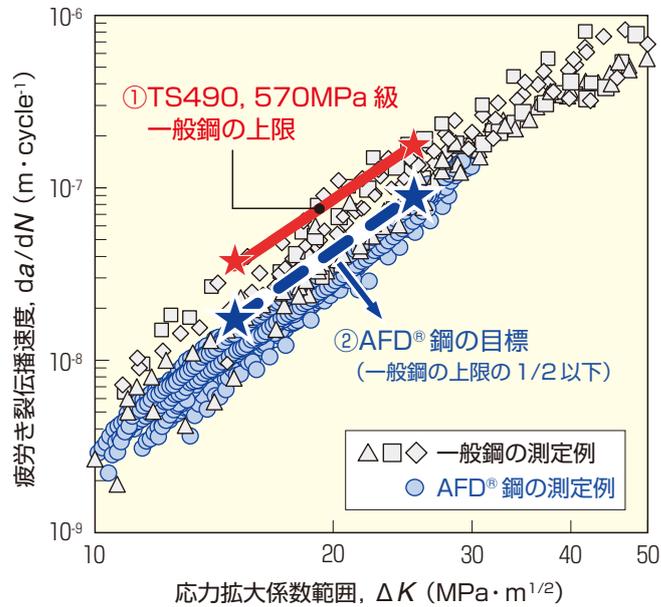
* ΔK : 応力拡大係数範囲。き裂先端付近の応力の分布の強さを表しており、大きいほどき裂が進展しやすい。

「AFD」、「FLExB」、「EXPAL」はJFEスチール株式会社の登録商標です。



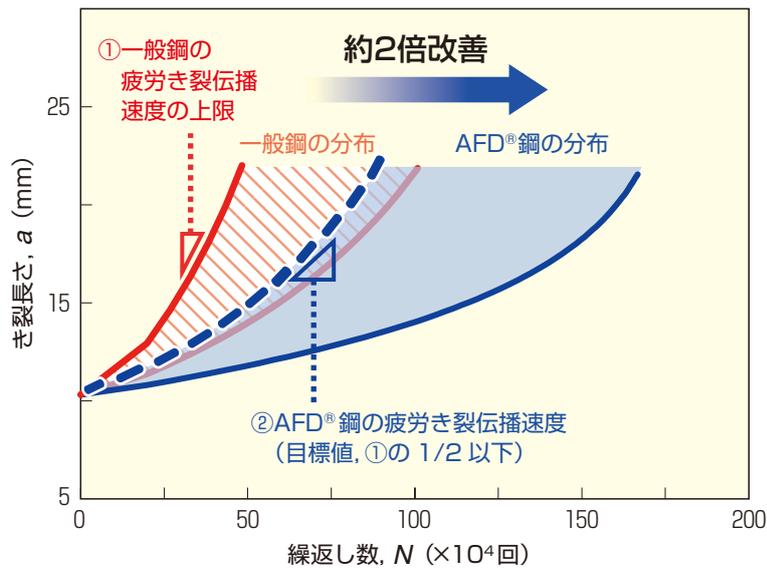
性能

疲労き裂伝播速度の分布



AFD[®] 鋼はき裂先端の応力拡大係数範囲を抑制することで疲労き裂伝播速度を一般鋼上限の 1/2 以下に抑制します。

疲労き裂伝播寿命の試算例



AFD[®] 鋼は疲労き裂伝播速度が抑制されることで疲労き裂伝播寿命が約2倍に改善する試算例が得られています。

製造規格範囲

NETIS番号：KT220231-A

橋梁の薄肉部材に適用する薄物耐疲労鋼：

薄物AFD[®]鋼 (Anti-Fatigue Damage Steel)

化学成分 (JIS G 3106 SM, JIS G 3140 SBHS500)

(%)

