

WES 2808 : 2017

WES

動的繰返し大変形を受ける溶接鋼構造物の ぜい性破壊性能評価方法

Method of assessing brittle fracture in steel weldments
subjected to large cyclic and dynamic strain

WES 2808 : 2017

平成 29 年 7 月 1 日 改正

一般社団法人 日本溶接協会

The Japan Welding Engineering Society

WES 2808 動的繰返し大変形を受ける溶接鋼構造物のぜい性破壊性能評価方法
鉄鋼部会 技術委員会 構成表

	氏名	所属
技術委員会委員長	栗飯原 周二	国立大学法人東京大学
LDF II 委員会主査	南 二三吉	国立大学法人大阪大学
CTE 委員会主査	川 畑 友 弥	国立大学法人東京大学
幹事 (中立委員)	吉 成 仁 志	国立研究開発法人海上技術安全研究所
中立委員	萩 原 行 人	元 上智大学
中立委員	大 畑 充	国立大学法人大阪大学
中立委員	望 月 正 人	国立大学法人大阪大学
中立委員	後 藤 浩 二	国立大学法人九州大学
中立委員	中 込 忠 男	国立大学法人信州大学
中立委員	柴 沼 一 樹	国立大学法人東京大学
中立委員	勝 田 順 一	国立大学法人長崎大学
委員	山 下 洋 一	株式会社 I H I
委員	山 田 剛 久	株式会社 I H I
委員	西 川 弘 泰	川崎重工業株式会社
委員	木 内 晃	株式会社コベルコ科研
委員	今 井 康 仁	東京ガス株式会社
委員	片 山 義 紀	株式会社東芝
委員	平 井 秀 一	トーヨーカネツ株式会社
委員	宇 野 義 明	日揮株式会社
委員	小 林 順 一	新日鐵住金エンジニアリング株式会社
委員	櫻 井 剛	三菱重工業株式会社
委員 (鋼材メーカー)	上 田 太 次	株式会社神戸製鋼所
委員 (鋼材メーカー)	田 川 哲 哉	J F E スチール株式会社
委員 (鋼材メーカー)	伊 木 聡	J F E スチール株式会社
委員 (鋼材メーカー)	島 貫 広 志	新日鐵住金株式会社
委員 (鋼材メーカー)	小 枝 日出夫	株式会社日本製鋼所

協会規格を他書へ転載する場合のご注意

本規格の内容の一部又は全部を他書に転載する場合には、当協会の許諾を得るか又は本規格からの転載であることを明示してください。このような処置がとられないと、著作権及び出版権の侵害となります。

制定年月日 : 平成 15 年 10 月 1 日

改正年月日 : 平成 29 年 7 月 1 日

原案作成委員会 : 一般社団法人日本溶接協会 鉄鋼部会技術委員会 (委員長 栗飯原周二)

LDF II 委員会 (主査 南二三吉)

審議委員会 : 一般社団法人日本溶接協会 規格委員会 (委員長 平田好則)

この規格についてのご意見又はご質問は、一般社団法人日本溶接協会業務部 (〒101-0025 東京都千代田区神田佐久間町 4-20) にご連絡ください。

鉄鋼部会 技術委員会 構成表 (続き)

	氏名	所属
本部会・幹事会幹事長	林 謙 次	J F E スチール株式会社
本部会・幹事会副幹事長	小 田 直 樹	新日鐵住金株式会社
本部会・幹事会幹事	今 村 弘 樹	株式会社神戸製鋼所
事務局	白 倉 俊 哉	一般社団法人日本溶接協会
事務局	木 口 明 浩	一般社団法人日本溶接協会
事務局	金 子 佳代子	一般社団法人日本溶接協会

