

研究背景・目的

ガス加熱によるひずみ取り

- ・部材に発生したひずみの軽減
- ・プレス等の方法と比較すると寸法精度が良い



日立造船株式会社

課題点

- ・ガス加熱の熱源形状を考慮した入熱-変形関係が整理されていない

熱源が変形へ及ぼす影響を明確にすることで

- ・ガス加熱による変形を制御できる
- ・ひずみ取り作業の高効率化に繋がる

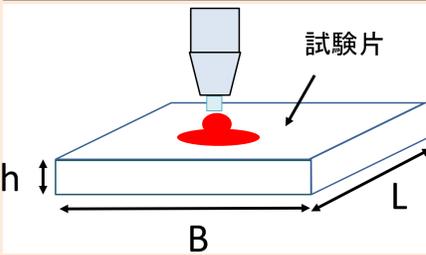
本研究の目的

- ガス加熱における変形に影響を及ぼすパラメータを根本的に考えるために次元解析により影響因子を導出
- 導出したパラメータを用いて変形量を整理

ガス加熱における変形メカニズムについて検討

次元解析による無次元パラメータの導出

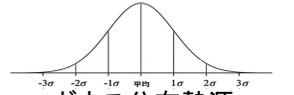
ガス加熱時の温度場に影響を与える因子



材料定数
 λ, γ, cp

入熱条件
 Q, v, σ

ガス加熱の熱源としては次の式で示されるガウス分布熱源を導入した



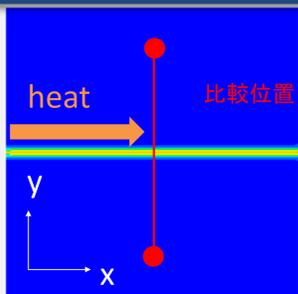
$$p(x, y) = \frac{q}{\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{x^2 + y^2}{\sigma^2}\right\}$$

材料定数	入熱条件	試験体の形状
λ 熱伝導係数	Q 全入熱量	B 板幅
γ 熱拡散係数	v 入熱速度	h 板厚
cp 比熱×密度	σ 熱源分布の代表長さ	L 溶接線方向の板の長さ
T_{melt} 溶融温度		

$\xi_1 = \frac{1}{cp} \frac{Q}{h^2} / T_{melt}$	入熱量のパラメータ	$\xi_4 = \frac{h}{B}$	試験体形状のパラメータ
$\xi_2 = \frac{\lambda}{cp} \frac{1}{hv}$	熱伝導速度に対する移動速度のパラメータ	$\xi_5 = \frac{L}{B}$	試験体形状のパラメータ
$\xi_3 = \frac{\sigma}{h}$	熱源の形状のパラメータ	$\xi_6 = \frac{\gamma}{cpv}$	熱伝達についてのパラメータ

次元解析によって無次元パラメータを導出

導出したパラメータの妥当性検証

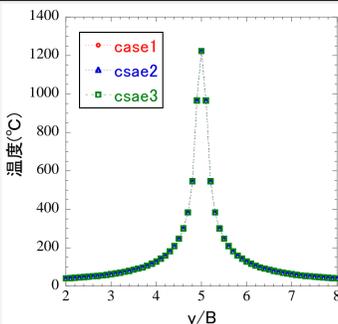
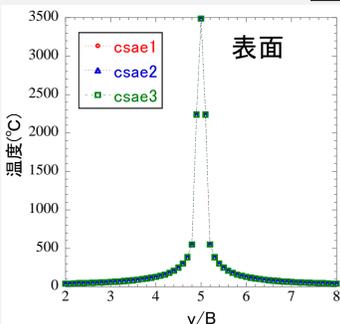


	$L \times B \times h$ (mm)	Q (J/mm)	v (mm/s)	σ (mm)	γ (W/mm ² K)
case1	100x100x10	3000	100	1	100 γ
case2	1000x1000x100	30000	10	10	10 γ
case3	10000x10000x1000	300000	1	100	1 γ

$$\xi_1 = \frac{Q}{cph^2} / T_{melt} \quad \xi_2 = \frac{\lambda}{cphv} \quad \xi_3 = \frac{\sigma}{h}$$

$$\xi_4 = \frac{h}{B} \quad \xi_5 = \frac{L}{B} \quad \xi_6 = \frac{\gamma}{cpv}$$

