

# 断面変形を考慮した梁理論に基づく せん断遅れによる付加的な応力の評価

構造強度学研究室

B7TB5097 三井涼平

## せん断遅れ

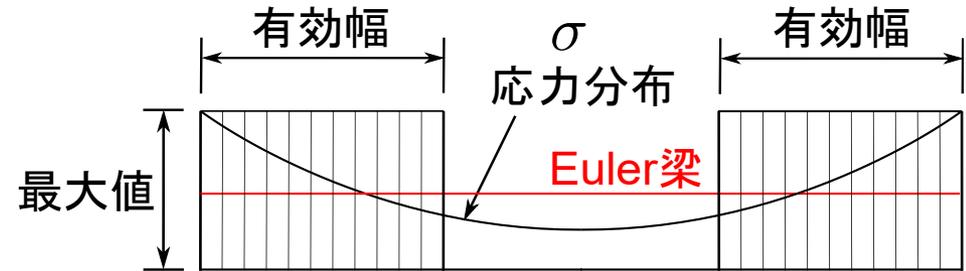
曲げ応力の橋軸直角方向分布は  
一様ではなく、ウェブ上の曲げ  
応力はEuler梁よりも大きくなる。



## 道路橋示方書

有効幅により曲げ剛性を小さくするこ  
とで、最大応力の近似値を得ている。

→せん断遅れによる付加的な応力は  
曲げによる応力に比例



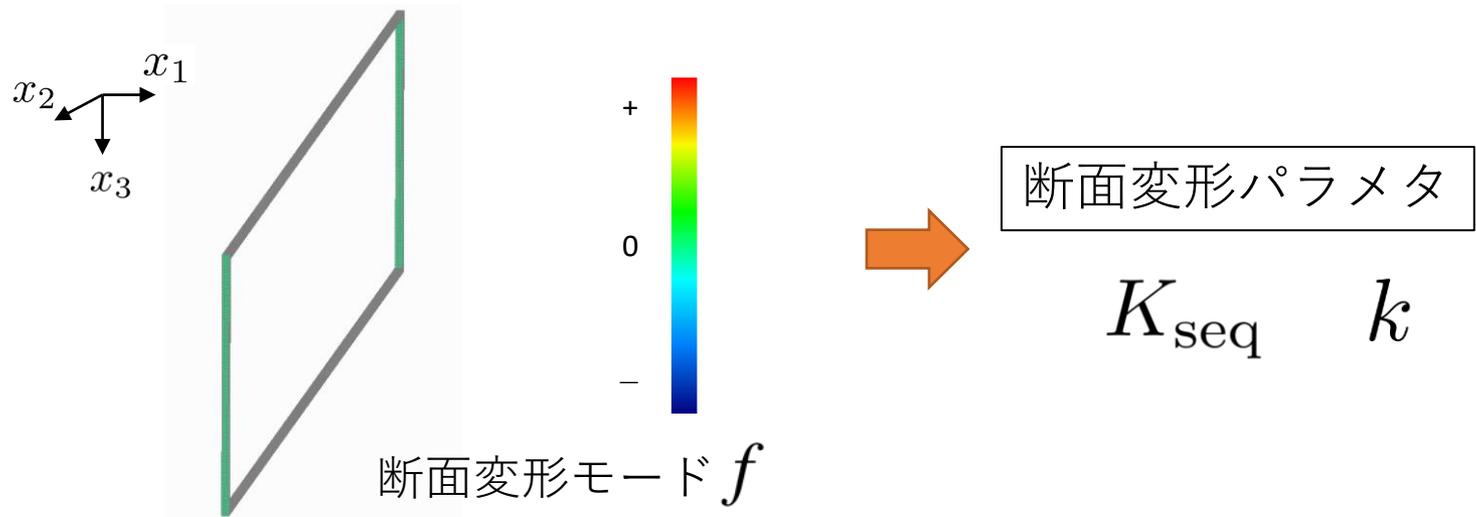
(幅4.5m, 支間長20mでは約88%有効)

