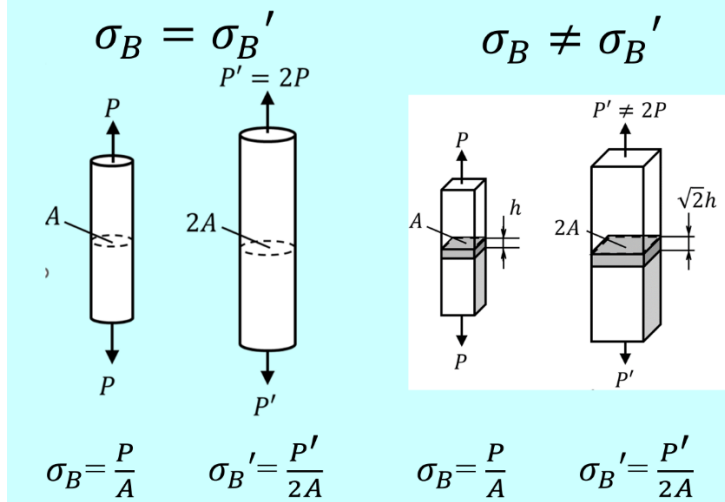


1. 従来の接着強度評価の問題点

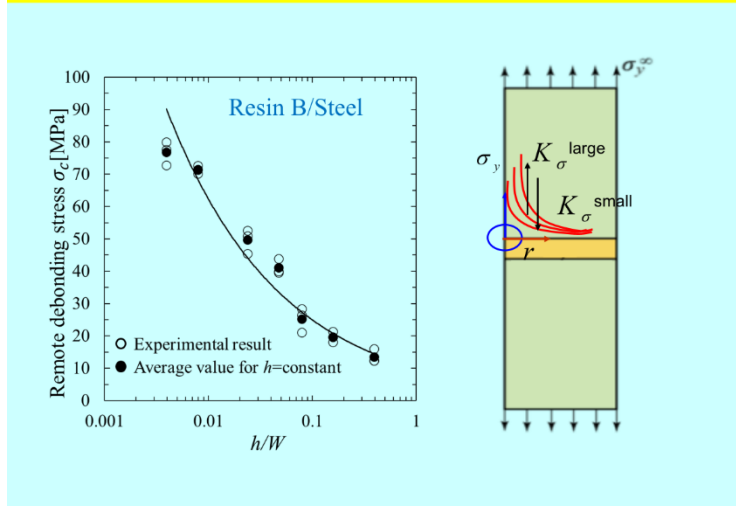
Strength of similar specimen geometry



この図は、単一材料で構成される平滑試験片と接着継手の強度の比較を示しています。

平滑試験片の強度と接着継手の強度はいずれも接着面の平均応力(以下、JIS 強度と表記)によって評価されることが一般的です。平滑試験片の場合は、断面に均一な応力が生じるため、相似形状における強度は変化しません。しかしながら、接着界面端部には、被着材と接着剤の変形の不マッチに起因する応力集中が生じます。そのため、相似形状の試験片の場合でも、強度は同じとはなりません。

Illustration of the intensity of singular stress field ISSF K_σ

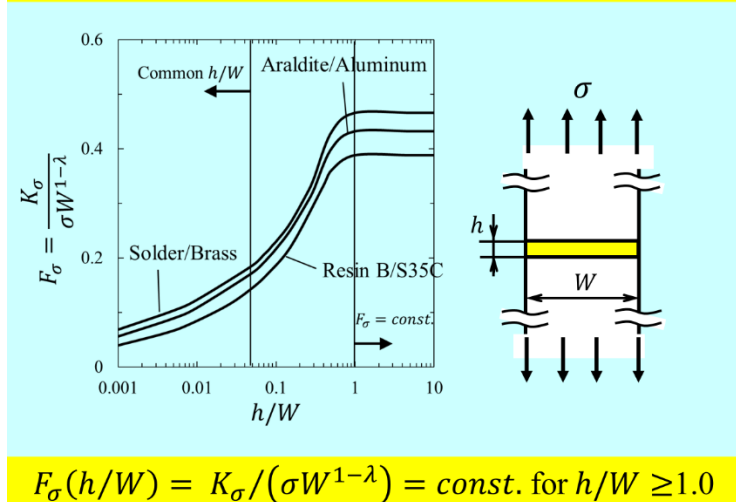


この図は、Butt joint の接着層厚さと JIS 強度の関係を示しています。

前述のように、接着界面端部には無限大に発散する特異応力場が発生し、それが接着強度に大きな影響を及ぼします。そのため、接着強度は接着部の寸法に依存します。接着層厚さが増加するほどに強度が低下し、最大 7 倍程度の差が生じます。

このように、接着層の厚さに依存して JIS 強度は大きく変化するにもかかわらず、JIS では接着層厚さに関する記載が一切なく考慮が全くなされていません。

ISSF $F_\sigma(h/W) = K_\sigma/(\sigma W^{1-\lambda})$

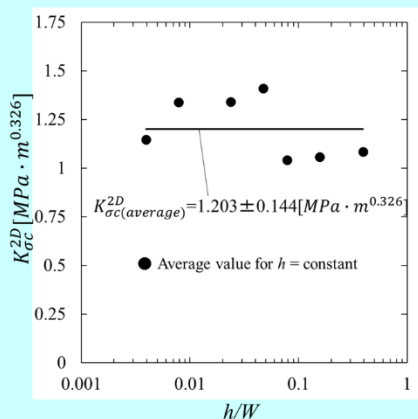


この図は、Butt joint の接着層厚さと一定応力負荷時の接着継手に生じる特異応力場の強さ ISSF の関係を示しています。

この図から接着厚さが増加するにしたがって特異応力場の強さ ISSF が増加していることがわかります。つまり、接着層が厚くなるほど JIS 強度が低下するのは、接着層が厚くなるほど界面端部での厳しさ ISSF が増加するためと考えられます。

