

第 93 回 発電用設備規格委員会 原子力専門委員会 議事録

1. 日 時：2018 年 4 月 12 日（木）13:30～17:30

2. 場 所：日本機械学会 第 3, 4, 5 会議室

3. 出席者：(委員 25 名中、出席者 21 名 敬称略)

松永（東芝 ESS）、山田（中部電力）、永田（日立 GE）、浅山（JAEA）、向井（三菱重工）、古川（電気協会）、月森（JAEA）、平野（IHI）、高田（関西電力）、小林（日本原電）、戸井田（東電 HD）、杉江（原安進）、市川（中部プラントサービス）、栗飯原（東大）、佐藤（発電技検）、兼近（鹿島）、中村（川崎重工）

代理：北条（三菱重工：望月）、竹田（テプコシステムズ：町田）、相澤（日本製鋼所：小山）、菊地（富士電機：神坐）

欠席：稲田（電中研）、三浦（電中研）、笠原（東大）、野村（CSE）

常時参加者：佐々木（規制庁）

オブザーバー：加口（三菱重工）、高橋／伊藤（電中研）、鈴木（中部電力）、下条／田中（神戸製鋼所）、水谷（東電 HD）、佐伯（東芝 ESS）、木村（NIMS）、清水／伊東（日立 GE）、宮口（IHI）、茂手木（OCL）

事務局：渡邊、高柳、澤田石

4. 配布資料

93-0：議事次第

93-0-1：第 92 回原子力専門委員会議事録案

93-0-2：金属キャスク構造規格で定めているキャスク特有材料問題の経緯と論点

93-1：金属キャスク構造規格 2007 年版の評価と今後の対応

93-2：ASME SA-350Gr. LF5 に対する使用済燃料貯蔵施設分科会の認識・見解及び規格の妥当性評価について

93-3：球状黒鉛鋳鉄に対する使用済燃料貯蔵施設分科会の認識・見解及び規格の妥当性評価について

93-4：資料集

93-5：材専書面投票結果

参考資料：ASME Code Case の有効性の解釈に関するやり取り

5. 議事内容

（1）委員会開会

松永委員長が委員会開会を宣言した。

（2）出席者紹介

出席者全員の自己紹介が行われた。

（3）議事次第確認

議事次第案の確認が行われ、前回議事録確認を「金属キャスク構造規格に関する審議」の上に移動するという誤記訂正を除き、変更の提案はなく、承認された。

（4）前回議事録確認【資料 93-0-1】

前回議事録案は既に事務局から関係各位に送付され、コメントを反映済。主な内容を紹介し、議事録案は承認された。

（5）規格案の審議

（5-1）金属キャスク構造規格で定めているキャスク特有材料問題の経緯と論点【資料 93-0-2】

松永委員長より金属キャスク構造規格で定めているキャスク特有材料問題の経緯と論点に関する説明が行われた。

金属キャスク構造規格の問題の発端はアルミ合金の問題であり、規制庁に 2016 年に説明を実施した。その際に金属キャスク構造規格特有材料の再検証を約束し、2016 年 6 月から 2017 年 10 月まで断続的に関係者にて検討を実施してきた。規制庁に対しては 2017 年 6 月に中間報告を実施した。そして同年 6 月に原子力専門委員会（以下「原専委員会」）から材料専門委員会（以下「材専委員会」）に対して金属キャスク構造規格特有材料の球状黒鉛鋳鉄（FCD300LT 材）と低温用合金鋼（ASME SA350 Gr. LF5 材）の規格値策定に関する問題点の調査

が依頼され、その後、検討が進められる一方で、材専委員会による検証過程で多くの課題が見つかり、関係者による協議が続いている状況。

松永委員長より、今回の原専委員会では、資料 93-0-2 に示す論点に対し、使用済燃料貯蔵施設分科会（以下「分科会」）からの説明を受けた上で、次の2点について原専委員の挙手による投票を行い、原専委員会としてのポジションを決める予定であることが宣言された。