## 2021 齊木・鄭：断面変形を考慮した梁理論

→せん断遅れは曲げではなく、断面変形によって生じる。

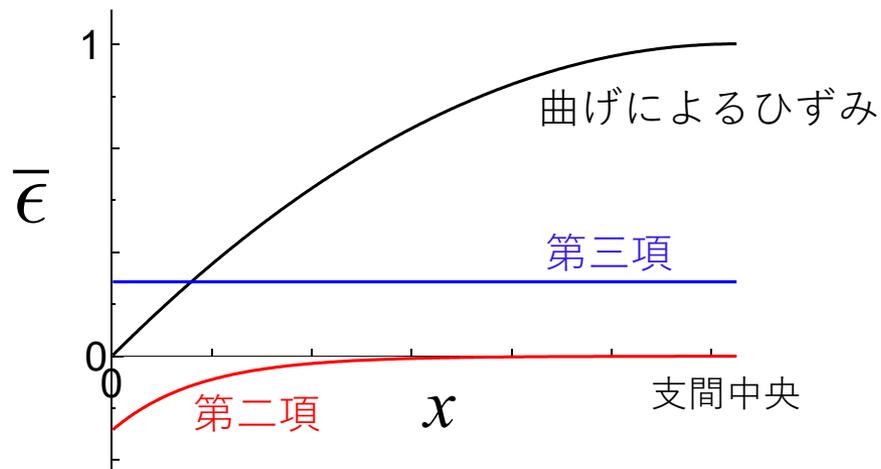
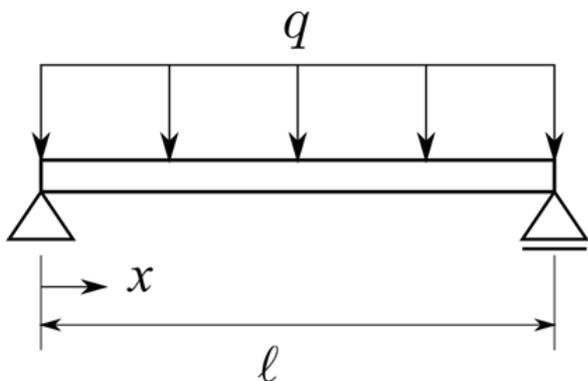
## 梁の橋軸方向変位場

$u_1 = \text{曲げ変形} + \text{断面変形による変位 } f \times \text{断面変形の大きさ } g$



設計段階では、より簡易な手法が求められる

パラメタの推定 → より簡単に断面変形を考慮した設計が可能



軸ひずみの解析解

$$\epsilon_{11} = \text{曲げによる軸ひずみ} + \underbrace{\frac{qf}{K_{\text{seq}}} \frac{\exp(kx) + \exp(kl)\exp(-kx)}{1 + \exp(kl)}}_{\text{付加的な軸ひずみ}} - \frac{qf}{K_{\text{seq}}}$$

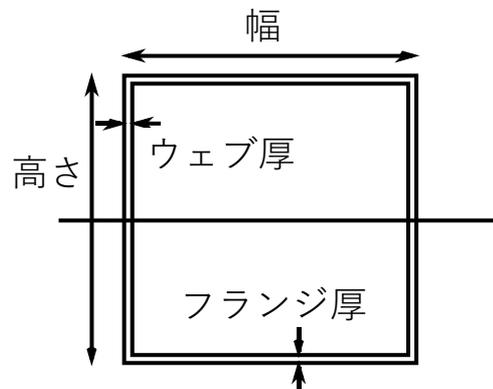
→せん断遅れによる付加的なひずみは、 $\frac{f}{K_{\text{seq}}}$  と  $k$  によって決定