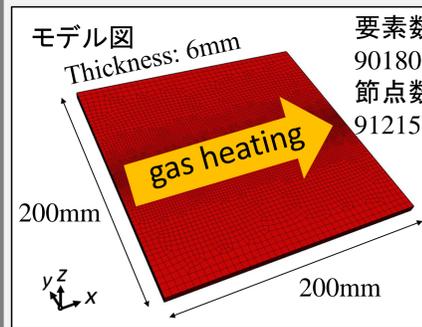
case1~3でパラメータ $\xi_1 \sim \xi_6$ の値を同じにして入熱し、表面・裏面の温度を比較することで相似則が成立しているかを確認した



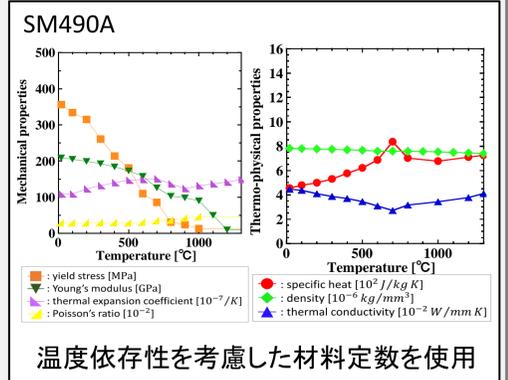
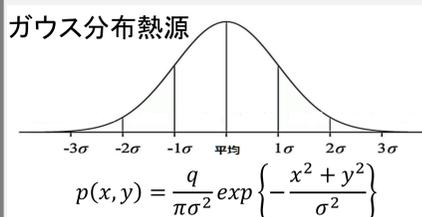
すべてのケースで表面・裏面の温度分布が完全に一致

導出したパラメータの妥当性を確認

解析条件



要素数 90180
節点数 91215



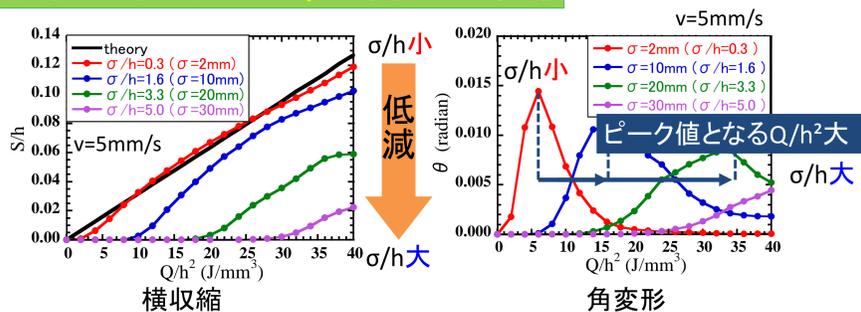
温度依存性を考慮した材料定数を使用

入熱パラメータ Q/h^2 (J/mm ³)	熱源の代表長さ* σ (mm)	入熱速度 v (mm/s)
0~40	2, 10, 20, 30	5, 10, 15

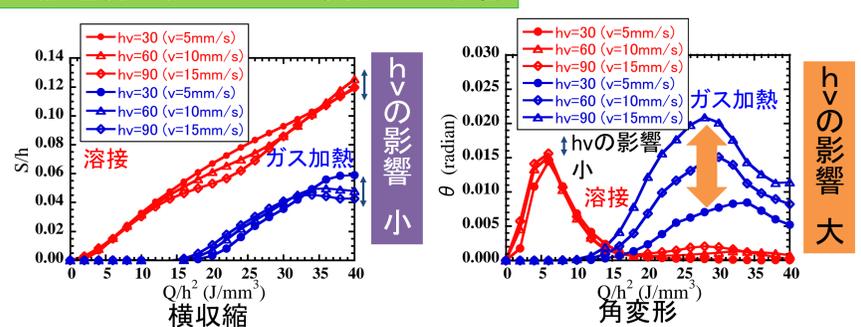
* $\sigma=2$ mmは溶接に近い条件
* $\sigma=10, 20, 30$ mmはガス加熱に近い条件

