

Temp. No. ②：継手接続箇所への放射線透過試験の要求の明確化

1. 現状

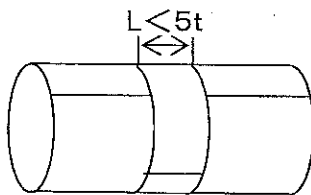
継手接続箇所への放射線透過試験要求は、表②-1のとおり規定されている。

表②-1 継手接続箇所への放射線透過試験要求条件（アンダーラインは説明用に追記）

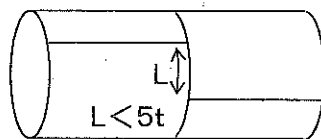
長手継手及び球形の部分の継手（ラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪その他これらに類するものを取り付けるものを除く。以下この表の機器の区分が熱交換器等又は液化ガス設備において「長手継手等」という。）を有する母材相互又は周継手を有する母材相互を取り付ける継手と長手継手等又は周継手とが接する箇所（以下この表の機器の区分が熱交換器等又は液化ガス設備において「継手接続箇所」という。）から 100 mm 以内にある長手継手等又は周継手の溶接部（1 に掲げるもの及び継手接続箇所と他の継手接続箇所との距離が厚い方の母材の厚さの 5 倍以上であるものを除く。）

2. 目的

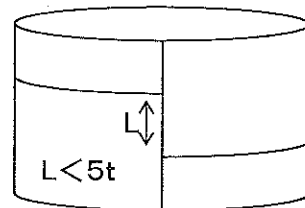
現状の文章では、図②-1～図②-3 のいずれの場合も放射線透過試験が適用されると読まれる可能性があると共に文章が複雑で理解しづらい。文章を明確化し、適切な表現方法に改正する。



図②-1 t：板厚



図②-2 t：板厚



図②-3 t：板厚

3. 検討

継手接続箇所への放射線透過試験要求は、隣接する胴の長手継手を一直線に配置せず、板厚の 5 倍以上離す構造要求を基本としている。これは、長手継手及び周継手の溶接線が十字形に交差すると、この部分に溶接線集中の影響が現れ、欠陥が生じやすいためである。長手継手及び周継手による溶接残留応力が重畳し、それに熱影響部の影響が組み合わせられ、最悪の状態の時は交差点近傍にき裂の発生を見ることがある[1]。このことから、継手接続箇所は、長手継手及び周継手の溶接線が十字形又は T 字形に交差する箇所を示しているといえることができる。

図②-1 の場合の L が近接し、溶接残留応力の重量と熱影響部の影響が組み合わせられるのは、L が約 20 mm 以下となる場合に限られこのような施工は考えられないため対象から除外することは妥当と判断される。

4. 要請

継手接続箇所は、長手継手等及び周継手の溶接線が十字形又は T 字形に交差する箇所に限定する表現に改正すると共に図を用いることにより表現を明確にする。

## 5. 条項等

別表第 24 溶接部の非破壊試験（改正案の箇所に Temp. No. の②を記載）

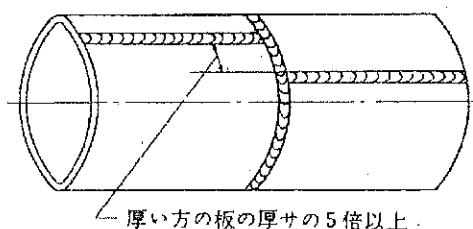
## 6. 解釈の変遷

昭和 33 年当時は、長手継手と周継手が十字形に交差する箇所の長手継手間相互の距離のみによる設計要求であった。昭和 40 年に長手継手と周継手が十字形に交差する箇所の長手継手間相互の距離又は周継手間相互の距離による放射線透過試験を要求するように改正された。昭和 45 年、昭和 55 年及び昭和 60 年に文書表現が改正され現在に至っている。しかし、いずれの時期での解説等を見ても、長手継手と周継手が十字形又は T 字形に交差する箇所についての要求とされている。