- ① 支間中央部において、付加的なひずみは第三項の定数が支配的
- ② 最大ひずみに注目

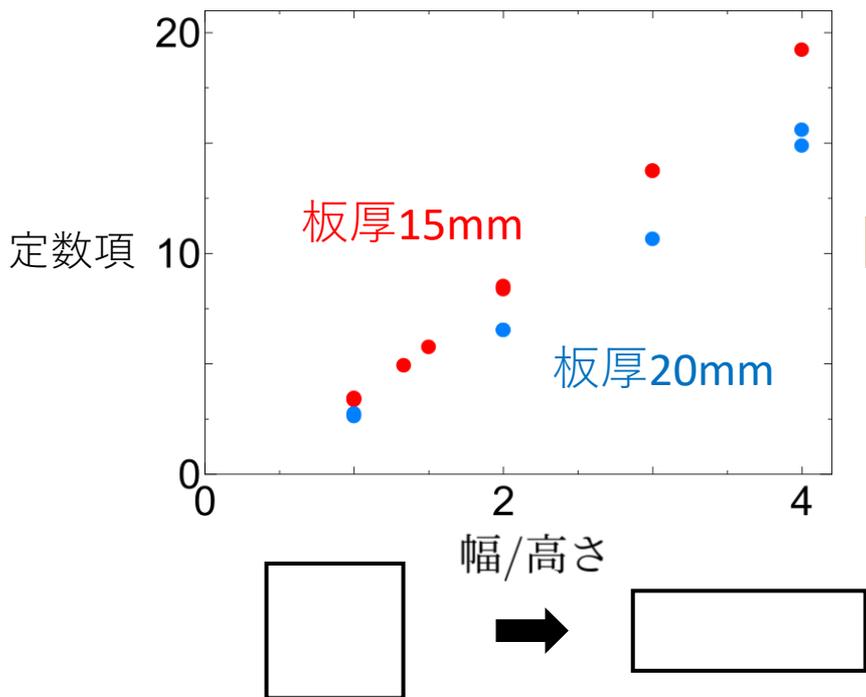
➡  $\frac{f_{\text{max}}}{K_{\text{seq}}}$  (定数項) の推定について述べる  
 $f_{\text{max}}$  : フランジ上面の最大値

