

HPIS

圧力容器の疲労設計ガイドブック

Guidance for Fatigue Design of Pressure Vessels

HPIS C110 TR:2016

2016年11月24日制定

一般社団法人日本高圧力技術協会

High Pressure Institute of Japan

目次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 圧力容器の疲労設計	2
4.1 疲労とは何か	2
4.2 疲労破壊を防ぐには	6
5 疲労設計手法の種類及びその考え方	7
5.1 疲労設計の基本的な考え方	7
5.2 疲労設計に使用する応力の種類	8
5.3 疲労設計手法の種類	9
5.4 それぞれの設計法で用いられる設計疲労曲線	12
5.5 各種設計疲労曲線で採用されている設計マージン	15
5.6 それぞれの設計手法の長所と短所	15
5.7 疲労解析の免除規定	16
6 各規格による疲労設計手法	23
6.1 JIS B 8266 による疲労設計手法	23
6.2 ASME SEC. VIII DIV. 2 による疲労設計	25
6.3 EN 13445 による疲労設計	67
6.4 KHKS 0220 に基づく疲労設計	86
7 各種の疲労設計手法の比較	100
7.1 はじめに	100
7.2 解析対象	100
7.3 疲労評価の詳細	101
7.4 ラウンドロビン解析	114
附属書 A(規定) 用語及び定義	120
圧力容器の疲労設計ガイドブック 解説	解 1
日本高圧力技術協会規格 圧力容器の疲労設計ガイドブック 原案作成委員会 構成表	解 2

日本高圧力技術協会規格
圧力容器の疲労設計ガイドブック
Guidance for Fatigue Design of Pressure Vessels

序文

近年の国内外の圧力容器設計規格では、設計係数を下げて設計許容応力を高くする傾向がある一方で、使用条件は厳しくなっている。そのため、疲労評価の重要性が増している。

又、国内における圧力容器のための疲労設計規準は旧 **ASME Sec. VIII Div. 2** に基づくものが殆どであるが、この **ASME Sec. VIII Div. 2** は 2007 年に全面的な改定が行われ疲労設計法も全面的に変更された。輸出用の機器では **ASME Sec. VIII Div. 2** だけでなく、ユーザーの意向によって **PD 5500** 及び **EN 13445** などのヨーロッパ規格を適用して疲労設計を行うことが要求されるケースも多い。これらの規格はそれぞれ独自の理論に基づいており、公開されている計算例題は限られているため、実際の設計に適用しようとするると困難を感じる場合も多い。この文書は、圧力容器の疲労設計手法の基礎となる技術基盤を解説し、**JIS B 8266**, **ASME Sec VIII Div. 2**, **EN 13445** 及び **KHKS 0220** に基づいた疲労設計手法の特徴及び評価例を示した技術報告書である。

このガイドブックの構成は、

- ・ 圧力容器の疲労設計の概要と疲労破壊を未然に防ぐための対策についての説明
- ・ 圧力容器に対して、世界各国で使われている疲労設計手法の基本的考え方の説明とそれらについての比較
- ・ 各種疲労設計手法の中でも比較的使用される機会が多いと思われる、**JIS B8266** による方法(旧 **ASME Sec. VIII Div. 2** と同等)、2007 年以降の新 **ASME Sec. VIII Div. 2** による方法、**EN 13445** による方法、及び超高压ガス設備に対する設計規準である **KHKS 0220** についての詳細な解説
- ・ 溶接接合部のある一つのモデル機器及び運転条件を掲げ、その計算例題に対して各種疲労設計規格を適用して実際に解析を行った結果の比較

から成る。

なお、このガイドブックでは各設計規格に定められた解析手法を日本語訳したものを逐一記載してはいないので、実際に解析を行うにあたってはこのガイドブックだけではなく、それぞれの設計規格を参照し解析を行うことが必要である。又、式中に使用している記号の定義もそれぞれの設計規格を参照願いたい。

1 適用範囲

このガイドブックは、繰返し荷重によって圧力容器に生じる疲労損傷を防ぐ目的で作成された規格及び基準を比較し、その具体的適用方法を具体例を用いて解説する。

2 引用規格

このガイドブックでは、本書の一部を構成する引用規格はないが、以下の規格を参照し、これらの規格を適用して疲労設計を行うことを前提として作成された。

圧力容器の疲労設計ガイドブック 解説

この解説は、本体及び附属書に規定した事項、及びこれらに関連した事項を説明するもので、技術文書の一部ではない。

1 制定の趣旨

圧力容器の疲労評価については従来から(2004年版以前の)**ASME Section VIII division 2 Rules for Construction of Pressure Vessels Alternative Rules**及びこれをベースに作成された**JIS B8266 圧力容器の構造—特定規格**に基づいて行われるケースがほとんどである。この場合、疲労損傷の発生が予想される場所のピーク応力を有限要素法を用いて計算し、所定の設計疲労曲線から設計疲労寿命を算定するのが基本的な方法であるが、有限要素法に用いる要素のサイズ及び種類によって計算されるピーク応力に差が生じそれが設計疲労寿命に大きな影響を与えるという欠点がある。特に、疲労損傷の起点となるケースが多い、表面を滑らかに仕上げない溶接接合部のピーク応力の算定は難しく、そのような個所に対する疲労評価は困難になる。

それらの問題に対し **ASME Section VIII division 2** では、2007年に規格全体を改定した際に疲労評価法についても構造応力(structural stress)という概念を導入し、設計疲労寿命が有限要素法の要素に依存するという欠点を回避できる方法を規定した。

一方、ヨーロッパ規格である **EN 13445 Unfired Pressure Vessels** では溶接継ぎ手のタイプによって決まるクラスと(ピーク応力を含まない)局部応力から疲労評価を行う手法を従来から採用している。

このような状況を考えると、我が国においても圧力容器の溶接継手、特になめらか仕上げを行っていない溶接継ぎ手、に対して信頼できる疲労評価を行う方法が早急に確立されることが望まれる。しかし、我が国においては2007年以前の **ASME Section VIII division 2** 及び **JIS B8266** 以外の手法に基づいて疲労評価を行った実績は少なく、これら以外の規格に基づく方法の妥当性を評価することが難しいため、評価のないまま新規の疲労設計規格を作成するのは困難である。

そのため、現段階では国際的に広く適用されている疲労設計規格のいくつかを取り上げ、その背景を説明し実際に適用するための解説を作成することが企画された。

2 制定の経緯

一般社団法人日本高圧力技術協会(HPI)の圧力容器規格委員会下部委員会として、疲労設計分科会を2010年6月に設置し、技術文書原案を作成する活動を行った。準備委員会1回、分科会25回の作業と審議を経て技術文書原案が作成され、更に圧力設備規格審議委員会の審議を経て、理事会によって承認され、日本高圧力技術協会規格 **HPIS C110 TR : 2016** として正式に発行された。