以下に各年の要求事項を示す。

### a. 昭和 33 年の発電用ボイラ技術基準[2]

周継手を溶接する胴の長手継手は厚い板厚の 5 倍以上離さなければならない。ただし応力除去を行いかつ溶接線につきその交点からそれぞれの長さ 100 mm 以上の範囲にわたって放射線検査を行う場合はこの限りではない。（図②-4）



図②-4 放射線透過試験を必要としない条件

### b. 昭和 40 年の電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令[3]

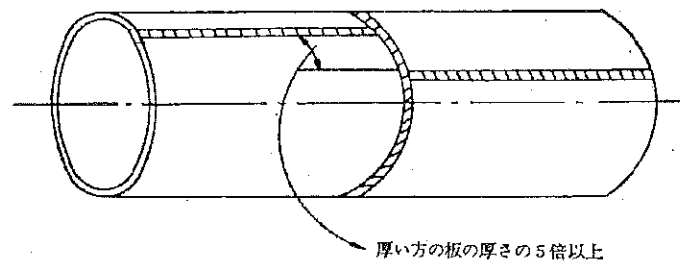
溶接部であって、長手継手（球形の部分の継手であって、ラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪その他これらに類するものを取り付けるもの以外のものを含む）がある板相互を取り付ける場合または周継手がある板相互を取り付ける場合において、取り付けられる板の継手相互の距離がこれらの板のうち厚い板の厚さの 5 倍未満以内であるときにおける取り付けられる板の継手のうちこれらの板を取り付ける継手から 100 mm 以内にある部分は、放射線透過試験を行い、これに合格するものでなければならない。

### c. 昭和 45 年の電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令[4, 5]

容器または管の突合せ溶接による溶接部であって、長手継手または球形の部分の継手（ラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪その他これらに類するものを取り付けるも

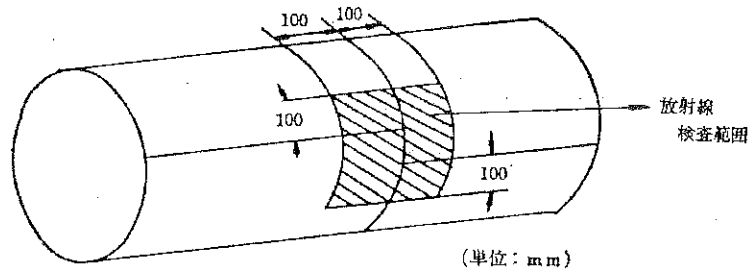
のを除く。以下「長手継手等」という。)を有する板相互または周継手を有する板相互を取り付ける継手と長手継手等または周継手とが接する箇所(以下「継手接続箇所」という。)から 100 mm 以内にある長手継手等または周継手の溶接部(継手接続箇所と他の継手接続箇所との距離が厚い方の板の厚さの 5 倍以上であるものを除く。)以外のものは、放射線透過試験を行い、合格するものでなければならない。

上記は、いわゆる十字継手の規定であるが、図②-5 のごとくであれば放射線透過試験を要しない。



図②-5 放射線透過試験を必要としない条件

なお、放射線透過試験が必要である場合の検査範囲は、図②-6 のとおりである。



図②-6 放射線透過試験の範囲

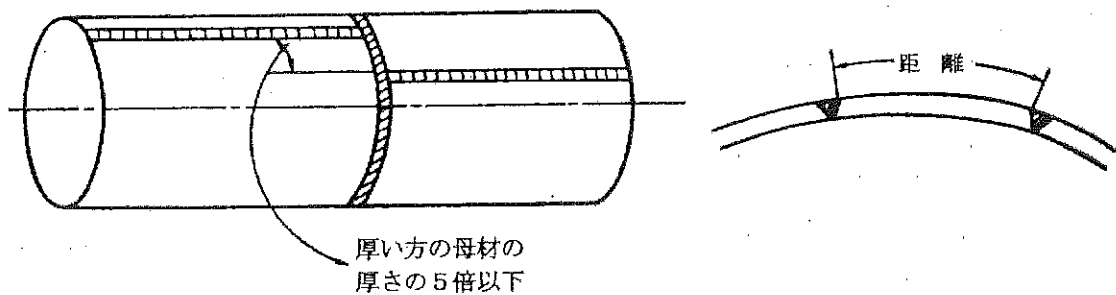
d. 昭和 55 年の電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令[6]

