

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0
提出年月日	2020年9月1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

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。ここ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ため、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。」と定められていることから、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。

フレキシブルホースの設置箇所を図1、構造図を図2、代表箇所における鳥瞰図を図3、図4に示す。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こととしている。

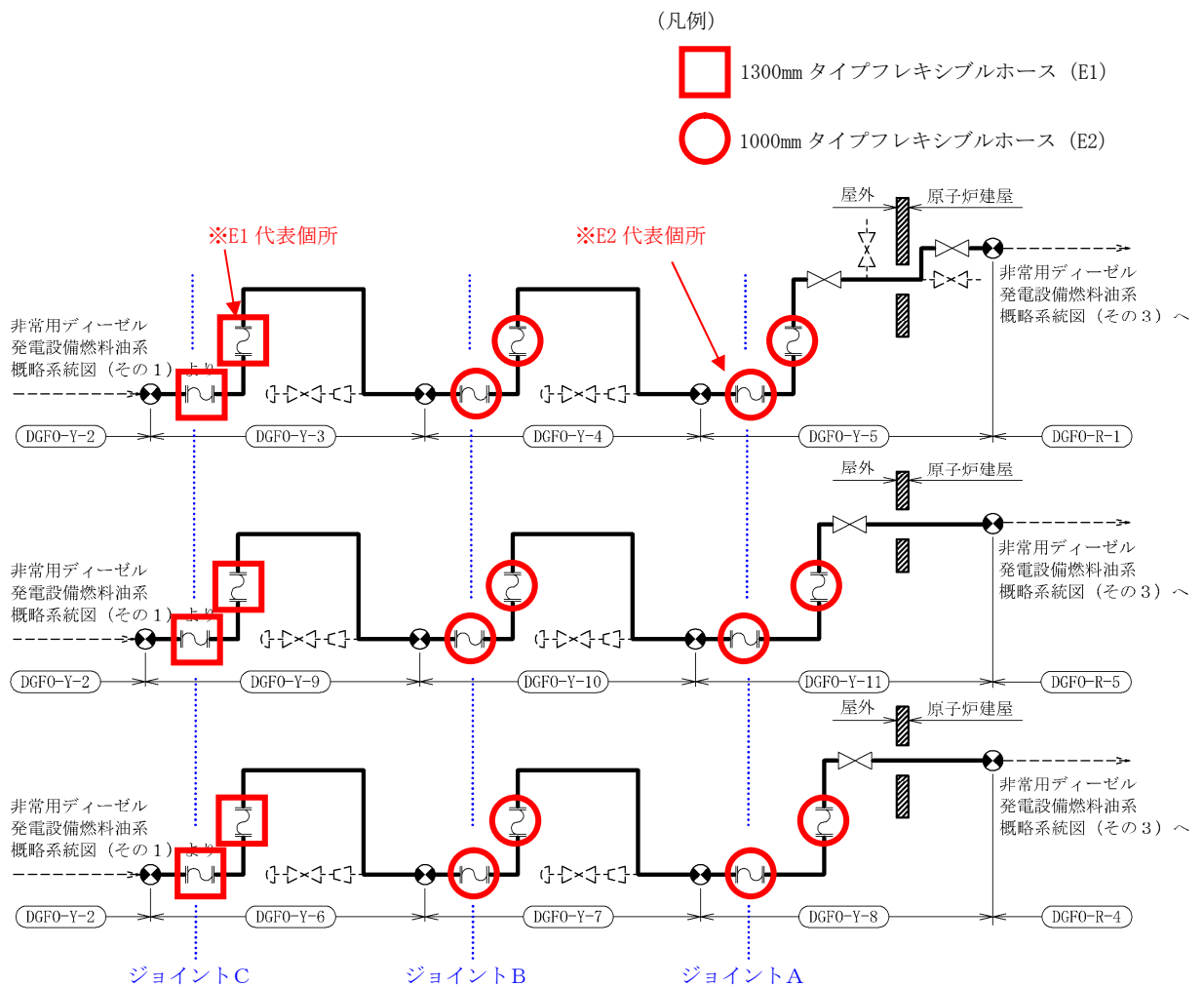


図1 非常用ディーゼル発電設備燃料油系概略系統図（抜粋）

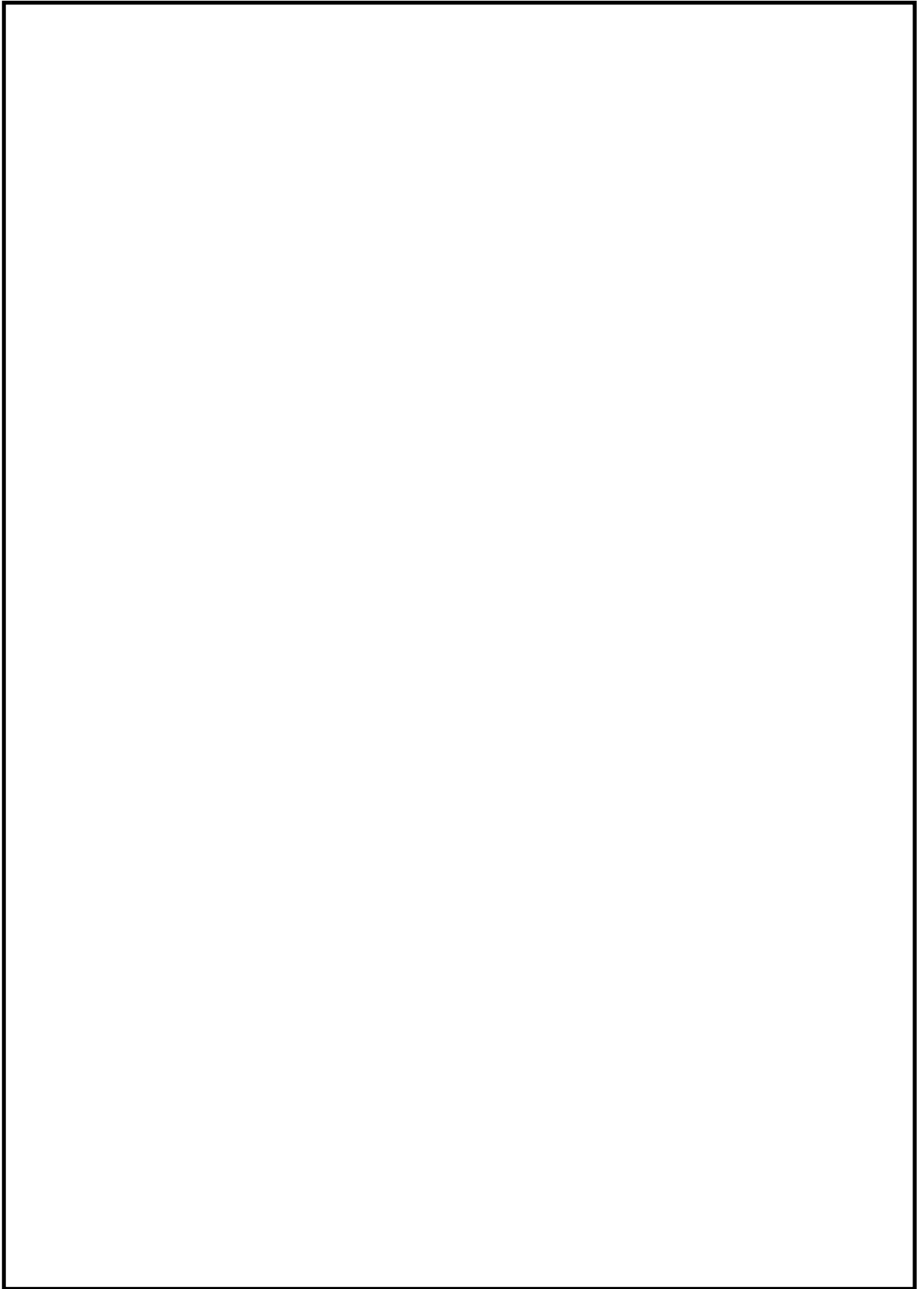