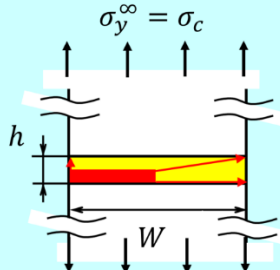
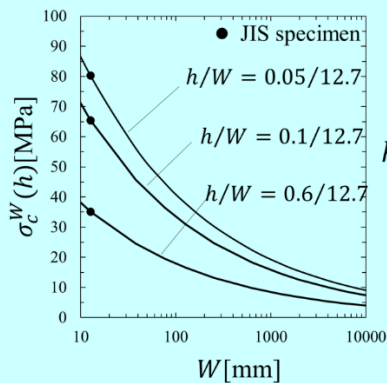
2. ISSF による強度評価の有用性

Critical ISSF vs. adhesive thickness (butt joint)



3. 接着強度の寸法依存性

σ_c^W vs. W for Model (a)



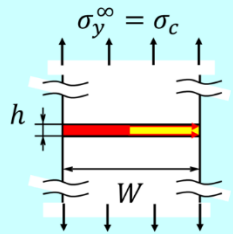
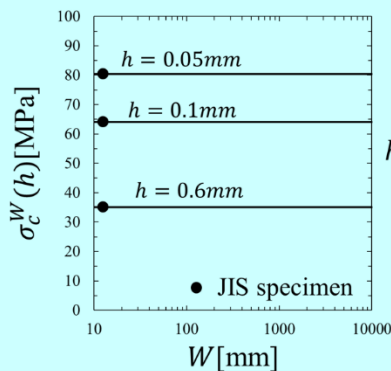
$$\sigma_c = \frac{K_{\sigma c}}{[F_{\sigma}^*(h/W)h^{1-\lambda}]} = \frac{3.18}{h^{1-\lambda}} [\text{MPa}]$$

when $h/W = 0.1/12.7 \sim 0.6/12.7, F_{\sigma}^*(h/W) = 0.377$

この図は、接着層全体の形状が相似的に大きさが変わった場合、JIS 強度がどのように変化するかを明らかにしています。

接着層の寸法が大きくなると、接着層厚さが増加するため、端部に生じる特異応力場が大きくなります、そのため、接着層の寸法が増加するにつれて接着強度は低下します。このように ISSF を用いることで、接着厚さに依存して JIS 強度が低下することが合理的に説明できます。

σ_c^W vs. W for Model (c)



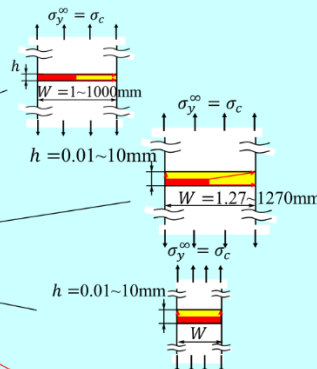
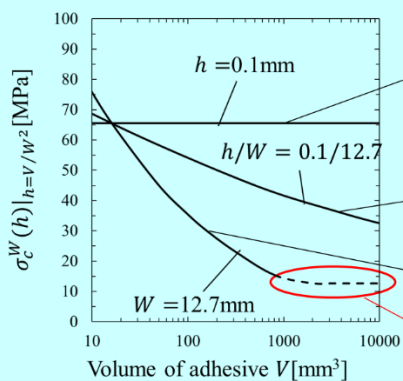
$$\sigma_c = \frac{K_{\sigma c}}{[F_{\sigma}^*(h/W)h^{1-\lambda}]} = \frac{3.18}{h^{1-\lambda}} [\text{MPa}]$$

when $h/W = 0.1/12.7 \sim 0.6/12.7, F_{\sigma}^*(h/W) = 0.377$

この図は、接着層厚さを固定して、試験片幅、すなわち接着面積のみが増加した場合の JIS 強度を明らかにしています。

この場合、接着面積が増加しても、端部に生じる ISSF 変化しないため、JIS 強度は接着面積に依存せず強度は一定となります。すなわち、試験片幅が異なる試験片であっても接着層の厚さが同じであれば、同一の接着強度が得られることになります。

σ_c^W vs. volume of adhesive V for Model (a)~(c)



$$\sigma_c = \frac{K_{\sigma c}}{[F_{\sigma}^*(h/W)W^{1-\lambda}]} = \frac{3.09}{W^{1-\lambda}} [\text{MPa}]$$

$$\sigma_c = \frac{K_{\sigma c}}{[F_{\sigma}^*(h/W)h^{1-\lambda}]} = \frac{3.18}{h^{1-\lambda}} [\text{MPa}]$$

when $h/W = 0.1/12.7 \sim 0.6/12.7, F_{\sigma}^*(h/W) = 0.377$

この図は、平均的接着強度と接着層面積の関係を明らかにしたものです。

この図からわかるように、接着層厚さの変化に伴って、接着面積が増加するにつれて JIS 強度は 73MPa から 13MPa まで変化低下します。

一方、接着層厚さを一定とした場合では接着面積が増加しても JIS 強度は 65MPa で一定となります。つまり接着面積が JIS 試験片よりはるかに大きい場合でも、JIS 試験片の接着層厚さと実製品で用いる接着層厚さを揃え、接着層厚さを管理することによって JIS に規定された接着強度を実製品の強度に適用可能であることが示されました。