種類の記号	板厚 (mm)	化学成分					C _{eq} ¹⁾	P _{CM} ²⁾
		C	Si	Mn	P	S		
SM490A	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.38 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80	≤ 0.22					≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
SM490B	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.38 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80	≤ 0.20					≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
SM490C	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.38 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80						≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
SM490YA	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.38 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80						≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
SM490YB	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.38 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80						≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
SM520B ³⁾	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80						≤ 0.42 ⁹⁾	≤ 0.27 ⁹⁾
SM520C ³⁾	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.20	≤ 0.55	≤ 1.65	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.40 ⁹⁾	≤ 0.26 ⁹⁾
	50 < t ≤ 80						≤ 0.42 ⁹⁾	≤ 0.27 ⁹⁾
SM570	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	≤ 0.55	≤ 1.70	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.44 ¹⁰⁾	≤ 0.28 ¹⁰⁾
	50 < t ≤ 80						≤ 0.47 ¹⁰⁾	≤ 0.30 ¹⁰⁾
SBHS500 ⁴⁾	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.11	≤ 0.55	≤ 2.00	≤ 0.020	≤ 0.006	—	≤ 0.20

化学成分 (JIS G 3114 SMA)

(%)

種類の記号	板厚 (mm)	化学成分								C _{eq} ¹⁾	P _{CM} ²⁾
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr		
SMA490AW	25 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	0.15 ~ 0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 ~ 0.50	0.05 ~ 0.30	0.45 ~ 0.75	≤ 0.41 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
SMA490BW	25 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	0.15 ~ 0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 ~ 0.50	0.05 ~ 0.30	0.45 ~ 0.75	≤ 0.41 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
SMA490CW	25 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	0.15 ~ 0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 ~ 0.50	0.05 ~ 0.30	0.45 ~ 0.75	≤ 0.41 ⁹⁾	≤ 0.24 ⁹⁾
SMA570W	9 ≤ t ≤ 50	≤ 0.18	0.15 ~ 0.65	≤ 1.40	≤ 0.035	≤ 0.035	0.30 ~ 0.50	0.05 ~ 0.30	0.45 ~ 0.75	≤ 0.44 ¹⁰⁾	≤ 0.28 ¹⁰⁾

1) C_{eq} = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14

2) P_{CM} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B

3) SM520 t > 50mm は事前にお問い合わせください。

4) SBHS500 t > 35mm は事前にお問い合わせください。

5) EXPAL[®] との複合仕様鋼はお問い合わせください。

6) ご要望に応じ種類の記号の後に「AFD」を付記することも可能です。

7) JIS G 3199 耐ラメラテア性能のご要望にも対応可能です。

8) 必要に応じてこの表に記載していない合金元素を添加することもあります。

9) 熱加工制御を実施した場合の規制値

10) 焼入焼戻しの場合の規制値



機械的性質 (JIS G 3106 SM, JIS G 3140 SBHS500, JIS G 3114 SMA)

種類の記号	引張試験							シャルピー衝撃試験		
	降伏点または耐力 (N/mm ²)				引張強さ (N/mm ²)	伸び			試験温度 (°C)	吸収エネルギー (J)
	板厚 (mm)					板厚 (mm)	試験片	伸び (%)		
	9 ≤ t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 75	75 < t ≤ 80						
SM490A	≥ 325	≥ 315	≥ 295	≥ 295	490 ~ 610	9 ≤ t ≤ 16	1A号	≥ 17	—	—
SM490B						16 < t ≤ 50	1A号	≥ 21	0	≥ 27
SM490C						40 < t ≤ 80	4号	≥ 23	0	≥ 47
SM490YA	≥ 365	≥ 355	≥ 335	≥ 325	490 ~ 610	9 ≤ t ≤ 16	1A号	≥ 15	—	—
SM490YB						16 < t ≤ 50	1A号	≥ 19	0	≥ 27
SM520B	≥ 365	≥ 355	≥ 335	≥ 325	520 ~ 640	9 ≤ t ≤ 16	1A号	≥ 15	0	≥ 27
SM520C						16 < t ≤ 50	1A号	≥ 19	0	≥ 47
SM570	≥ 460	≥ 450	≥ 430	≥ 420	570 ~ 720	9 ≤ t ≤ 16	5号	≥ 19	-5	≥ 47
						16 < t ≤ 80	5号	≥ 26		
						20 < t ≤ 80	4号	≥ 20		
SBHS500	≥ 500	≥ 500	≥ 500 ¹⁾	—	570 ~ 720	9 ≤ t ≤ 16	5号	≥ 19	-5	≥ 100
						16 < t ≤ 50	5号	≥ 26		
						20 < t ≤ 50	4号	≥ 20		
SMA490AW	—	≥ 355 ²⁾	≥ 335 ³⁾	—	490 ~ 610	25 ≤ t ≤ 50	1A号	≥ 19	—	—
SMA490BW						40 < t ≤ 50	4号	≥ 21	0	≥ 27
SMA490CW									0	≥ 47
SMA570W	≥ 460	≥ 450	≥ 430 ⁴⁾	—	570 ~ 720	9 ≤ t ≤ 16	5号	≥ 19	-5	≥ 47
						16 < t ≤ 50	5号	≥ 26		
						20 < t ≤ 50	4号	≥ 20		