図2 フレキシブルホース構造図

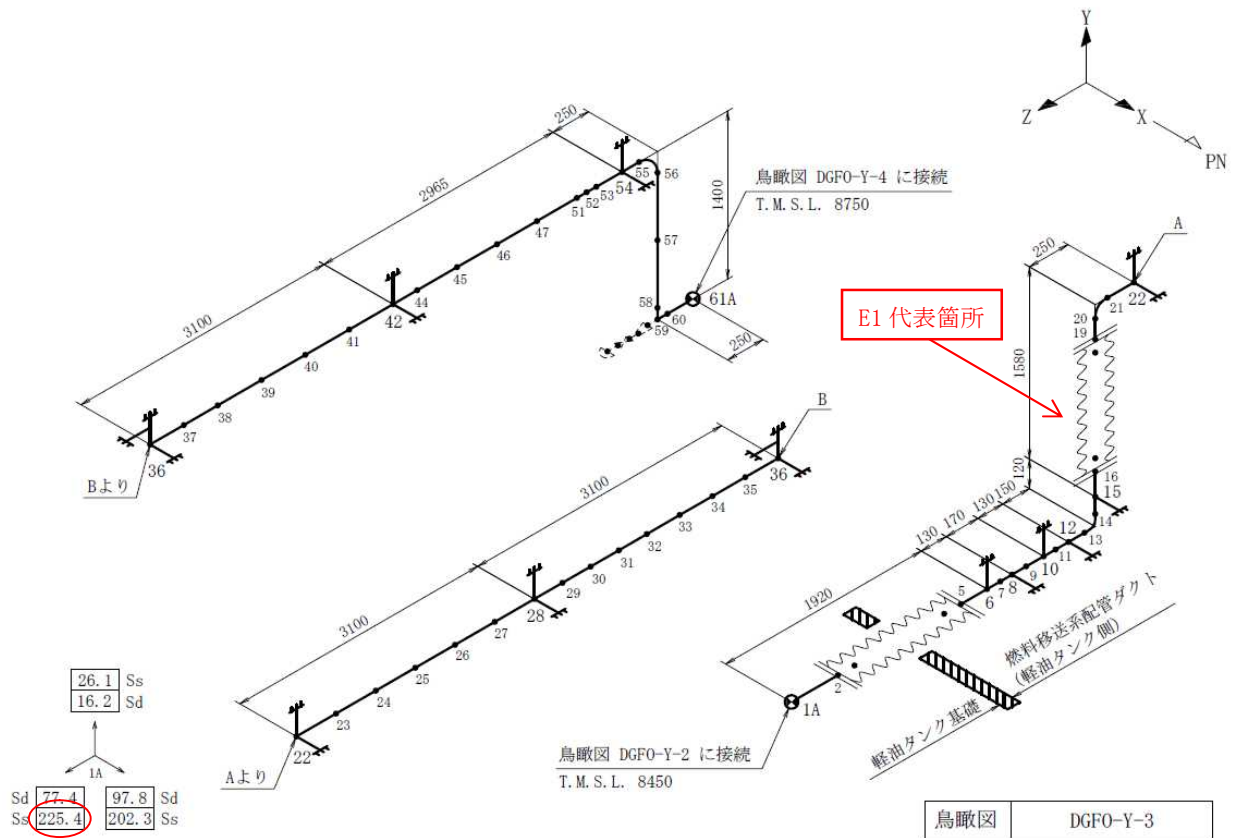


図3 1300mm タイプフレキシブルホース (E1) 代表箇所の鳥瞰図

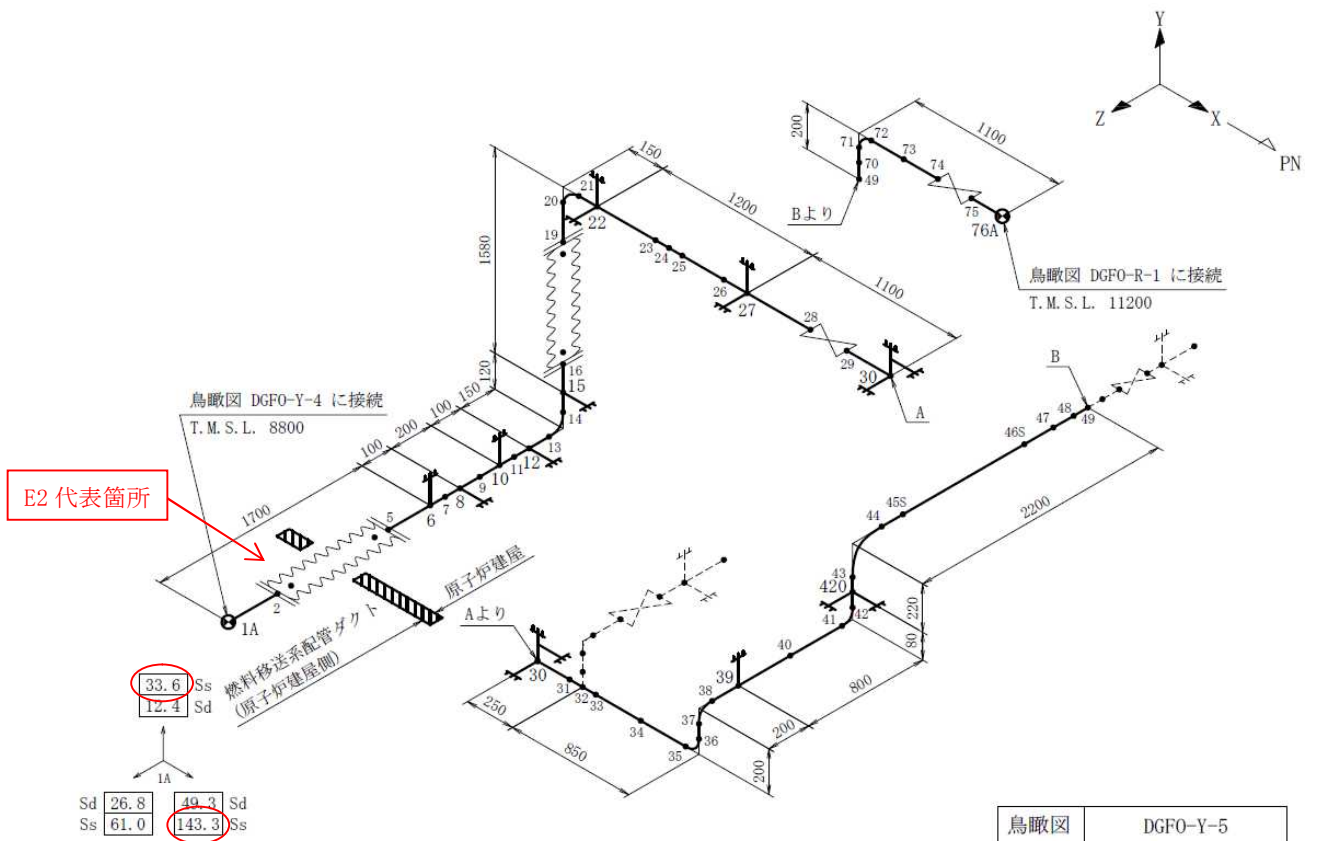


図4 1000mm タイプフレキシブルホース (E2) 代表箇所の鳥瞰図

地震相対変位による疲労評価結果を表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。

表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）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）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。

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。

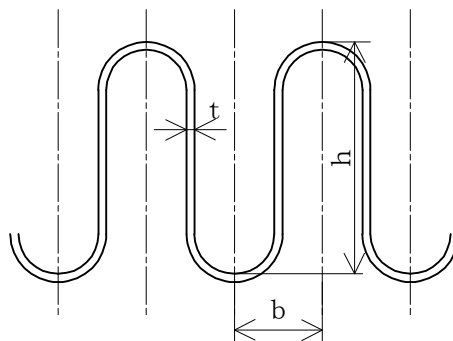


図 2-16 継手部の形状

(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。