容器又は管の突合せ溶接による溶接部であって、長手継手又は球形の部分の継手(ラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪その他これらに類するものを取り付けるものを除く。以下「長手継手等」という。)を有する板相互又は周継手を有する板相互を取り付ける継手と長手継手等又は周継手とが接する箇所(以下「継手接続箇所」という。)から 100 mm 以内にある長手継手等又は周継手の溶接部(継手接続箇所と他の継手接続箇所との距離が厚い方の板の厚さの 5 倍以上であるものを除く。)以外のものは、放射線透過試験を行い、合格するものでなければならない。

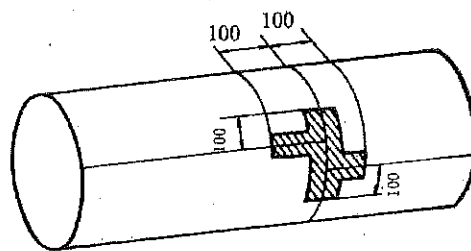
e. 昭和 60 年以降の電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令等[7~12]

容器又は管の溶接部であって、長手継手及び球形の部分の継手（ラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪その他これらに類するものを取り付けるものを除く。以下「長手継手等」という。）を有する母材相互又は周継手を有する母材相互を取り付ける継手と長手継手等又は周継手とが接する箇所（以下「継手接続箇所」という。）から 100 mm 以内にある長手継手等又は周継手の溶接部（継手接続箇所と他の継手接続箇所との距離が厚い方の板の厚さの 5 倍以上であるものを除く。）は、放射線透過試験を行い、合格するものでなければならない。

一般に溶接部が近接すると互いの溶接残留応力が重畳するので、応力に対して影響を避けるために母材の厚さの約 5 倍以上離すのが通常であるが、機器の構造等止むを得ずこの値より近接する場合は、放射線透過試験を行って、溶接部の健全性を確認することとしている。継手接続箇所相互の距離は、継手開先端から最も近い他の継手開先端までの値とする。放射線透過試験の適用及び撮影の範囲について、図②-7 及び図②-8 に示す。



図②-7 放射線透過試験を要する継手接続箇所相互間の距離



図②-8 放射線透過試験を行う場合の撮影範囲

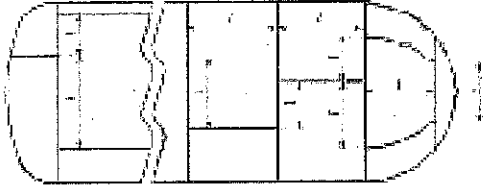
7. 他法規等での規定

圧力容器の継手接続箇所に対して放射線透過試験が要求されている。継手接続箇所については、高圧ガス保安法（特定設備の技術基準の解釈）のみが周継手間の距離についての制限が設けられているが、他の法規等では、長手継手と周継手が交差する箇所を示し、長手継手の中心間の距離又は長手継手の最も近い端部間の距離によって放射線透過試験を要求している。ボイラー及び配管の継手接続箇所に対する放射線透過試験の要求はない。

7.1 他法規での規定

圧力容器の継手接続箇所に対して放射線透過試験が要求されている。継手接続箇所については、高圧ガス保安法（特定設備の技術基準の解釈）のみが周継手間の距離についての制限が設けられているが、他の法規では、長手継手と周継手が交差する箇所を示し、長手継手間の距離によって放射線透過試験を要求している。ボイラーの継手接続箇所に対する放射線透過試験の要求はない。他法規での規定を表②-2 に示す。

