

鋼板挿入集成材梁のせん断性能

秋田大学 廣内 高倫

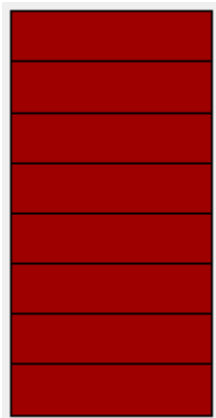


ティモシェンコ梁理論

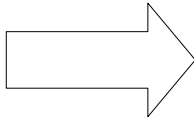
$$V = \frac{Pl^3}{48EI} + \frac{Pl}{4kGA}$$

曲げ剛性

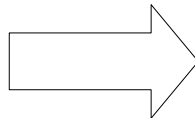
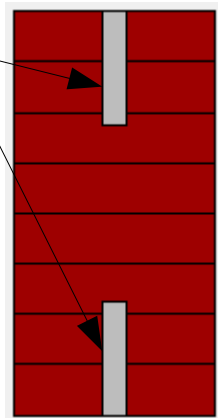
せん断剛性



鋼板



補強

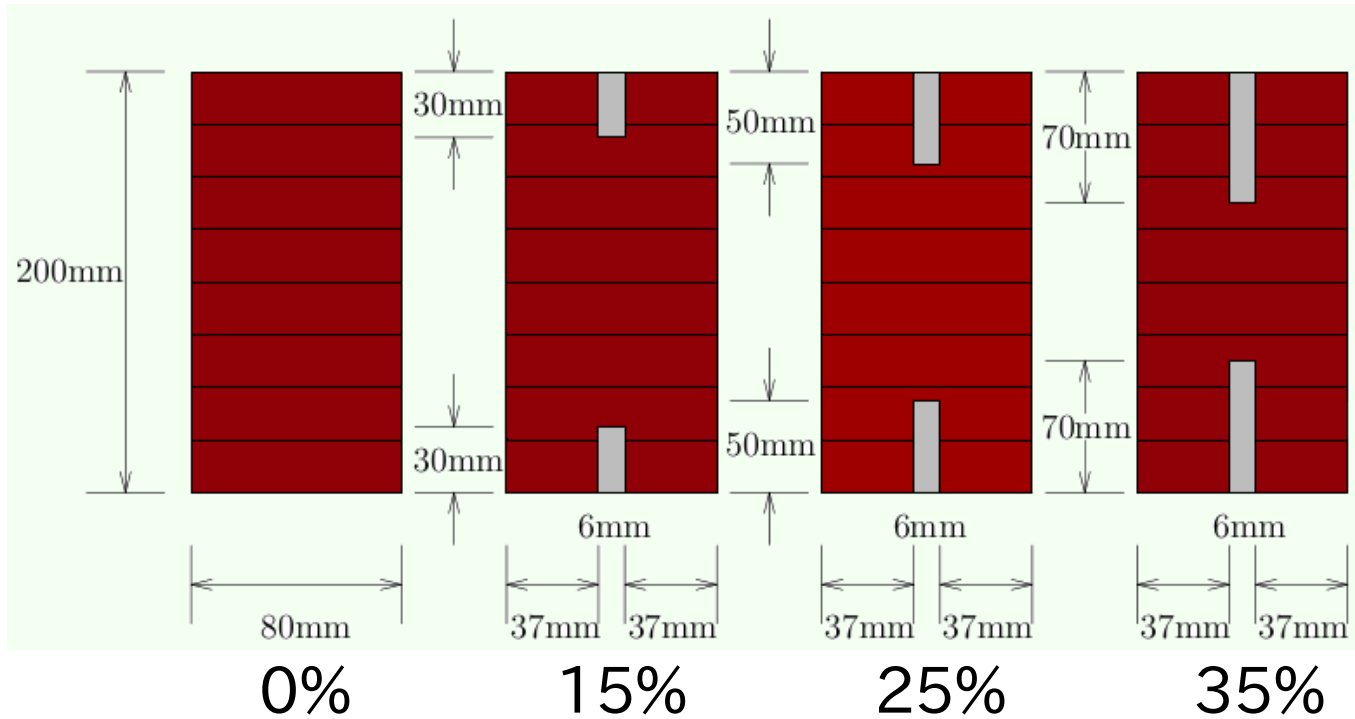


曲げ剛性 → 改善される

せん断剛性 → あまり変わらない

せん断についてしっかり調べる必要がある

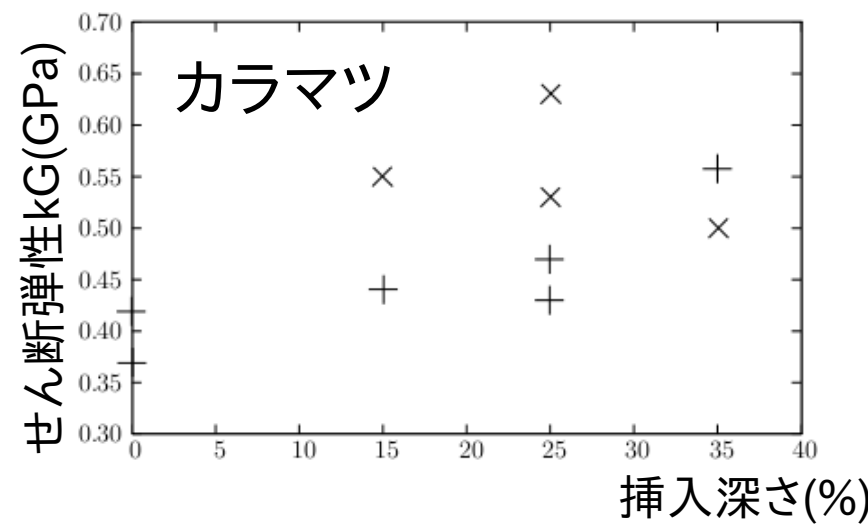
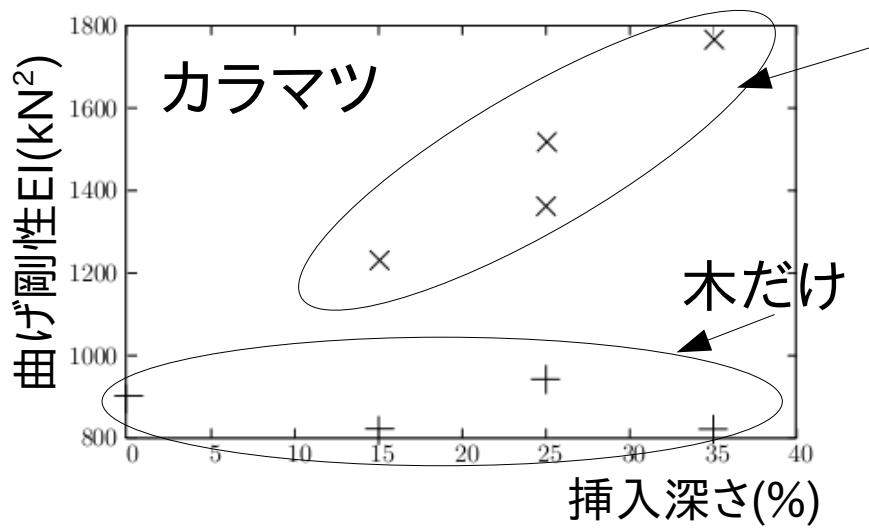
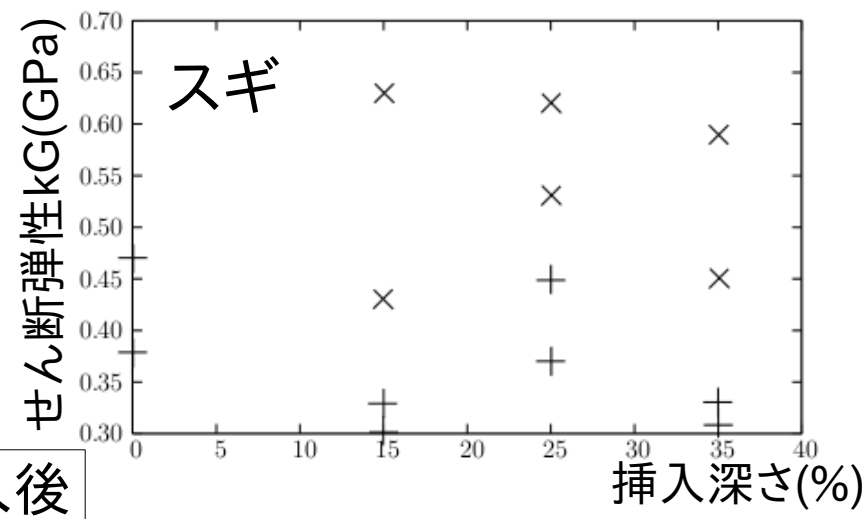
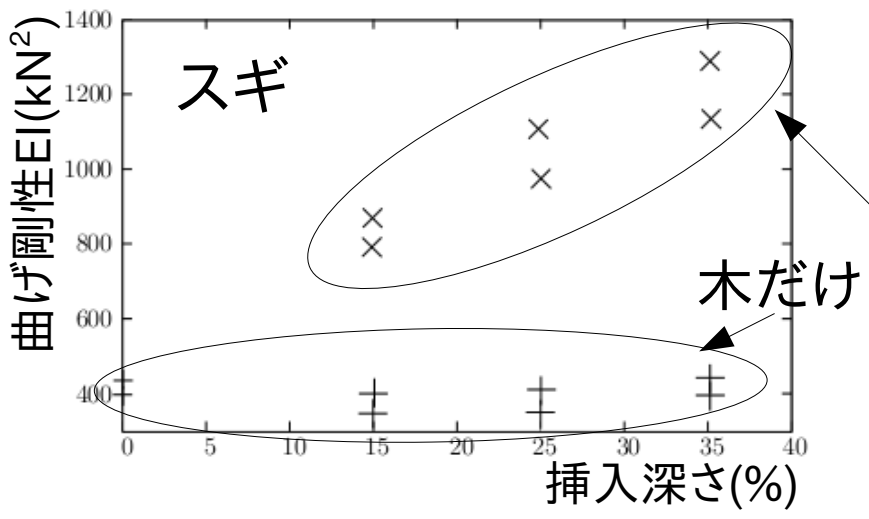
試験体