- 1) 適用板厚範囲は、40 < t ≤ 50
 2) 適用板厚範囲は、25 ≤ t ≤ 40
 3) 適用板厚範囲は、40 < t ≤ 50
 4) 適用板厚範囲は、40 < t ≤ 50

品質特性例

化学成分

(%)

種類の記号	板厚 (mm)	化学成分					C _{eq} ¹⁾	P _{CM} ²⁾
		C	Si	Mn	P	S		
SM490YB	9	0.15	0.25	1.17	0.014	0.002	0.36	0.22
SM570	9	0.08	0.35	1.50	0.008	0.002	0.36	0.18

- 1) C_{eq} = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14
 2) P_{CM} = C + Si/30 + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/15 + V/10 + 5B

機械的性質

種類の記号	板厚 (mm)	引張試験			シャルピー衝撃試験	
		降伏点または耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (J)
SM490YB	9	378	542	20	0	92
SM570	9	537	631	29	-5	141

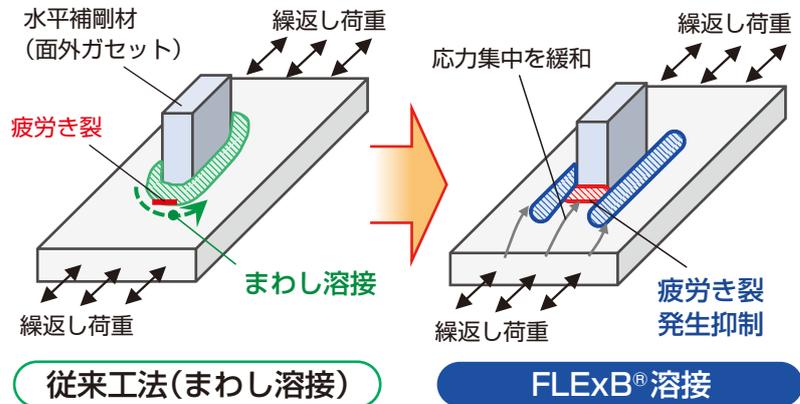
AFD[®] 鋼適用による疲労寿命向上技術の相乗効果

疲労強度を向上させるFLExB[®]溶接 (NETIS登録番号：CB230007-A)

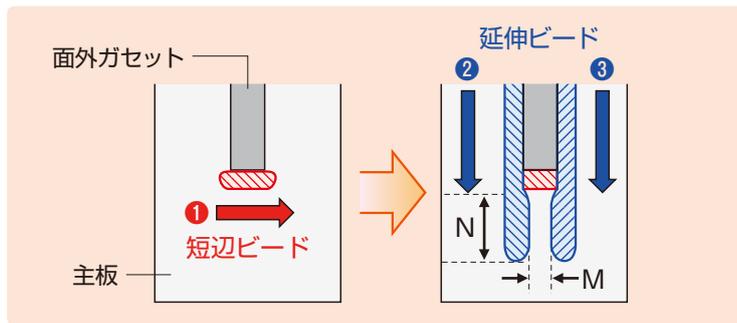
FLExB[®] 溶接とは

FLExB[®]: Fatigue Life Extended Bead
 本技術はJFEスチールの開発技術です。
 (特許 第6733683号)

