

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-028-10-68 改1
提出年月日	2020年9月3日

非常用ディーゼル発電設備燃料油系主配管の地震相対変位に対する考慮について

2020年9月
東京電力ホールディングス株式会社

非常用ディーゼル発電設備燃料油系主配管の地震相対変位に対する考慮について

1. はじめに

非常用ディーゼル発電設備燃料油系のうち、燃料移送系配管ダクト（以下、ダクト）に敷設されている配管については、原子炉建屋とダクト間のジョイントA、ダクト同士のジョイントB、ダクトと軽油タンク基礎間のジョイントCにおける地震相対変位を吸収する目的でフレキシブルホースを設置している。

本資料では、非常用ディーゼル発電設備燃料油系に使用するフレキシブルホースが地震相対変位を吸収可能であることを説明するものである。フレキシブルホースの設置箇所を図 1-1 に示す。

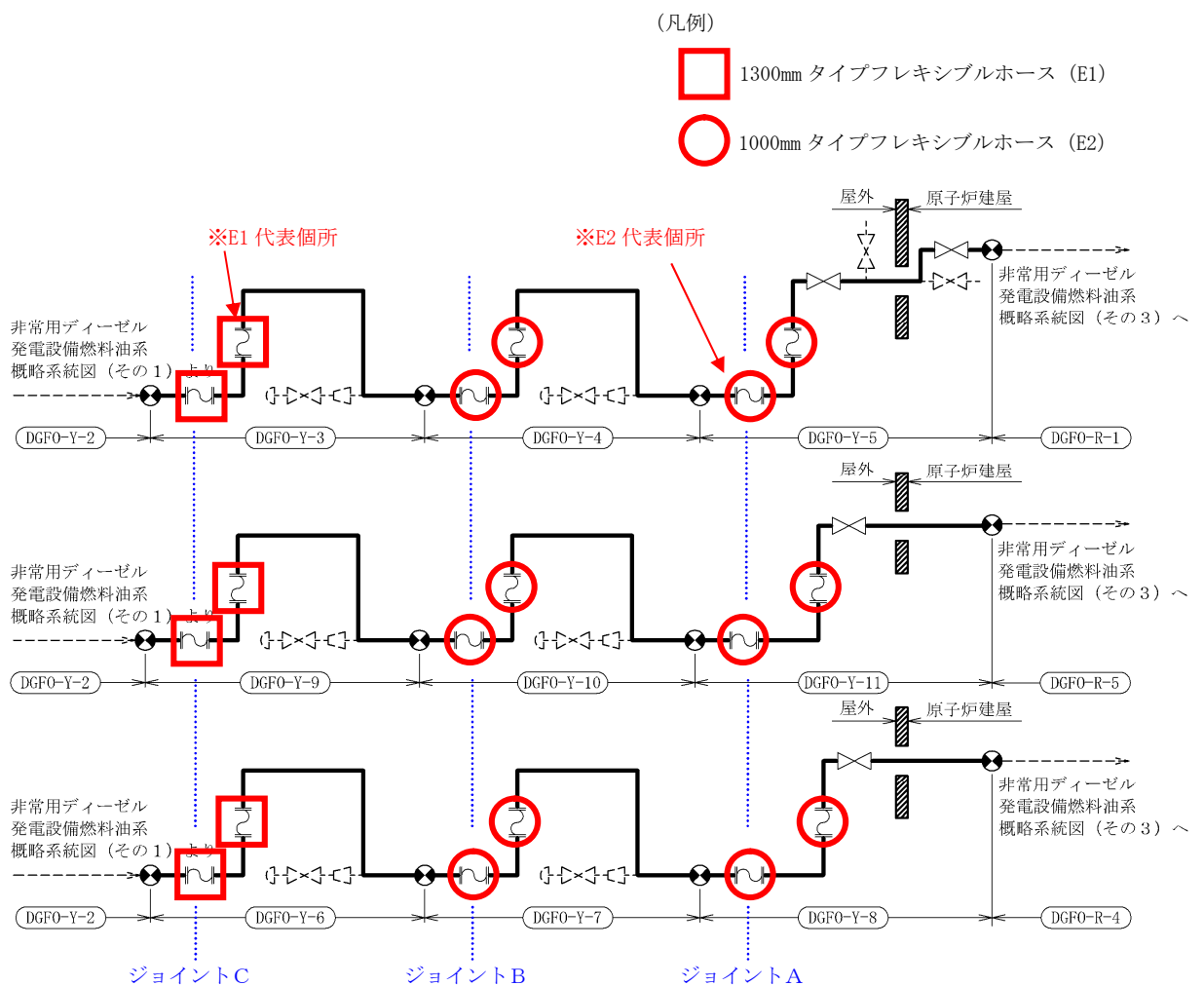


図 1-1 非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（抜粋）

2. フレキシブルホースの構造

フレキシブルホースの構造図を図 2-1, 代表箇所を鳥瞰図を図 2-2, 図 2-3 に示す。

非常用ディーゼル発電設備燃料油系で使用するフレキシブルホースは消防法に適合する必要がある。消防法性能評定可撓管継手（消防危第 20 号油配管用）を使用する。消防危第 20 号「可撓管継手の設置等に関する運用基準について」では、5（1）で「可撓管継手は、圧縮又は伸長して用いないこと。」と定められている。そのため、ここで用いるフレキシブルホースは「軸直角方向の変位のみを吸収する」ものとし、1 つのジョイント部に 2 つのフレキシブルホースをそれぞれ図 2-2, 図 2-3 の鳥瞰図に示すとおり水平方向及び鉛直方向に設置することにより 3 方向の地震相対変位を吸収するものである。