LDFII 委員会 構成表

	氏名	所属
技術委員会委員長	栗飯原 周 二	国立大学法人東京大学
主査	南 二三吉	国立大学法人大阪大学
幹事	大 畑 充	国立大学法人大阪大学
中立委員	萩 原 行 人	元 上智大学
中立委員	高 嶋 康 人	国立大学法人大阪大学
中立委員	中 込 忠 男	国立大学法人信州大学
委員 (鋼材メーカー)	山 口 徹 雄	株式会社神戸製鋼所
委員 (鋼材メーカー)	杵 渕 雅 男	株式会社神戸製鋼所
委員 (鋼材メーカー)	田 川 哲 哉	J F E スチール株式会社
委員 (鋼材メーカー)	伊 木 聡	J F E スチール株式会社
委員 (鋼材メーカー)	石 井 匠	J F E スチール株式会社
委員 (鋼材メーカー)	島 貫 広 志	新日鐵住金株式会社
委員 (鋼材メーカー)	島 田 祐 介	新日鐵住金株式会社
委員 (鋼材メーカー)	鈴 木 孝 彦	日鉄住金テクノロジー株式会社
本部会・幹事会幹事長	林 謙 次	J F E スチール株式会社
本部会・幹事会副幹事長	小 田 直 樹	新日鐵住金株式会社
本部会・幹事会幹事	今 村 弘 樹	株式会社神戸製鋼所
事務局	白 倉 俊 哉	一般社団法人日本溶接協会
事務局	木 口 明 浩	一般社団法人日本溶接協会
事務局	金 子 佳代子	一般社団法人日本溶接協会

まえがき

この規格は、一般社団法人日本溶接協会の定款及び諸規定に基づいて、規格案が作成され、パブリックコメント公募を経て規格委員会の審議及び理事会によって承認された日本溶接協会規格（以下、**WES** という。）である。これによって **WES 2808:2003** は改正され、この規格に置き換えられる。

今回の改正では、鋼材の適用強度クラス、構造部位の適用対象の範囲拡大と、破壊力学の発展に基づく評価精度向上を目的とし、溶接部も含めた評価手順として適用できるようにした。

当協会は、この規格に関する説明責任を有するが、この規格に基づいて使用又は保有したことから生じるあらゆる経済的損害、損失を含め、一切の間接的、付随的、また結果的損失、損害についての責任を負わない。また、この規格に関連して主張される特許権及び著作権等の知的財産権の有効性を判断する責任も、それらの利用によって生じた知的財産権の侵害に係る損害賠償請求に応ずる責任ももたない。そうした責任は、全てこの規格の利用者にある。

この規格の内容の一部又は全部を他書に転載する場合には、当協会の許諾を得るか、又はこの規格からの転載であることを明示のこと。このような処置がとられないと、著作権及び出版権の侵害となり得る。

目次

ページ

序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	2
3 用語及び定義	2
4 記号とその意味	4
5 破壊評価フロー	5
6 評価手順	9
6.1 評価に用いるひずみとひずみ速度	9
6.2 予ひずみ及び動的負荷による強度変化の評価	10
6.3 予ひずみ及び動的負荷による破壊じん性変化の評価	11
6.4 シャルピー試験による破壊じん性の簡易評価	12
6.5 構造要素と破壊じん性試験片の塑性拘束補正	12
6.6 破壊性能評価	14
6.7 評価手順のまとめ	15
附属書（参考）予ひずみ時効の取扱い	16
解説	19
1 制定の趣旨及び経緯	19
2 適用範囲	20
3 柱はり接合部のマクロひずみ・ひずみ速度	22
3.1 マクロひずみを求める構造解析手順	22
3.2 地震時のはり端部に生じる損傷（層間変形角及び部材変形角の算出）	23
3.3 はり端に生じるマクロひずみの算出	24
3.4 はり端に生じるひずみ速度・スケルトン予ひずみ	25
3.5 地震時に鉄骨骨組に生じるマクロひずみ・ひずみ速度・スケルトン予ひずみの算定	25
4 CTOD 設計曲線と評価に用いるひずみ	26
4.1 WES 2805 の CTOD 設計曲線の概要	26
4.2 局所ひずみの定義	28
4.3 柱はり接合部のひずみ集中係数	29
4.4 CTOD 設計曲線の柱はり接合部への適用性	41
4.5 動的負荷の効果	45
5 予ひずみと動的負荷による強度変化の評価	47
5.1 はじめに	47
5.2 予ひずみと動的負荷による強度変化	47