- ・金属キャスク構造規格における2種類の材料規格の改定要否を含む改定方針
- ・金属キャスク構造規格2007年版の有効性

（5-2）ASME SA-350 Gr. LF5 に対する分科会の認識・見解等【資料93-1, 2】

使用済燃料貯蔵施設分科会／金属キャスク追加設計作業会の下条委員より ASME SA-350 Gr. LF5（以下「LF5」）に対する分科会の認識・見解及び規格の妥当性評価に関する説明が行われた。内容に関する議論を行った結果、基本的に議論は以下の通り集約された。

- ・金属キャスク構造規格2007年版（以下「2007年版」）の扱いと、今後の改定方針の2つは、分けて考えるべきである。
- ・2007年版策定時、当時の通産省が平成6年に制定した福島第一原子力発電所使用済燃料乾式貯蔵容器技術基準（以下「1F技術基準」）が既に存在し、この中でLF5はGLF1相当材と明記されている。当時、材料規格はまだ制定されておらず、新規材料採用ガイドラインも存在していない。（ただし、制定前の新規材料採用ガイドラインは金属キャスク構造規格2007年版に添付され、参考としていた。）そのため、1F技術基準を拠りどころとしてLF5はGLF1相当材と規定し、GLF1の許容値を用いたことに、大きな問題があるとは考えられない。
- ・一方で、2007年版の記載には課題があり、今後も同じ記載とすることは適切ではない。まずLF5とLF1（GLF1）は溶接のP-Noが相違しており、GLF1の溶接施工法をLF5で用いることができると勘違いしてしまう懸念がある。
- ・化学成分も異なる（LF5はNiが1.0-2.0%添付されている）ので、LF5がGLF1の「相当材」とするのは不適切である。GLF1とLF5は違う材料であるが、両者の引張試験データを見るとGLF1のカーブ（許容値）を使用することができたので、LF5はGLF1の許容値を使用したということであれば理解できる。
- ・LF5の許容値は元々ASMEのCode Caseで規定されていたが、1F技術基準制定前にASMEでは廃止になっている。分科会の説明ではLF5の許容値はASMEのCode Caseではなく、1F技術基準を拠りどころとしているとのことであるが、当時の通産省が何の根拠もないまま1F技術基準を制定したとは考えられず、ASMEのCode Caseをベースとしていたのは明らかである。Code Case廃止に伴いASMEではLF5は高温のSu, Sy, Smがなくなり、Sのみ250℃まで規定されているだけである。1Fの技術基準ではGLF1の許容値を使用する際は、その妥当性を確認する意味で材料試験を実施するなど何らかの確認を行うことによりGLF1の許容値を使える確証を得て、1F技術基準で規定されている許容値を使用できる様にしたと考えられる。

以上の議論を踏まえて採決を実施した。結果は以下の通り。

○2007年版の扱い

特に対応は実施せず、現状のままとする案が委員全員の賛成（賛成：21票）により承認された。

○今後の改定方針

本日の議論を踏まえ分科会にて改定案を検討する案が委員多数の賛成（賛成：19票、反対：2票）により承認された。反対意見は次の通り。

- ・2007年版を有効と判断したのであるから、改定を急ぐ必要はない。データを拡充して、現在の知見で許容値を定められるようになった段階で改定すべきである。
- ・改定ではなく、部分的な修正で対応すべきである。

その他議論は以下の通り。

- ・原専委員会から材専委員会への調査依頼の件、軽水炉の材料規格にJSME N4材があり、GLF 1, 2, 3を規格化

している。GLF-1,2 はクラス 1 容器には使用できないが、クラス 1 配管等には使用でき、 S_m , S , S_y , S_u が規定されている。しかし S の設計係数を 4 から 3.5 に見直す中で、ASME 相当材を同定できていない。分科会からの依頼は LF5 が GLF1 の相当材であるのか？ということではなく、LF5 での設計時に GLF1 の許容値を使って良いか？を依頼しているのが正しい。そもそも相当材ではない。

- ・昨年 6 月 26 日に原専委員会委員長から材専委員会委員長に検討依頼があった後、昨年 7 月 3 日に新材料規格化分科会主査、分科会幹事、材専委員会委員長で打合せ実施。その時の合意事項として、金属キャスク構造規格 2016 年公衆審査版の規格値の技術的妥当性をレビューすることとし、LF5 材を GLF1 材の相当材とすることの妥当性のレビューは対象外とするということで合意している。材専委員会の回答が依頼と違うということはない。