水平方向のフレキシブルホースは鳥瞰図に示す座標系の X, Y 方向, 鉛直方向のフレキシブルホースは Z 方向の相対変位を吸収するものである。

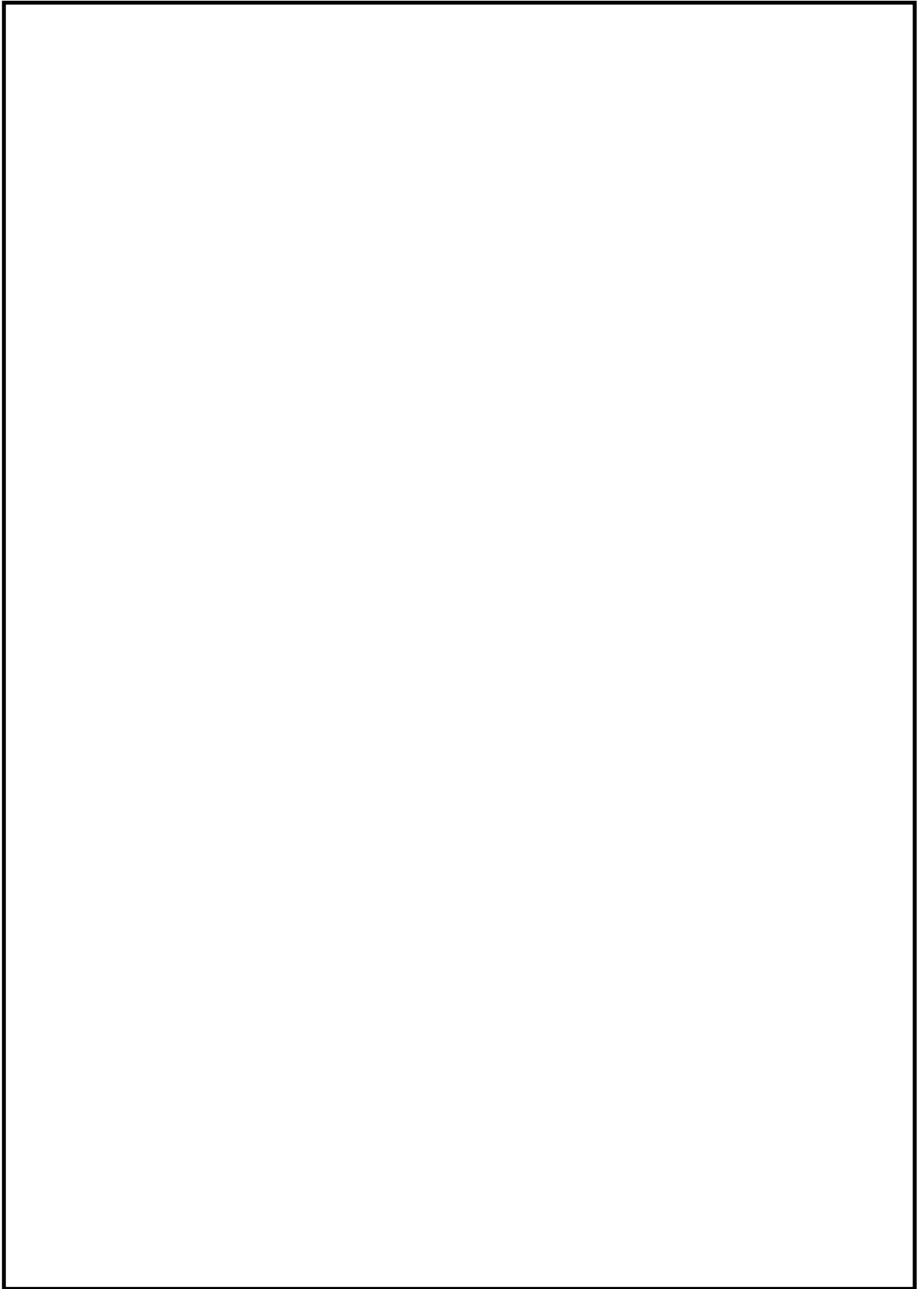


図 2-1 フレキシブルホース構造図