面外ガセットの板厚方向を溶接し、ガセット板幅方向に延伸させたビードで挟み込み継手の疲労強度を改善する技術です。



施工手順



疲労等級改善効果の既確認範囲

- 突き出し長さ, N : 20~30mm
- 突き出し間隔, M : 5~10mm
- ガセット板厚 : 9~28* mm

*突き出し間隔(M)が管理できる範囲とする。

効果確認範囲以外への適用はご相談ください。

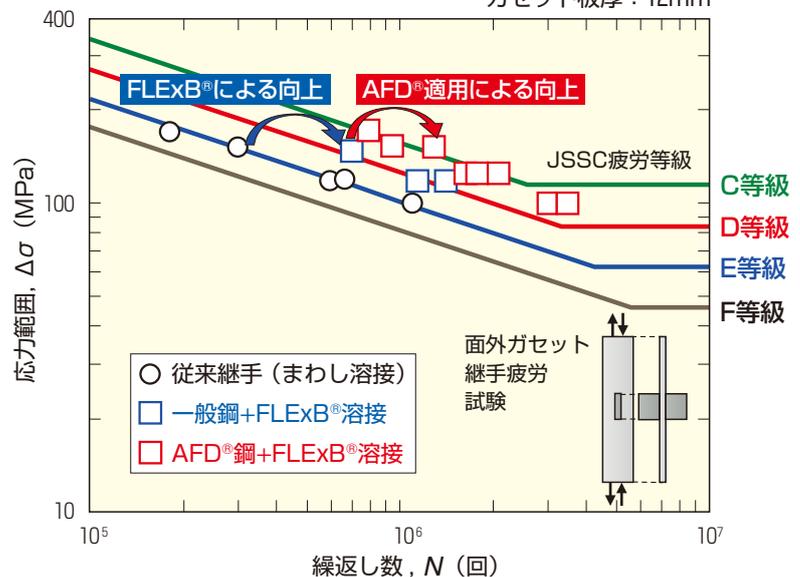
疲労寿命向上例

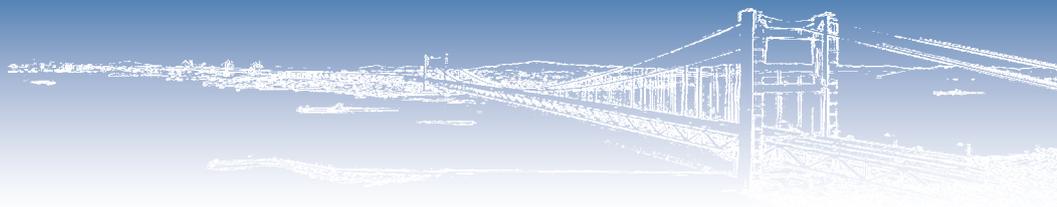
FLExB[®]適用で面外ガセット継手のJSSC疲労等級が1等級向上します。

AFD[®]鋼との併用で相乗効果(図の例では概ね2等級程度)が見込める可能性があります。

検証実験の例

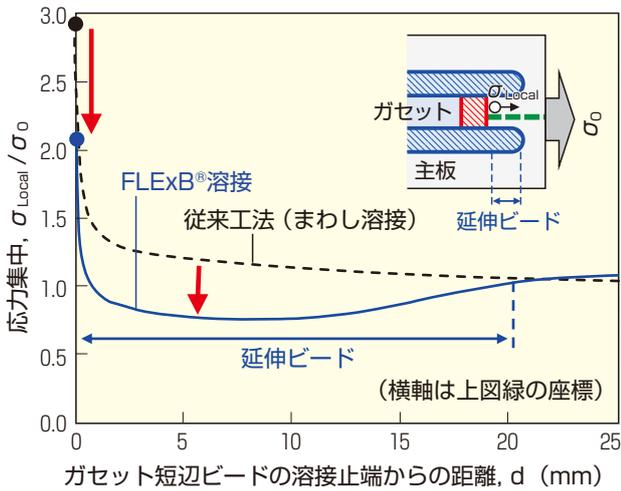
SM490YB