# 断面形状がパラメタに及ぼす影響

検討対象：均質薄肉箱断面



高さ：0.5～4m 板厚：10～40mm  
幅/高さ：1～4



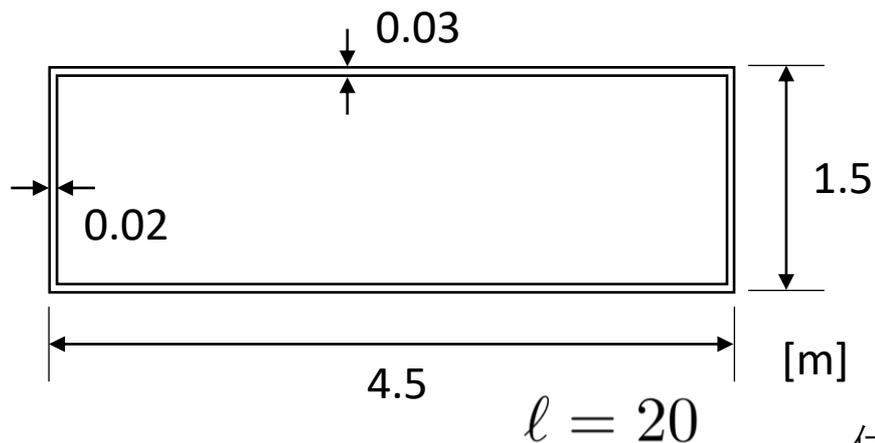
定数項は、幅/高さ とほぼ線形の関係

同様に、板厚についても検討

定数項を幅/高さ、1/フランジ厚、ウェブ厚の多項式で表す

各係数を最小二乗法で決定  
相関係数は0.997

解析対象：等分布荷重を受ける単純梁



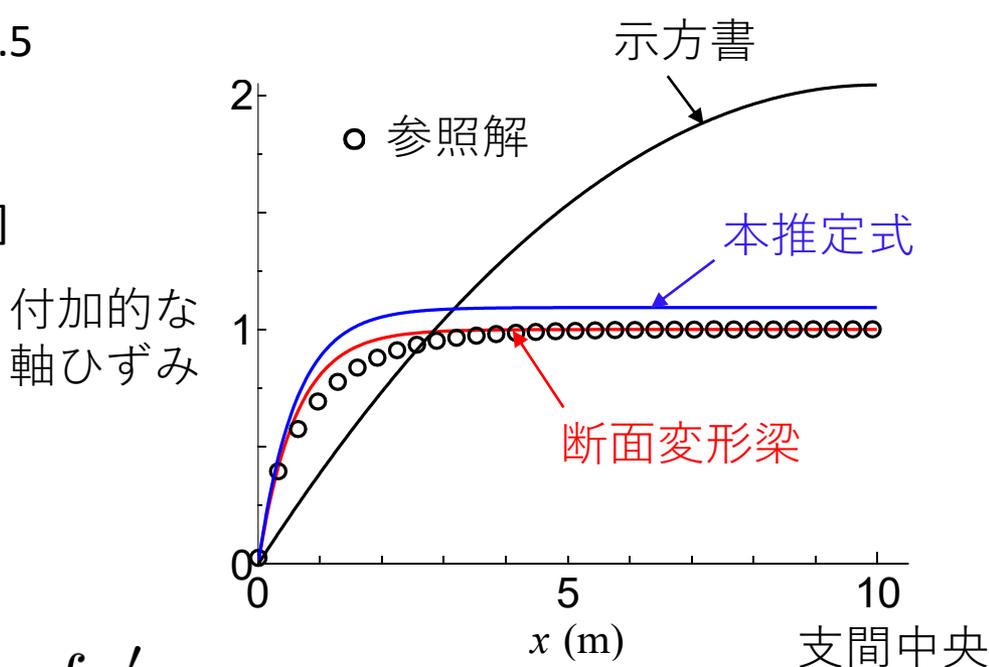
断面寸法だけで従来手法よりも精度よく参照解を再現できた

- ① 断面変形梁  $\doteq$  参照解
- ② 断面変形梁の付加的な軸ひずみ  $= fg'$



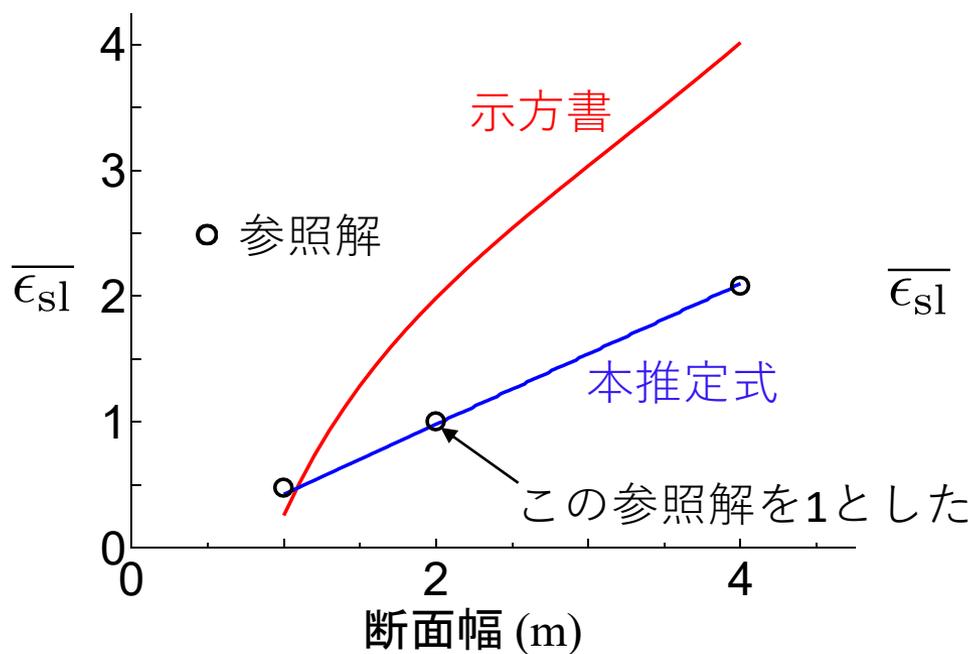
せん断遅れは曲げに比例するのではなく、断面変形によって生じる

付加的な軸ひずみによる比較

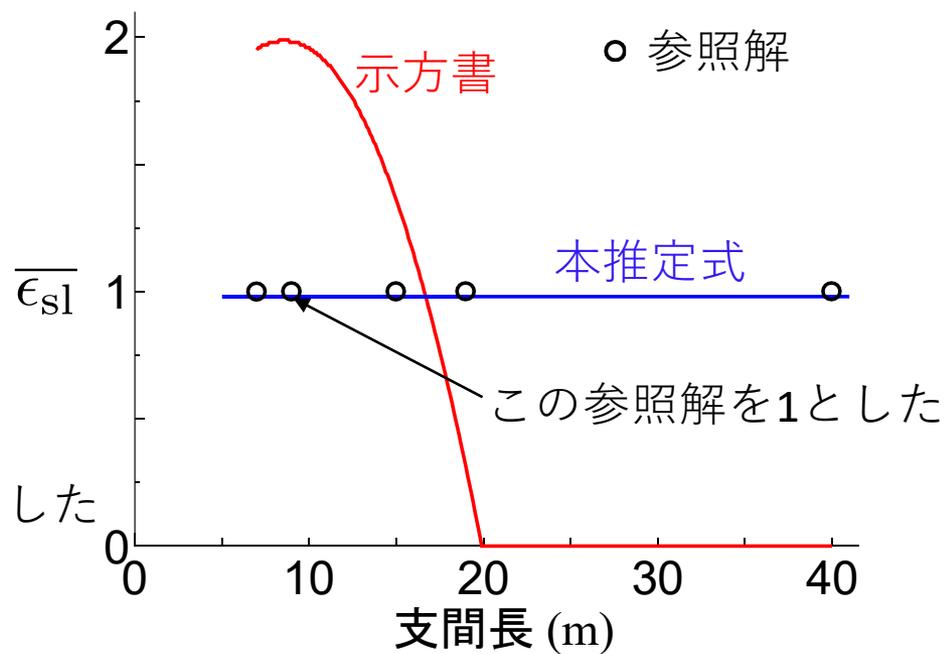


支間中央における付加的なひずみによる比較

断面幅による影響



支間長による影響



断面寸法だけで従来手法よりも精度よく参照解を再現できた

せん断遅れによる付加的なひずみは、支間長によらずほぼ一定

箱断面を対象に、齊木・鄭のせん断遅れと横せん断による断面変形を統一的に考慮できる梁理論で用いる断面変形パラメタの推定式を提案し、従来の方法との比較を行った。

- **断面寸法だけで、せん断遅れによる付加的なひずみとして従来の方法より精度よく再現できた。**
- せん断遅れによる**付加的な橋軸方向ひずみ**は、曲げではなく、せん断変形に起因する**断面変形によって生じる**ことを明らかにした。
- 道路橋示方書の有効幅は断面幅と支間長の関数で定められている。断面幅に関しては、付加的なひずみは示方書と同様の傾向を示しているが、**付加的なひずみは支間長によらず、ほぼ一定**であることを明らかにした。本推定式はいずれの場合においても、断面変形梁と同様に従来の方法よりも精度よく付加的なひずみを評価できた。