- ・分科会の資料に、実物の設計裕度がこれだけあり、作った実績がこれだけあるという記載があるが、規格の妥当性を議論する際の根拠としては不適切である。あくまでも参考情報として扱うべき。

- ・LF5 は ASME の材料。ASME では高温の S_u , S_y , S_m は無い。ASME の LF5 は Sec. VIII Div. 1 専用で S 値のみは 250°C まで値がある。ASME が決めていないものを JSME が勝手に決めたというのは、規格策定団体として正しい行為とは思えない。

- ・元々 1F の技術基準に LF5 が GLF1 相当材だと記載があった。そのまま適用したのが実情。Ni が入っており、P-No. も違うものが相当材か？という意見もあったが、分科会としては化学的成分と機械的強度を同等性の根拠とした。Ni が入っているのは韌性を高め、材料の特性を高める方向なので可とした。強度は GLF1 と同等以上。化学成分が同等以上というのは適切な表現ではないかもしれないが、他の規格（設計・建設規格）でも同じ表現を使っている。

- ・LF5 を今後残す方策を考えると、例えば材専委員会の検討結果のように ASME の S 値をベースにして、基本的に tentative にデータが出るまでは少し低目の値とする案がある。他方、高温引張試験を追加で要求して許容値を越えることを確認したら使用して良いというのも一つの案。ASME にも説明できる。

- ・過去に、Code Case について ASME は廃止したが NRC は適用可としているのではないかという議論があったが、レギュラトリーガイドによると NRC が認めていた Code Case を ASME が廃止する前に適用して作ったものは継続使用を認めるが、新しいものを作るのに適用してはならないということである。

（５－３）球状黒鉛鋳鉄に対する分科会の認識・見解等【資料 93-1, 3】

分科会の伊藤主査より球状黒鉛鋳鉄に対する分科会の認識・見解及び規格の妥当性評価に関する説明が行われた。内容に関する議論を行った結果、基本的に議論は以下の通り集約された。

- ・分科会の説明では、当時の JIS 規格を逸脱した化学成分、歪み速度の影響があることは否定できないが、それらの影響は小さいということであるが、問題ないと言えないと思う。特に設計係数が問題。化学成分は JIS の年版を見直したただけのことだが、化学成分を 2001 年版から 2007 年版に改定する時に、結果的に ASME の Code Case をフォローしたことになる。しかし設計係数は 3 のままとしたため強度はそのままであるので、ASME と不整合が出て問題がある。JSME 規格の信頼性が損なわれているので、取り下げて再度規格値を見直すべきである。

- ・設計係数を材料の延性や材料データのばらつきとリンクさせているが、設計係数の根拠としては適切ではない。本来設計側が（エンジニアリングジャッジメントで）決めるもので、明確な根拠は無い。材料のばらつきがあるのであれば、 S_m ではなく、 S_y , S_u で考慮するべきである。従って、2007 年版制定時に当時の JSME 委員会として設計係数 3 を採用したことに大きな問題があるとは言えない。

- ・JIS 規格の化学成分を満足するデータを用いて現在のガイドラインに従って解析した S_y 及び S_u の参考値は 2007 年版より高い値であり、 S_m は設計係数を 4 とすれば低くなるが設計係数が 3 であれば高い値である。設計係数を 3 にすべきか 4 にすべきかという議論はあるが、キャスクの構造的には落下時の評価がクリティカルで S_u がクリティカルとなるため、仮に S_m の規定が緩かったとしてもキャスクの安全性に重大な影響を与えることは無い。従って、規格を廃止するほどの決定的な問題があるとは言えない。

- ・但し、材料規格値の元となるデータベースの有効性に懸念があり、今の規格値が現在のガイドラインを満足していない状態なので、今後は今のガイドラインに適合した適切な状態に改定すべき。

