

大規模損壊時の格納容器鋼壁の健全性について

原子炉格納容器（以下「格納容器」という。）は、設計基準事故時等に破損が生じないように十分な強度を有するように設計している。格納容器は、以下により、十分な強度を有することを確認している（参考資料：別添1（昭和45年9月30日付け45動燃（高速）048：設計及び工事の方法の認可申請書（認可：昭和45年10月31日付け45原第6680号）より抜粋））。

- ・ 格納容器耐圧部の材料には、設計圧力、設計温度及び荷重条件等の使用条件に対して十分な安全性を確保するために、十分な強度を有し、かつ、溶接性の優れた炭素鋼を使用する。ただし、格納容器の設計最低温度は -15°C であり、当時 JIS 規格材において適当な材料がなかったため、格納容器本体及び付属品の耐圧部並びに耐圧部に直接溶接される部分の材料として、ASME Code Section II の低温用アルミキルド鋼板 SA-516 Grade60 で SA-300 の規定を満足するもの、及び低温用鋼管 SA-333 Grade1 を用いるものとした。

※ 現在、JIS 規格には SA-516 Grade60 に相当する材料として SGV42 (SGV410) (JIS G3118) が昭和45年10月に制定されている。また、低温用鋼管 SA-333 Grade1 は、JIS 規格の STPL39 (STPL380) (JIS G3460) 相当材である。

- ・ 大規模損壊において多量のナトリウム (3ton) の燃焼を仮定すると、格納容器鋼壁の温度は、設計温度 (150°C) を超過し、約 200°C に至る。この際の格納容器内圧力は約 $1\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$ となり、設計圧力の $1.35\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$ を下回る。格納容器鋼壁の材料である炭素鋼 (JIS G3118 SGV410) に定められている許容引張応力は、 150°C 及び 300°C の範囲で低下することはなく 103MPa (約 $10.5\text{kgf}/\text{mm}^2$) で一定である（参考資料：別添2（令和2年2月5日付け原規規発第2002054号-7 原子力規制委員会決定：研究開発段階発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈 別紙1 P.341））。このため、大規模損壊時の格納容器鋼壁の環境条件は、別紙1の設工認の規格計算で健全性を確認している範囲内であり、大規模損壊時においても格納容器鋼壁は破損しないと評価した。

以上

4. 規格計算

4.1 頂部半球形鏡

4.1.1 内圧に対する所要最小板厚

ASME Code Sect. VIII, UG-32(f)より

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{PL}{2SE - 0.2P} \\ &= \frac{(1.35 \times 10^{-2})(1400.0)}{2 \times 1055 \times 10 - 0.2(1.35 \times 10^{-2})} \\ &= 9.0 \text{ mm} < 12 \text{ mm (設計板厚)} \end{aligned}$$

4.1.2 外圧に対する設計板厚の検討

ASME Code Sect. VIII, UG-33(c)より

$$\frac{L_1}{\tau_h} = \frac{14000}{12} = 1167$$

$$\frac{L_1}{100\tau_h} = \frac{14000}{100(12)} = 11.7$$

∴ Factor B = 1600 (chart UCG-2&2より)

$$P_a = \frac{B}{L_1 / \tau_h} = \frac{1600}{1167} = 1.37 \text{ PSI}$$

$$= 0.096 \text{ kg/cm}^2 > 0.05 \text{ kg/cm}^2 \text{ G (設計外圧)}$$

4.2 円筒形胴

4.2.1 内圧に対する所要最小板厚

ASME Code. Sect. VIII, UG-27(c)(1)

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{PR}{SE - 0.6P} \\ &= \frac{(1.35 \times 10^{-2})(14000)}{1055(10) - 0.6(1.35 \times 10^{-2})} \\ &= 17.9 \text{ mm} < \underset{(27)}{25 \text{ mm}} \text{ (設計板厚)} \end{aligned}$$

4.2.2 外圧に対する板厚の検討

ASME Code. Sect. VIII, UG-28(c)より

$$\frac{L}{D_o} = \frac{15000}{28050} = 0.53$$