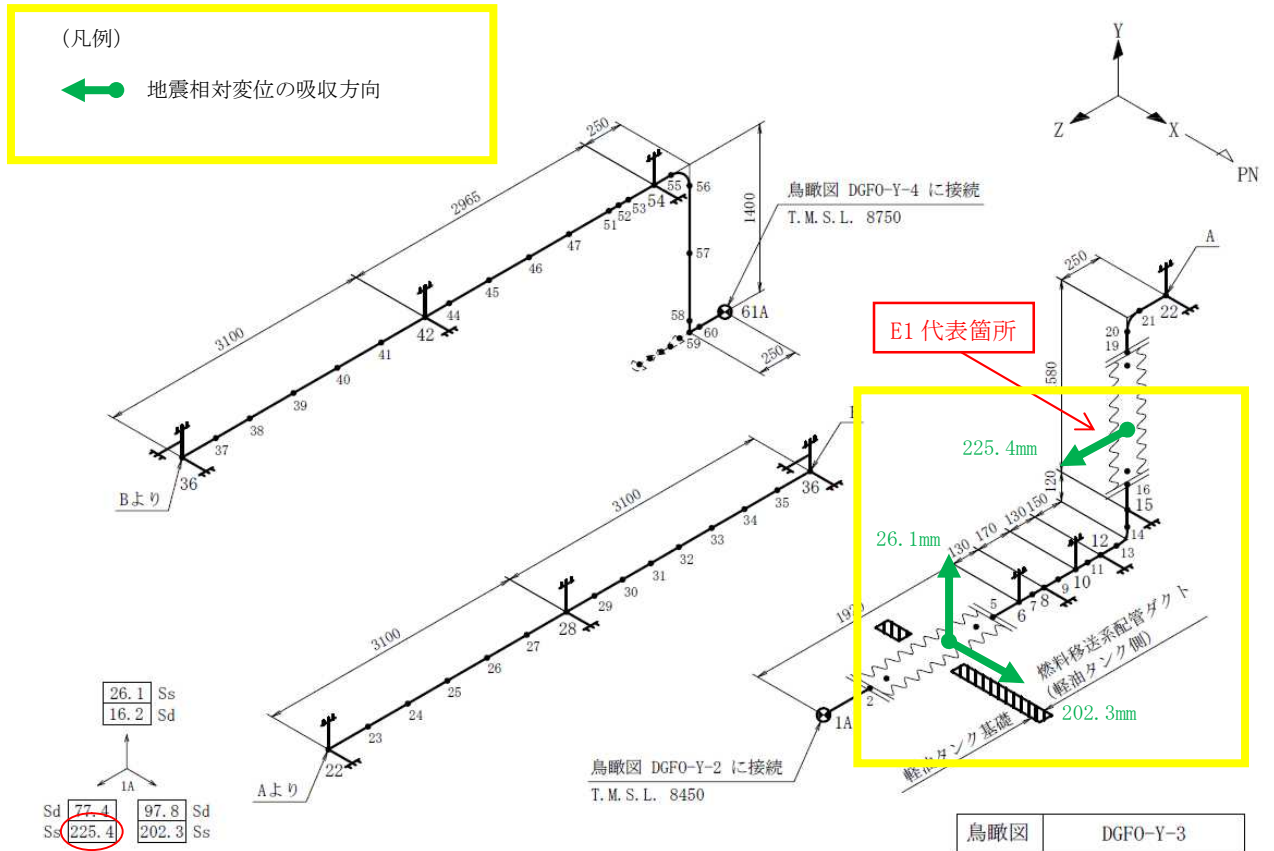


図 2-2 1300mm タイプフレキシブルホース (E1) 代表箇所の鳥瞰図

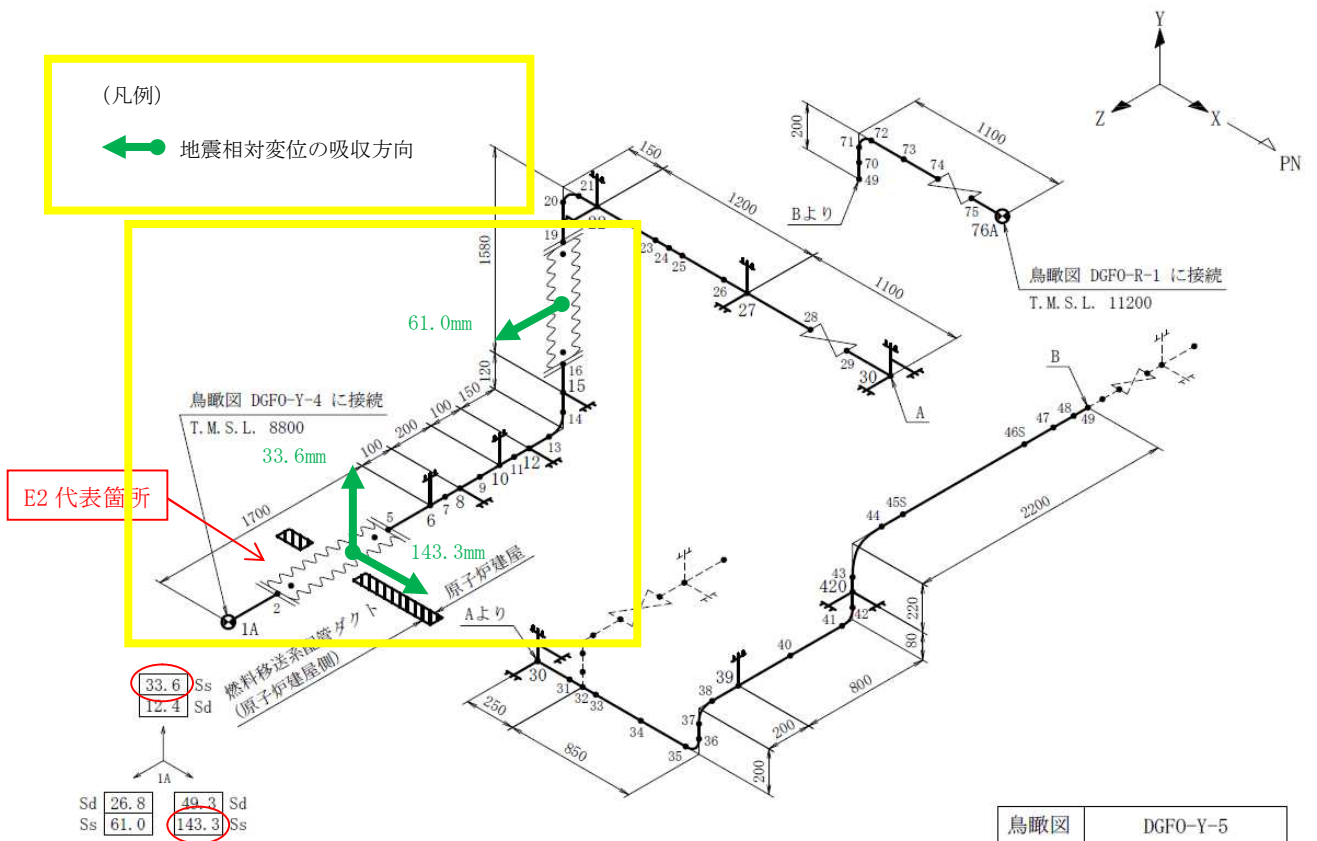


図 2-3 1000mm タイプフレキシブルホース (E2) 代表箇所の鳥瞰図

3. 地震相対変位についての評価

地震相対変位による疲労評価結果を表 3-1 に示す。なお、評価方法は設計・建設規格 PPC-3416 を準用した。

評価の結果、実際の繰返し回数 (N_r) と許容繰返し回数 (N) の比 ($U = N_r / N$) は 1 以下であり、伸縮継手の強度は十分であることを確認した。