 主板板厚 : 12mm
 ガセット板厚 : 12mm



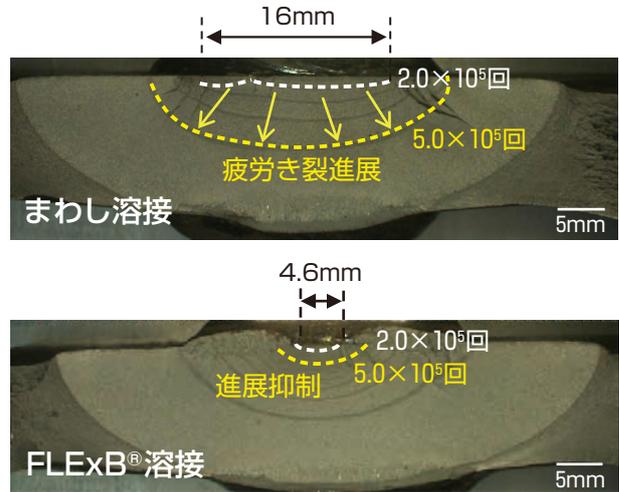


疲労寿命向上メカニズム

疲労き裂の発生抑制

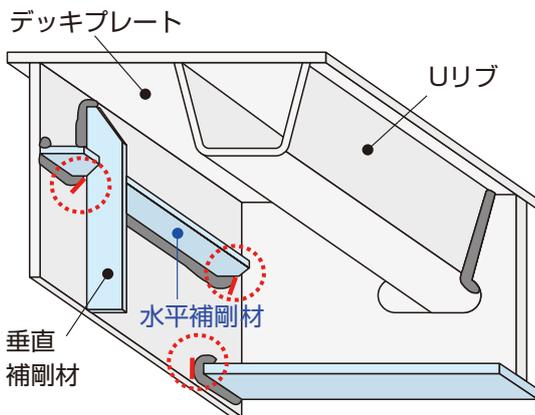


疲労き裂の進展抑制



- ◎延伸ビードに挟まれた主板の応力低減効果を利用。結果として、ガセットの短辺ビード止端部応力を低減することで**疲労き裂の発生を抑制**します。
- ◎ガセットを挟む延伸ビードが初期疲労き裂の表面長さを制限するため、板厚方向への疲労き裂進展も抑制します。**AFD®鋼適用により、さらに疲労き裂進展抑制効果が向上**します。

本技術の推奨適用部位

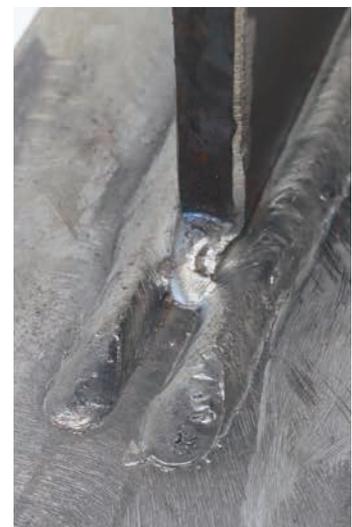


疲労設計する部位の面外ガセット溶接継手において特に有効です。

溶接施工外観



従来工法
(まわし溶接)



