

石川島播磨重工業 K.K.
技術研究所 溶接センター

栗山良員 河野武亮
山崎康久 ○村山武弘

1. 緒言

高張力鋼溶接部の低温割れに影響をおよぼす因子として水素、硬さ(組織)、拘束度があげられる。この3因子のうち拘束度に関しては船体、橋梁、鉄骨などにおける測定例がいくつか報告されているが、その他の構造物溶接継手の拘束度は報告された例がないのが現状である。強度の高い高張力鋼を使用する圧力容器の現地溶接にしてもその拘束度が未知であるため、溶接割れを防止するのに必要以上の作業管理を行なっている可能性がある。

そこで著者らはHT-80を用いた実際の圧力容器現地溶接継手の拘束度を組立順序にそって溶接開始前に測定し、その結果をもとに適正な溶接作業条件を選定することを目的とした。

2. 拘束度の定義

一般に継手の拘束度は開先間隔を弾性的に平均1mmだけ押し広げるか、押し縮めるに要する単位溶接長あたりの力(kg/mm・mm)で示される。しかし、圧力容器の溶接継手では仮付け溶接、肌合せ治具などがあり、負荷は等分布でも開先間隔の変位量は測定場所によって必ずしも一定でない。したがって、本試験では等分布負荷したときの測定点における拘束度 K_x を次のように表わすことにした。

$$K_x = \frac{P}{\delta_x}$$

ここで K_x :拘束度(kg/mm・mm), P :等分布荷重, δ_x :測定点における開先間隔の変位量(mm)

3. 拘束度の測定方法

拘束度測定の手順を図1に示した。継手開先部に連結した4個の油圧ジャッキにて均一な外力を強制的に加え、その時の開先間隔の変位量をダイヤルゲージで測定し、外力と変位量との関係から拘束度を求めた。なお、外力は開先

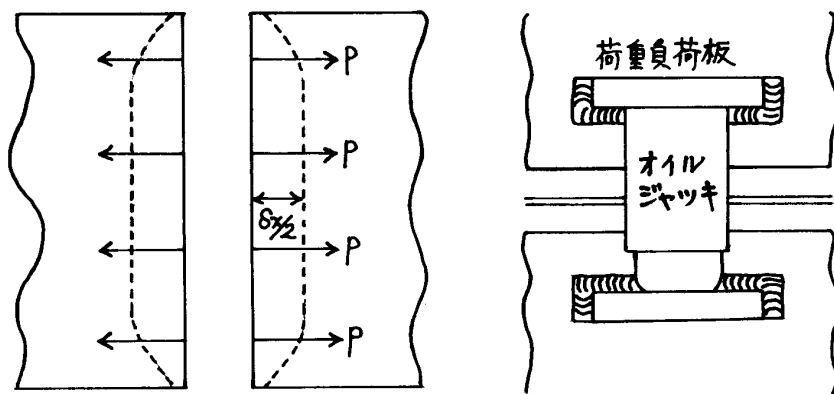


図1. 拘束度測定方法

の片側から加えたため、板厚方向の負荷の偏心を生じたが、あらかじめ両側負荷と片側負荷との開先の変位の相関々係を調べ、片側負荷による計測値から両側負荷の変位量を求めた。

4. 拘束度測定結果

圧力容器の立継手、周継手の拘束度測定位置、開先の変位量および拘束度の計算値をそれぞれ図2、図3に示した。立継手の拘束度は $550 \text{ kg/mm} \cdot \text{mm}$ 、周継手のそれはほぼ $800 \text{ kg/mm} \cdot \text{mm}$ であった。立継手より周継手の拘束度が大きい理由としては周継手の仮付け溶接の間隔が短いことが考えられる。また、周継手の仮付け溶接部の拘束度は大きく $1250 \text{ kg/mm} \cdot \text{mm}$ であるが、仮付け溶接は開先内にあり裏面の本溶接によって仮付け溶接が溶融して高温にあれば容易に変形するから、その拘束度は計算値よりかなり小さくなると考えられる。

また、ストロングバックを取り付けた箇所拘束度も測定した。ストロングバックを取り付けることにより開先間隔の変位量は約0.42倍になり、拘束度は約2.4倍になる。

表1は今回圧力容器で測定した拘束度とすでに発表されている船体構造および鉄骨建築のそれとを比較したものであるが、圧力容器の拘束度はストロングバックの箇所を除けば板厚が厚い(35mm)にもかかわらず比較的小さいことが確認された。

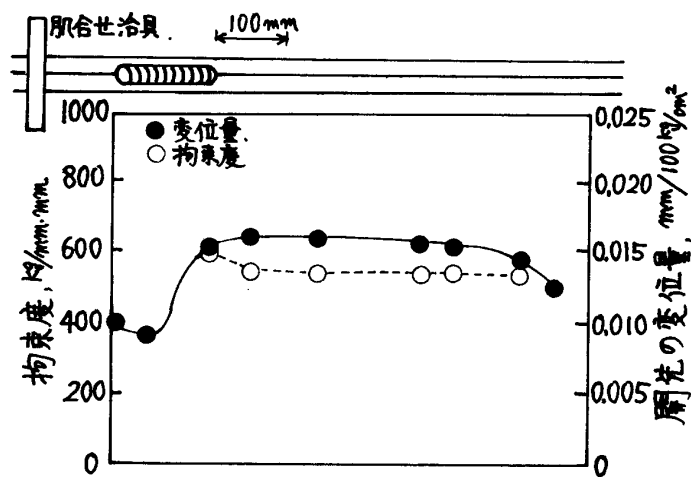


図2. 圧力容器立継手の拘束度

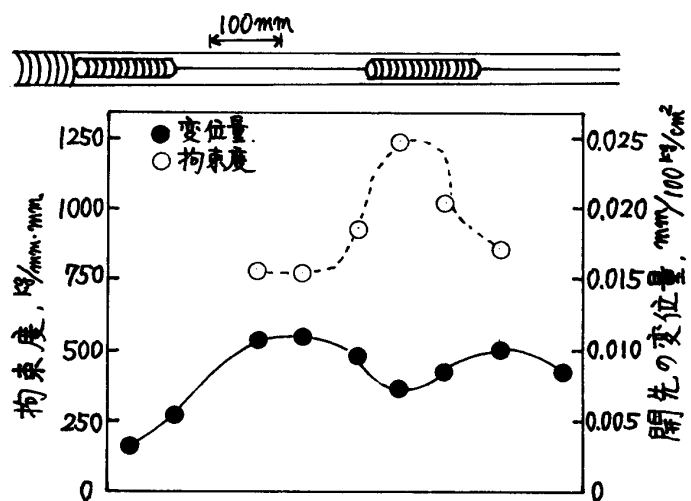


図3. 圧力容器周継手の拘束度

表1. 各種構造物溶接継手の拘束度

構造区分	継手区分	板厚 mm.	拘束度 $\text{kg/mm} \cdot \text{mm}$
圧力容器	立継手	35	550
	周継手	35	800
船体構造	サイドプレート	20	890
	ボトムプレート	28	690
	ボトムプレート	28	780
	アッパーデッキ	32	1280
鉄骨建築	柱梁仕口(フランジ)	28	1090
	柱梁仕口(フランジ)	34	630