解析結果

熱源の形状パラメータ σ/h の変形への影響

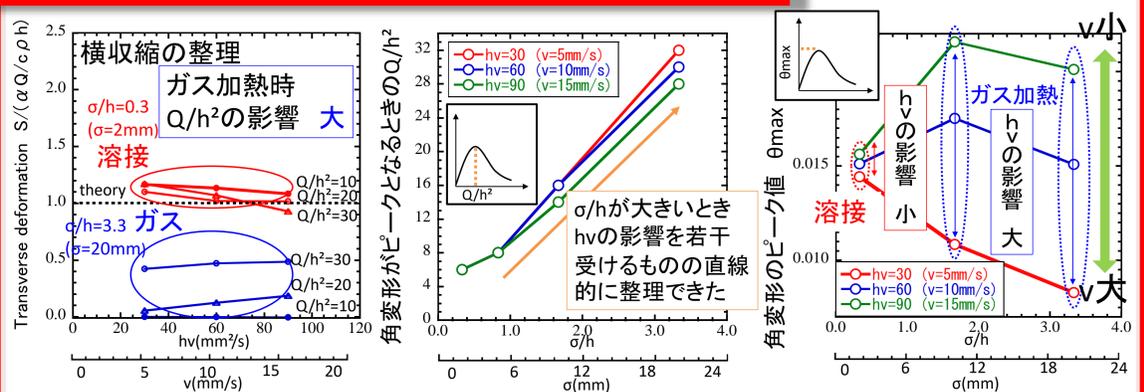


入熱速度パラメータ hv の変形への影響

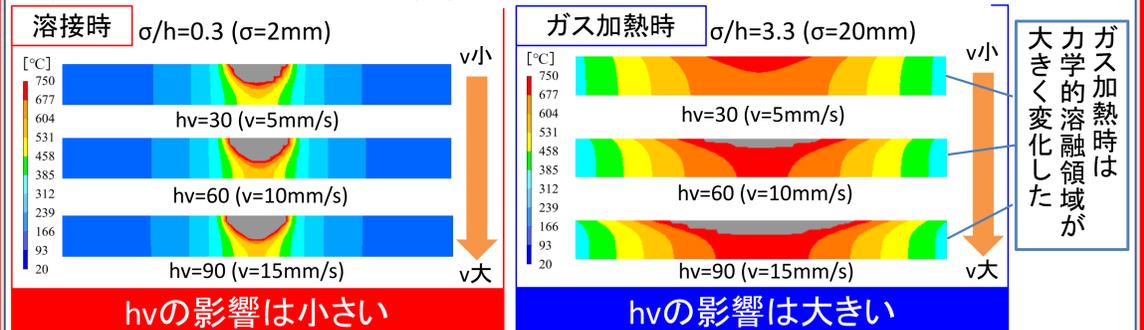


ガス加熱時の横収縮および角変形に及ぼす σ/h の影響は大きい

解析結果のパラメータによる整理・考察



角変形がピークとなる際の溶接線近傍における断面温度分布の比較



ガス加熱時の角変形に及ぼす hv の影響は大きい

結論

- ガウス分布熱源を用いた入熱における相似パラメータとして6つのパラメータを導出し、相似則の妥当性を確認した。
- ガス加熱時、横収縮量は入熱分布が広がるほど小さくなる傾向がみられ、角変形のピークとなる入熱パラメータ Q/h^2 は大きくなった。
- 入熱速度もパラメータ hv を変化させた解析結果から、ガス加熱の角変形のピーク値は hv の影響を大きく受けた。その原因としてはガス加熱には速度が大きくなるほど力学的溶融領域が広がるということが考えられる。