FLExB®溶接

JFE スチール 株式会社
<https://www.jfe-steel.co.jp>

本 社	〒100-0011 東京都千代田区内幸町2丁目2番3号(日比谷国際ビル)	TEL 03(3597)3111	FAX 03(3597)4860
大 阪 支 社	〒530-8353 大阪市北区堂島1丁目6番20号(堂島アバンザ10F)	TEL 06(6342)0707	FAX 06(6342)0706
名 古 屋 支 社	〒450-6427 名古屋市中村区名駅三丁目28番12号(大名古屋ビルディング27F)	TEL 052(561)8612	FAX 052(561)3374
北 海 道 支 社	〒060-0002 札幌市中央区北二条西4丁目1番地(札幌三井JPビルディング14F)	TEL 011(251)2551	FAX 011(251)7130
東 北 支 社	〒980-0811 仙台市青葉区一番町4丁目1番25号(JRE東二番丁スクエア3F)	TEL 022(221)1691	FAX 022(221)1695
新 潟 支 社	〒950-0087 新潟市中央区東大通1丁目2番23号(北陸ビル5F)	TEL 025(241)9111	FAX 025(241)7443
北 陸 支 社	〒930-0004 富山市桜橋通り3番1号(富山電気ビル3F)	TEL 076(441)2056	FAX 076(441)2058
中 国 支 社	〒730-0036 広島市中区袋町4番21号(広島富国生命ビル7F)	TEL 082(245)9700	FAX 082(245)9611
四 国 支 社	〒760-0019 高松市サンポート2番1号(高松シンボルタワー-23F)	TEL 087(822)5100	FAX 087(822)5105
九 州 支 社	〒812-0025 福岡市博多区店屋町1番35号(博多三井ビルディング2号館7F)	TEL 092(263)1651	FAX 092(263)1656
千 葉 営 業 所	〒260-0028 千葉市中央区新町3番地13(日本生命千葉駅前ビル5F)	TEL 043(238)8001	FAX 043(238)8008
神 奈 川 営 業 所	〒231-0013 横浜市中区住吉町2丁目22番(松栄関内ビル6F)	TEL 045(212)9860	FAX 045(212)9873
静 岡 営 業 所	〒422-8061 静岡市駿河区森下町1番35号(静岡MYタワー 13F)	TEL 054(288)9910	FAX 054(288)9877
岡 山 営 業 所	〒700-0821 岡山市北区中山下1丁目8番45号(NTTクレド岡山ビル18F)	TEL 086(224)1281	FAX 086(224)1285
沖 縄 営 業 所	〒900-0015 那覇市久茂地3丁目21番1号(國場ビル11F)	TEL 098(868)9295	FAX 098(868)5458

お客様へのご注意とお願い

- 本カタログに記載された特性値等の技術情報は、規格値を除き何ら保証を意味するものではありません。
- 本カタログ記載の製品は、使用目的・使用条件等によっては記載した内容と異なる性能・性質を示すことがあります。
- 本カタログ記載の技術情報を誤って使用したこと等により発生した損害につきましては、責任を負いかねますのでご了承ください。

Copyright © JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.
無断複製・転載・WEBサイトへの掲載などはおやめください。

JFE Steel Corporation
<https://www.jfe-steel.co.jp/en/>
HEAD OFFICE

Hibiya Kokusai Building, 2-3 Uchisaiwaicho 2-chome, Chiyodaku, Tokyo 100-0011, Japan Phone: (81)3-3597-3111 Fax: (81)3-3597-4860

■ ASIA PACIFIC
SEOUL

 JFE Steel Korea Corporation
16th Floor, 41, Cheonggyecheon-ro, Jongno-gu, Seoul,
03188, Korea
(Youngpung Building, Seorin-dong)
Phone: (82)2-399-6337 Fax: (82)2-399-6347

BEIJING

 JFE Steel Corporation Beijing
2018 Beijing Fortune Building, No.5, Dongsanhuan
North Road, Chaoyang District, Beijing, 100004,
P.R.China
Phone: (86)10-6590-9051 Fax: (86)10-6590-9056

SHANGHAI

 JFE Consulting (Shanghai) Co., Ltd.
Room 801, Building A, Far East International Plaza,
319 Xianxia Road, Shanghai 200051, P.R.China
Phone: (86)21-6235-1345 Fax: (86)21-6235-1346

GUANGZHOU

 JFE Consulting (Guangzhou) Co., Ltd.
Room 3901 Citic Plaza, 233 Tian He North Road,
Guangzhou, 510613, P.R.China
Phone: (86)20-3891-2467 Fax: (86)20-3891-2469

