

「JEAC4202 フェライト鋼の落重試験方法」 改定案
公衆審査意見に対する対応

意見その1

1. 試験の意義

落重試験の意義とその根拠に関する記述を追加してはいかがでしょうか？
落重試験は、「比較的大型の構造物」が大きな荷重を受けたときの耐性が完全に消失する最高温度を求めるための試験方法と理解しています。同じ現象を取り扱う試験方法に Charpy 衝撃試験法があるため、この方法で良いのでは、とも思われますが、落重試験は、単に、いわゆる、延性脆性遷移温度 (DBTT) を求めるのではなく、実物に、より近い大型の構造物に関する情報を得るためのものです。DBTT は、あくまで 10mm 角の Charpy 衝撃試験片を採用した場合のもので、それが落重試験で求められる無延性遷移温度と異なることは、試験片サイズ効果などの観点から明白であることを述べてはいかがでしょうか？

対応

原案通りとします。

【理由】

落重試験は溶接ビードから発生した脆性き裂が伝播し、試験片内で停止するか否かを評価しており、鋼材の脆性き裂伝播停止特性を評価することに対応しています。一方、Charpy 衝撃試験は、脆性き裂の発生および伝播の特性を求める試験で、特に計装化していないかぎり、き裂伝播停止特性は得られず、両者は異なる材料特性を調べる試験法となっております。

本規程は、単に試験方法に関する規程であるため、「試験の意義」等は必ずしも必要ではないと考えています。落重試験で得られる無延性遷移温度等の意義等につきましては、関連規格である JEAC 4206 「原子力発電所機器に対する破壊靱性の確認試験方法」の解説に、記述があるので、ご参照頂ければ幸いです。

(以下No.2～4のコメントに対して)

JEAC4202は米国のASTM E208に倣って制定されております。フェライト鋼の落重試験方法は、1950年代にNaval Research Laboratory(NRL)のMr.Pelliniらによって開発され、ご指摘の項目(要因)を含み試験結果に影響する可能性のある項目(要因)について多方面から得られた膨大なデータに基づいて、単純明快かつ実施可能な試験方法がASTM E208として制定されました。その後ASTM E208は軽水炉の開発と展開に伴ってde facto International Standardとして原子炉圧力容器を始めとする耐圧機器材料及び溶接部の受入試験他に世界中で使われており、その適用性と有効性が実証され今日に至っております。

ご指摘の項目(要因)の規定についてはASTM E208の制定の当初より基本的に同じであり、またこれまでのところ特に問題は生じていないので、今後とも維持していくことを考え、改定案(基本的には、現行のJEAC4202-1991)を変更することは考えておりません。

意見その2(1)

2. 温度について

5 の試験温度差の意味はありますか？

標準サイズの衝撃試験片を用いても得られたDBTTの信頼性は経験から ± 12 とされています。より大型の材料、しかも溶接ビード割れの状態に依存することを考慮すると、5で「縛る」のは、無理ではありませんか？ 2個以上と限定していますが、逆に言えば、「たった2個だけ」ということですので、判定ミスが起こりやすくなると思われま

す。つまり、試験方法の精度が良くない割には、破断 - 非破断の判定が厳しい温度条件(5の違)に縛られ、それを回避するために、再現性は2回で良いとしている、ことになりませんか？ 試験精度の向上を加味した改定をされてはいかがですか？

対応

原案通りとします。

【理由】

ASTM E208において10°Fであることから5としたものであり、これまでのところ特に支障をきたしていないため、5ピッチの測定方法で問題ないと考えます。

なお、試験結果のばらつきについては、ご指摘のシャルピー試験よりも小さい結果となること、例えば、以下の資料に示されていますので、ご参照下さい。

Ando, Y, "Effect of the Brittle-Bead Welding Conditions on the Nil-Ductility Transition Temperature", ASTM 919, 1986, PP.1-15.

意見その2(2)

試験方法の精度が悪くなる理由としては、いろいろありますが、例えば、溶接ビードの切り欠きの形状と試験温度が考えられます。

1) 切り欠き形状：図 DA-2000-3 では、切り欠きの深さが指定されていませんが、破壊挙動が切り欠きの深さに依存することは、よく知られています。

溶接ビードの盛り高さを定めてはいかがでしょうか？

原案通りとします。

【理由】

(解説-DA-2000) 試験片の「3. クラックスタータの溶接(2)」に、以下の記述があり、ビードを盛る際の溶接電流を規定することにより、試験結果のばらつきを少なく保つ適度の高さのビードを得られることがわかっています。また、ASTM E208 でも溶接ビードの盛り高さは規定されていないため、特に本規程で定める必要はないものと考えます

「(2) 落重試験が有効に行われるか否かには、-----。

これらの溶接棒(心線径 5 mm)を使用する際の適切な溶接条件は、母材の鋼種によってある程度異なるが、一般に用いられている軟鋼、アルミキルド鋼、高張力鋼、マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼などの場合には、実績と国際性を考慮して電流値を 180 ~ 200A とし、100 ~ 150mm/min の溶接速度で中程度のアーク長をとり、特にオシレーションあるいはウィーピングの動作は必要ないこととした。すなわち、このような条件下で、前記形板を使用し、ビードを盛れば、1 パスで 12 ~ 16mm 幅のビードを確保することができ、かつ適度の高さのビードを得ることができるし、試験結果のばらつきを少なく保つことができる。ビードの高さについては、ASTM E208 でも特に規定していないが、2mm に比べてあまり低すぎると切り欠きが浅すぎて正当な試験結果を得る上に問題がある。わが国におけるこれまでの実績によれば、最低 4mm 程度の高さがあれば十分であるとの結果が得られている。」

意見その3

2) 試験温度：衝撃を与えるまでの時間経過として 20 秒以内とあります。わが国では、5 - 10 秒で行われているとのことですが、5 秒と 10 秒では得られた結果に違いが生じてくる可能性があります。試験体（熱容量）が比較的大きいことから、5 秒差は問題ならないと考えがちですが、割れが開始するのは表面近傍のため、表面の温度が問題になります。表面では、5 秒あれば、5 の温度差が生じてしまうと予測されます。

我々は、この点を重く見て、衝撃試験片は負荷時においても、恒温槽中に浸したままで、試験を行っています。そのため、DBTT のばらつきが、格段に小さくなりました。

試験体を恒温槽に入れた状態で試験を行うように定めてはいかがでしょうか？

原案通りとします。

【理由】

落重試験では、「破断」とは、溶接ビードの切欠き底部のみに割れが生じ、溶接ビードを置いた面の片側又は両側の端まで割れが進行している場合を定義しています。このため、表面でのき裂の貫通の有無が重要で、一見試験片の表面温度が影響するように思われます。しかし、実際にはき裂は試験片板厚方向にもある程度深く進展し、そのき裂の形状変化が表面におけるき裂伝播特性に影響を与えるのは明らかであります。シャルピー試験片よりも体積の大きい落重試験片では 5～10 秒に生じる温度変化は、シャルピー試験片の場合より、小さくなるのが期待されます。

以上の理由、並びに、恒温槽に入れた状態での試験は大変で、実際的ではないことから、現行の規程で特に問題はないものと考えます。

以 上