表②-2 他法規での規定

法 規	規 定
<p>高圧ガス保安法 (特定設備の技術基準の解釈)</p>	<p>長手継手又は周継手の突合せ溶接部とそれぞれに近接する長手継手又は周継手の突合せ溶接部との距離は、当該溶接部の母材の厚さ（厚さの異なる場合は、いずれか大なる厚さ）の5倍以上とすること。ただし、長手継手同士が近接する場合であって、当該溶接部同士を接続する周継手の交点からそれぞれ 100 mm 以上の長さの部分について放射線透過試験を行い、これに合格した場合は、この限りでない。</p> <p>備考：「それぞれに近接する長手継手又は周継手の突合せ溶接部との距離」とは、次の図の <math>l</math> をいうものとする。</p>  <p>The diagram illustrates the measurement of distance <math>l</math> between the intersection points of a longitudinal joint and a circumferential joint. It shows a cross-section of a pipe with a longitudinal joint on the left and a circumferential joint on the right. The distance <math>l</math> is measured from the intersection point of the longitudinal joint to the intersection point of the circumferential joint.</p>

ガス事業法 (ガス工作物技術基準の解釈例)		隣接する長手溶接継手間の距離は、日本工業規格 JIS B 8265(2003)「圧力容器の構造—一般事項」の「6.1.5 隣接する長手溶接継手間の距離」によらなければならない。
ボイラー及び圧力容器安全規則	(ボイラー構造規格)	規定なし
	(圧力容器構造規格)	長手継手、周継手等は、当該継手の全長の 20%に相当する部分（長手継手と周継手が交差する部分がある場合にあっては、当該交差する部分を含み、当該 20%に相当する部分の長さが 300 mm 未満である場合には、300 mm とする。）について放射線検査を行い、その検査の結果が要件を具備しなければならない。

## 7.2 国内規格での規定

JIS B 8266 (2003)「圧力容器の構造-特定規格」を除き、圧力容器の継手接続箇所に対して放射線透過試験が要求されている。継手接続箇所については、長手継手と周継手が交差する箇所を示し、長手継手の中心間の距離によって放射線透過試験を要求している。ボイラーの継手接続箇所に対する放射線透過試験の要求はない。国内規格での規定を表②-3に示す。

表②-3 国内規格での規定

規格	規定
JIS B 8265(2003) 「圧力容器の構造-一般事項」	2 個以上の胴を組み立てる場合、隣接する胴のそれぞれの長手継手の中心間の距離は、母材の厚い方の呼び厚さの 5 倍以上離さなければならない。ただし、周継手との交点部から 100 mm の長さを放射線透過試験を行い、これに合格したそれぞれの長手継手については、この限りではない。
JIS B 8266(2003) 「圧力容器の構造-特定規格」	規定なし
JIS B 8267(2008) 「圧力容器の設計」	2 個以上の胴を組み立てる場合、隣接する胴のそれぞれの長手継手の中心間の距離は、母材の厚い方の呼び厚さの 5 倍以上とする。ただし、周継手との交点部から 100 mm の長さを放射線透過試験を行い、判定基準を満足した長手

	継手はこの制限を受けないが、長手継手と周継手が交差してクロスする溶接は行わない。
JIS B 8201(2005) 「陸用ボイラ-構造」	規定なし

### 7.3 海外規格での規定

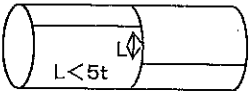
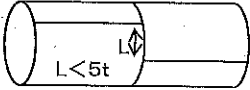
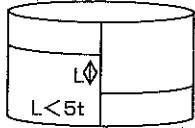
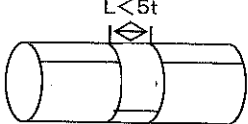
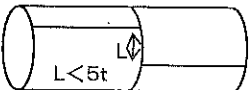
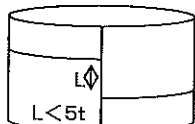
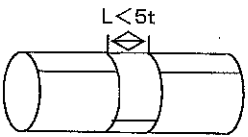
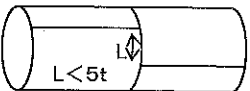
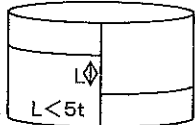
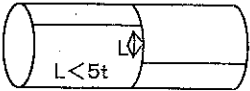
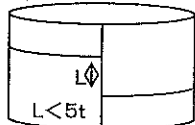
圧力容器の継手接続箇所に対して放射線透過試験が要求されている。継手接続箇所については、長手継手と周継手が交差する箇所を示し、ASME B&PV Code Section VIIIでは長手継手の中心間の距離により、EN 13345-4 では長手継手の最も近い端部間の距離により放射線透過試験を要求している。ボイラー及び配管の継手接続箇所に対する放射線透過試験の要求はない。海外規格での規定を表②-4 に示す。