MANILA

 JFE Steel Corporation, Manila Office
23rd Floor 6788 Ayala Avenue, Oledan Square,
Makati City, Metro Manila, Philippines
Phone: (63)2-8886-7432 Fax: (63)2-8886-7315

HO CHI MINH CITY

 JFE Steel Vietnam Co., Ltd.
Unit 1704, 17th Floor, MPlaza, 39 Le Duan Street,
Dist 1, HCMC, Vietnam
Phone: (84)28-3825-8576 Fax: (84)28-3825-8562

HANOI

 JFE Steel Vietnam Co., Ltd., Hanoi Branch
Unit 1501, 15th Floor, Cornerstone Building, 16 Phan
Chu Trinh Street, Hoan Kiem Dist., Hanoi, Vietnam
Phone: (84)24-3855-2266 Fax: (84)24-3533-1166

BANGKOK

 JFE Steel (Thailand) Ltd.
22nd Floor, Abdulrahim Place 990, Rama IV Road,
Silom, Bangrak, Bangkok 10500, Thailand
Phone: (66)2-636-1886 Fax: (66)2-636-1891

YANGON

 JFE Steel (Thailand) Ltd., Yangon Office
Unit 05-01, Union Business Center, Nat Mauk Road,
Bocho Quarter, Bahan Tsp, Yangon, 11201, Myanmar
Phone: (95)1-860-3352

SINGAPORE

 JFE Steel Asia Pte. Ltd.
16 Raffles Quay, No.15-03, Hong Leong Building,
048581, Singapore
Phone: (65)6220-1174 Fax: (65)6224-8357

JAKARTA

 PT. JFE STEEL INDONESIA
6th Floor Summitas II, JL Jendral Sudirman Kav.
61-62, Jakarta 12190, Indonesia
Phone: (62)21-522-6405 Fax: (62)21-522-6408

NEW DELHI

 JFE Steel India Private Limited
806, 8th Floor, Tower-B, Unitech Signature Towers,
South City-I, NH-8, Gurgaon-122001, Haryana, India
Phone: (91)124-426-4981 Fax: (91)124-426-4982

MUMBAI

 JFE Steel India Private Limited, Mumbai Office
603-604, A Wing, 215 Atrium Building, Andheri-Kurla
Road, Andheri (East), Mumbai-400093, Maharashtra,
India
Phone: (91)22-3076-2760 Fax: (91)22-3076-2764

BRISBANE

 JFE Steel Australia Resources Pty Ltd.
Level28, 12 Creek Street, Brisbane QLD 4000
Australia
Phone: (61)7-3229-3855 Fax: (61)7-3229-4377

■ MIDDLE EAST
DUBAI

 JFE Steel Corporation, Dubai Office
P.O.Box 261791 LOB19-1208, Jebel Ali Free Zone
Dubai, U.A.E.
Phone: (971)4-884-1833 Fax: (971)4-884-1472

■ NORTH, CENTRAL and SOUTH AMERICA
HOUSTON

 JFE Steel America, Inc.
750 Town & Country Blvd., Suite 705, Houston,
TX 77024, U.S.A.
Phone: (1)713-532-0052 Fax: (1)713-532-0062

MEXICO CITY

 JFE Steel de Mexico S.A. de C.V.
Ruben Dario #281-1002, Col. Bosque de
Chapultepec, C.P. 11580, CDMX. D.F. Mexico
Phone: (52)55-5985-0097

RIO DE JANEIRO

 JFE Steel do Brasil LTDA
Praia de Botafogo, 228 Setor B, Salas 508 & 509,
Botafogo, CEP 22250-040, Rio de Janeiro-RJ, Brazil
Phone: (55)21-2553-1132 Fax: (55)21-2553-3430

Notice

While every effort has been made to ensure the accuracy of the information contained within this publication, the use of the information is at the reader's risk and no warranty is implied or expressed by JFE Steel Corporation with respect to the use of information contained herein. The information in this publication is subject to change or modification without notice. Please contact the JFE Steel office for the latest information.

Copyright © JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.

Any reproduction, modification, translation, distribution, transmission, uploading of the contents of the document, in whole or in part, is strictly prohibited.