以上の議論を踏まえて採決を実施した。結果は以下の通り。

○2007 年版の扱い

特に対応は実施せず、現状のままとする案が委員多数の賛成（賛成：18 票、反対：1 票、保留：2 票）により承認された。保留意見、反対意見は次の通り。

〔保留意見〕

・材料規格値の元となったデータベース自体の有効性に懸念が生じており、材料専門委員会で議論になっている状態のため、保留とする。（2 名）

〔反対意見〕

・JSME 規格の信頼性が損なわれているので、取り下げて再度規格値を見直すべきである。

○今後の改定方針

本日の議論を踏まえ分科会にて改訂案を検討する案が委員多数の賛成（賛成：18 票、反対：1 票、保留：2 票）により承認された。保留意見、反対意見は上記 2007 年版の扱いと同じ。なお、採決時点では次の反対意見があったが、ニーズが無いわけではないという分科会委員発言により当該反対意見は撤回された。

・使用実績もなく、今後も使用する予定が無いのであれば、規格値の改定ではなく当該材料を削除した方がよい。

その他議論は以下の通り。

・資料 93-3 の P. 10 の指摘事項の補足に「最小降伏点が試験データの 95%信頼下限に相当し、十分な保守性を担保していない。」とあるが、これは材専委員会が 95%は不十分だと言っているのではなく、提供された資料の中で、99%信頼下限を満足する様に設定したという説明があるが、データを解析すると 95%信頼下限になっており、説明が矛盾しているということ。

・資料 93-3 の P. 5 について 3. の延性材に関する分科会側の見解で、規格化に使用したデータでは伸びは最小値 9%とあるが、JIS 規格の要求は最小 12%である。2005 年版の附属書の要求である。

・化学成分の規定は絶対的ではない。化学成分に合致した材料は室温近傍で低い値を示した材料しか 300℃以上の高温データがないことが化学成分依存性に寄与している可能性がある。クリープは別として材料依存性は温度によらず維持される。逸脱した材料の平均的な特性と高温特性がもし取れていれば、同等な特性が得られることを推定しても良いのではないか。

・延性と設計係数の 3, 4 をリンクさせるのは疑問がある。

・設計係数の件だが、昔 ASME の S を 5 から 4 にし、S_m を 4 から 3 にした時、明確な理由はなかったはずである。材専委員会が妥当なものとしていない様だが、理由はないと思う。

・そもそも設計係数は設計側が決めるもの。Design by analysis なら設計係数は 3、Design by rule は不確定性があるから設計係数は 4 にする。信頼性が上がったから 4 から 3.5 にしたといった決め方をしており、明確な根拠はない。

・2007 年版は設計係数 3 を使い、2016 年版は設計係数 4 を使用。2016 年版は ASME を取り入れたので 4 になっている。分科会としての方針がぶれているのが問題だと思う。2016 年版当時の規格委員会提案資料を確認したが、設計係数のことは明確に書いていない。

・球状黒鉛鋳鉄は過去に相当資金をかけ、国からも補助金を受け、材料開発を行ったが、製作の実績はない。

・一旦廃止するという考えもあるが、一度廃止してしまうと再度規格を策定しようとするときに多大な労力が必要となる。

・ドイツの GNS 社が球状黒鉛鋳鉄を製造し日本に売り込んでいる。ニーズが全く無い訳ではない。

・引張試験の規格では、降伏点（又は耐力）を測定する場合のひずみ速度と引張強さを測定する場合のひずみ速度は異なる。しかし、参考資料として席上配布（委員会終了後回収）された荷重－変位曲線のチャートから、半数以上の引張試験が一定のひずみ速度で行われており、引張試験規格に違反した方法で引張試験が行われている。荷重が急激に上昇する変曲点が認められる荷重－変位曲線では、荷重が変曲点直前の 4 割程度上昇しており、この荷重の上昇がひずみ速度の影響を示していると考えられる。引張強さを測定するひずみ速度で耐力を測定したとすれば、耐力を大幅に（少なくとも 4 割程度は）過大評価していることになる。したがって、S_y, S_u, S_m 値等の材料強度基準値の策定根拠である引張試験結果は、適切に評価された材料試験結果ではなく、とくに耐力を大幅に過大評価されている可能性が高いことから、提供された引張試験結果から S_y, S_u, S_m 値等の

材料強度基準値の妥当性を議論することはできない。

(5-4) 今後の対応

規格委員会及び原子力規制庁への報告文案は、メール審議等を活用して原専委員会の合意を取った上で、報告することとする。

以上