なお、伸縮継手の地震慣性力による影響は、配管側については V-2-10-1-2-1-7 「管の耐震性についての計算書」において、解析モデルに伸縮継手の質量を付加質量として考慮した上で評価しており、十分な構造強度を有していることを確認している。また、伸縮継手側については地震慣性力によるベローズの伸縮量は地震相対変位に比べて微小であることから、地震慣性力を考慮しても伸縮継手の疲労評価に影響はないと考える。

表 3-1 フレキシブルホースの疲労評価結果

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用温度 (°C)	材料	縦弾性係数 E (MPa)	t (mm)	全伸縮量 δ (mm)	b (mm)	h (mm)	n	c	算式	継手部応力 σ (MPa)	N $\times 10^3$	$N_r \times 10^3$	U
E1	0.98	66	SUS304	192000		39.00*1					A	561	33.7	0.20	0.0060
E2	0.98	66	SUS304	192000		35.00*2					A	656	19.4	0.20	0.0103

注記*1： 地震相対変位（水平方向：225.4mm）*3によりベローズに生じる最大変位から換算した等価軸方向変位量。

*2： 地震相対変位（水平方向：143.3mm，鉛直方向：33.6mm）*3によりベローズに生じる最大変位から換算した等価軸方向変位量。

*3： V-2-10-1-2-1-7 「管の耐震性についての計算書」の構造強度評価に使用している地震相対変位。

評価： $U \leq 1$ ，よって十分である。

V-3-2-9 重大事故等クラス 2 管の強度計算方法 (抜粋)

2.8 伸縮継手の強度計算

伸縮継手の強度計算は、設計・建設規格 PPC-3416を適用する。

(1) 記号の説明

設計・建設規格の記号	計算書の表示	表示内容	単位
b	b	継手部の波のピッチの 2 分の 1	mm
c	c	継手部の層数	—
E	E	材料の縦弾性係数 設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表 1 による。	MPa
h	h	継手部の波の高さ	mm
N	N	許容繰返し回数	—
	N_r	実際の繰返し回数	—
n	n	継手部の波数の 2 倍の値	—
t	t	継手部の板の厚さ	mm
	U	実際の繰返し回数 (N_r) / 許容繰返し回数 (N)	—
δ	δ	全伸縮量	mm
σ	σ	継手部応力	MPa
	算 式		—
	A	調整リング無しの場合	
	B	調整リング付きの場合	

(2) 継手部の形状

継手部の形状を図2-16に示す。

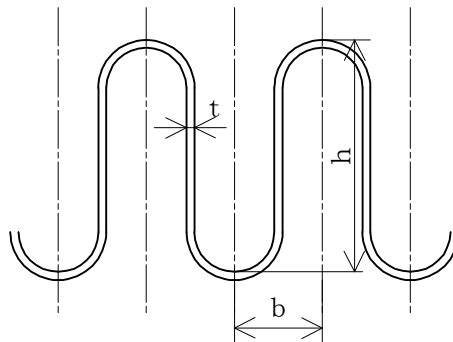


図 2-16 継手部の形状

(3) 算式

伸縮継手の許容繰返し回数は

$$N = \left(\frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

ただし、材料がステンレス鋼及び高ニッケル合金のものに限る。

a. 調整リングが付いていない場合の継手部応力

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h^2}{2 \cdot t^2 \cdot c} \dots\dots\dots(A)$$

b. 調整リングが付いている場合の継手部応力

$$\sigma = \frac{1.5 \cdot E \cdot t \cdot \delta}{n \cdot \sqrt{b \cdot h^3}} + \frac{P \cdot h}{t \cdot c} \dots\dots\dots(B)$$

(4) 評価

実際の繰返し回数 (N_r) と許容繰返し回数 (N) の比 ($U = N_r / N$) が $U \leq 1$ であれば、伸縮継手の強度は十分である。

実際の繰返し回数が2種類以上の場合は、実際の繰返し回数と許容繰返し回数の比を加えた値 ($U = \sum_i (N_{r i} / N_i)$) が $U \leq 1$ であれば、伸縮継手の強度は十分である。