表②-4 海外規格での規定

規 格	規 定
ASME B&PV Code Section I Power Boilers (2008 Addenda)	規定なし
ASME B&PV Code Section VIII Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1 (2008 Addenda)	長手継手と周継手とが交差する箇所のおのおの継手について 100 mm の長さを放射線透過試験を行う場合を除いて、2 個以上の胴を組み立てる場合、隣接する胴のそれぞれの長手継手の中心間の距離は、母材の厚い方の 5 倍以上離さなければならない。
ASME B31.1 Power Piping Code (2008 Addenda)	規定なし
ASME B31.3 Process Piping Code (2008)	規定なし
EN 12952-6 Water-tube Boilers and Auxiliary Installations (2002)	規定なし
EN 13345-4 Unfired Pressure Vessels (2002)	2 個以上の胴を組み立てる時、隣接する胴のそれぞれの長手継手の最も近い端部間の距離は、厚さの 4 倍に 10 mm を加算した値以上離さなければならない。

8. イメージ

イメージを図②-9に示す。

NISA 文書 又は省令の年等	放射線透過試験が要求される 継手接続箇所イメージ (t: 板厚)		
昭和 33 年	要求文章は、シンプルで理解しやすい。 要求は、下図のみの要求に読まれる。 		
昭和 40 年	要求文章が複雑で理解しづらい。 要求は、下図への要求に読まれる。  		
昭和 45 年 昭和 55 年 昭和 60 年 以降	要求文章が複雑で理解しづらい。 要求は、下図への要求に読まれる。   		
現行 (平成 19 年)	要求文章が複雑で理解しづらい。 要求は、下図への要求に読まれる。   		
検討	継手接続箇所は、長手継手等及び周継手の溶接線が十字形又は T 字形に 交差する箇所を指していることを示した。 解釈の変遷や他法規等での規定内容を調査し、殆どの規定での継手接続 箇所は、長手継手等と周継手が交差する箇所を示し、長手継手間の距離に よって放射線透過試験を要求している。 それらの結果を参考として、表現を明確にする。		
改正案	長手継手等及び周継手の溶接線が十字形又は T 字形に交差する箇所に限 定する表現に改正すると共に下図を用いることにより表現を明確にした。  		

図②-9 継手接続箇所への放射線透過試験の要求の明確化のイメージ



参考文献

- [1]ボイラの設計、改訂第12版、中山秀雄、産業図書
- [2]発電用ボイラ技術基準、昭和33年8月30日、社団法人火力発電技術協会
- [3]発電用火力技術基準、昭和40年7月30日、社団法人火力発電技術協会
- [4]電気工作物の溶接に関する技術基準、昭和45年10月30日、社団法人火力発電技術協会
- [5]発電用火力技術基準 解説、昭和48年3月20日、社団法人火力発電技術協会
- [6]電気工作物の溶接に関する技術基準、昭和55年3月25日、社団法人火力発電技術協会
- [7]電気工作物の溶接の技術基準、昭和60年11月20日、社団法人火力原子力発電技術協会
- [8]電気工作物の溶接の技術基準 解説、昭和63年5月、社団法人火力原子力発電技術協会
- [9]電気工作物の溶接の技術基準、平成2年7月、社団法人火力原子力発電技術協会
- [10]電気工作物の溶接の技術基準- 省令および解釈 - 解説、平成12年9月、社団法人火力原子力発電技術協会
- [11]発電用火力設備の技術基準の解釈の一部改正について、平成17年12月27日、平成17・12・21 原院第1号、経済産業省原子力安全・保安院
- [12]発電用火力設備の技術基準の解釈、平成19年9月3日、平成19・08・10 原院第3号、経済産業省原子力安全・保安院