5.3	予ひずみによる強度変化の推定	51
5.4	動的負荷による強度変化の推定	56
5.5	予ひずみ・動的負荷の重量条件による強度変化の推定	59
5.6	溶接熱影響部の強度に及ぼす予ひずみの影響	62
5.7	溶接熱影響部の予ひずみによる強度変化の推定	63
5.8	まとめ	64
6	予ひずみと動的負荷による破壊じん性変化の評価	67
6.1	はじめに	67
6.2	破壊じん性に及ぼす予ひずみ履歴の影響	68
6.3	破壊じん性に及ぼす予ひずみと動的負荷の影響	68
6.4	限界 CTOD の温度シフトと流動応力変化の関係	71
6.5	圧縮予ひずみの取扱い	74
6.6	限界 CTOD の温度シフトと流動応力変化の関係の考察	76
6.7	溶接熱影響部の限界 CTOD の温度シフトと流動応力変化の関係	79
6.8	まとめ	82
7	シャルピー試験による破壊じん性の簡易評価	83
7.1	はじめに	83
7.2	破壊じん性の温度依存性	84
7.3	シャルピー吸収エネルギーと限界 CTOD の相関	86
7.4	溶接熱影響部のシャルピー吸収エネルギーと限界 CTOD の相関	89
7.5	まとめ	93
8	構造要素と破壊じん性試験片の塑性拘束補正	93
8.1	はじめに	93
8.2	塑性拘束補正係数の定義	94
8.3	塑性拘束補正係数のパラメトリック解析	95
8.4	塑性拘束補正係数の材料特性依存性	99
8.5	塑性拘束補正係数 β に及ぼす亀裂寸法の影響	100
8.6	柱はり接合部の塑性拘束補正係数	111
8.7	塑性拘束補正係数に及ぼす溶接部強度ミスマッチの影響	113
8.8	繰返し変形下の破壊評価に用いる塑性拘束補正係数	114
8.9	まとめ	115
9	適用例	117
9.1	破壊性能評価フローの適用例	117
9.2	破壊じん性要求値の決定フローの適用例	140
9.3	評価パラメータの影響度解析	146
10	今後の検討課題	159
10.1	評価手順の課題	159
10.2	発熱効果の取扱い	159
10.3	延性き裂成長の取扱い	164
10.4	予ひずみによる溶接熱影響部のじん性変化	175

10.5 まとめ 175

日本溶接協会規格

動的繰返し大変形を受ける溶接鋼構造物の
ぜい性破壊性能評価方法Method of assessing brittle fracture in steel weldments
subjected to large cyclic and dynamic strain

序文

この規格は、地震により動的繰返し大変形を受ける溶接鋼構造物のぜい性破壊に対する性能を、破壊力学パラメータとして亀裂先端開口変位（CTOD）を用いて評価する手法を規定するものである。2003年に発行された初版では、400～590 N/mm²級鋼溶接構造物を対象としていたが、780 N/mm²級鋼溶接構造物までに適用範囲を拡大し、さらに最近の破壊力学の発展をふまえて評価精度の向上を図るべく、規格の改正を行った。

1 適用範囲

この規格は、400～780 N/mm²級厚鋼板及びH形鋼で製作された建築鉄骨や橋りょうなどの溶接構造物の、動的繰返し大変形によって応力・ひずみ集中部から生じるぜい性破壊を対象とする。

構造要素に生じる亀裂は、部材側面（端部）の表面亀裂、貫通亀裂、及び部材中央部の表面亀裂を対象とする。溶接継手は、溶接金属の母材に対する強度比の範囲が0.9～1.5程度のものを対象とする。この規格の評価対象部におけるひずみ、ひずみ速度、亀裂寸法、部材厚さの適用範囲を表1に示す。

表1 ひずみ、ひずみ速度、亀裂寸法及び部材厚さの適用範囲

評価項目		適用範囲
ひずみ（局所ひずみ e_{local} ¹⁾		約10%以下
ひずみ速度 \dot{e}_{local} ²⁾		約100%/s以下
予ひずみ $e_{\text{pre, local}}$ ³⁾		鋼材の一樣伸び以下
亀裂長さ c	端部表面亀裂	12 mm 以上
	中央表面亀裂	8 mm 以上（半長）
	端部貫通亀裂	2.5 mm 以上 15 mm 以下
表面亀裂深さの部材厚さとの比 a/t		$0.04 \leq a/t \leq 0.24$
部材厚さ t ⁴⁾		$12.5 \text{ mm} \leq t \leq 50 \text{ mm}$

- 注 1) 破壊時の負荷サイクルにおいて生じる局所ひずみ
 2) 破壊時の負荷サイクルの局所ひずみ速度
 3) 破壊の前負荷サイクルまでで生じる局所予ひずみ
 4) 表面亀裂が存在する部材の厚さ