スギ材→ヤング率小(7.5GPa)→やわらかい

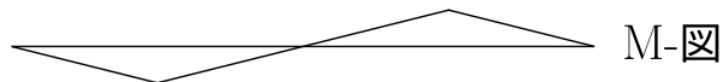
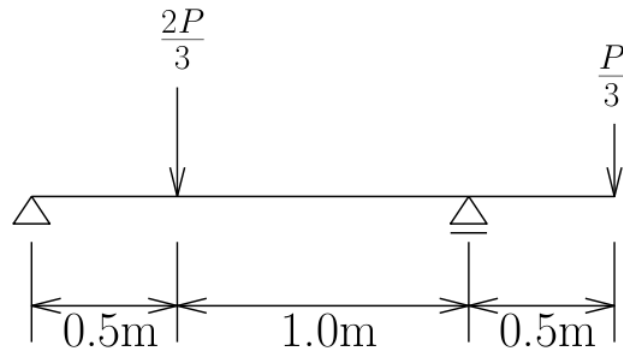
カラマツ材→ヤング率大(16.6GPa)→かたい

剛性の相関図



破壊試験

逆対称4点曲げ試験



曲げ破壊



せん断破壊

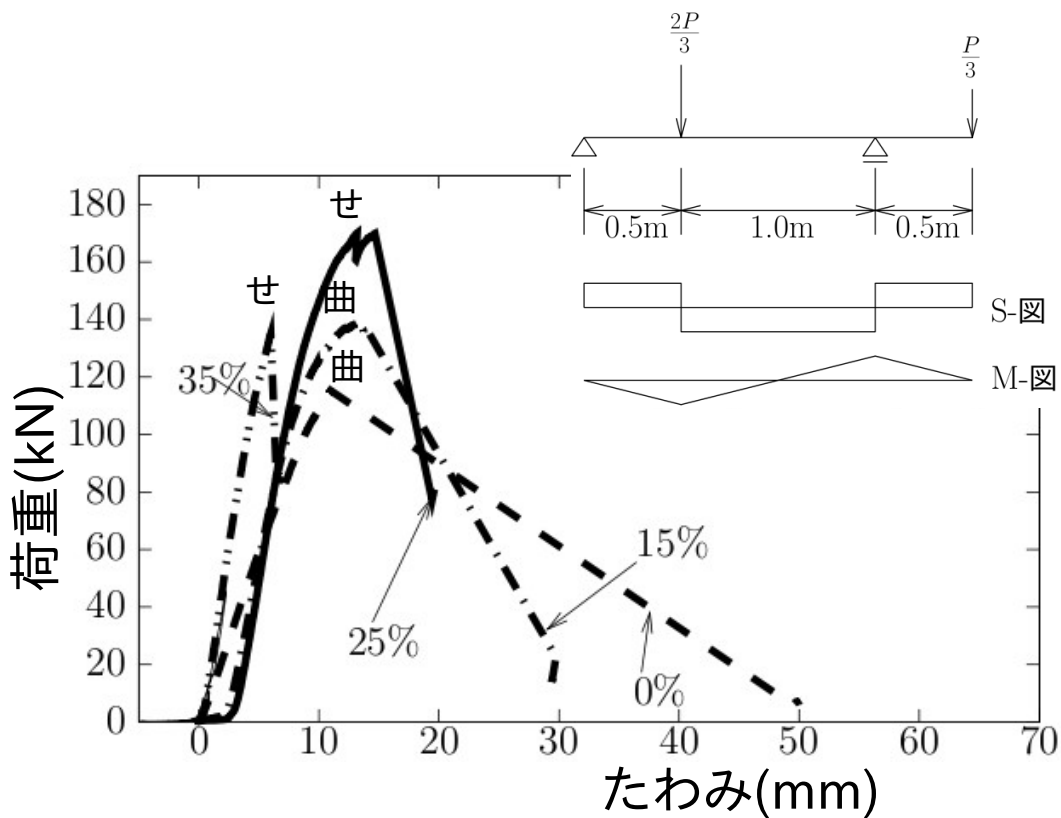
スギ材の破壊状況



鋼板挿入深さ0(%)



鋼板挿入深さ25(%)



荷重たわみ曲線



鋼板挿入深さ15(%)



鋼板挿入深さ35(%)

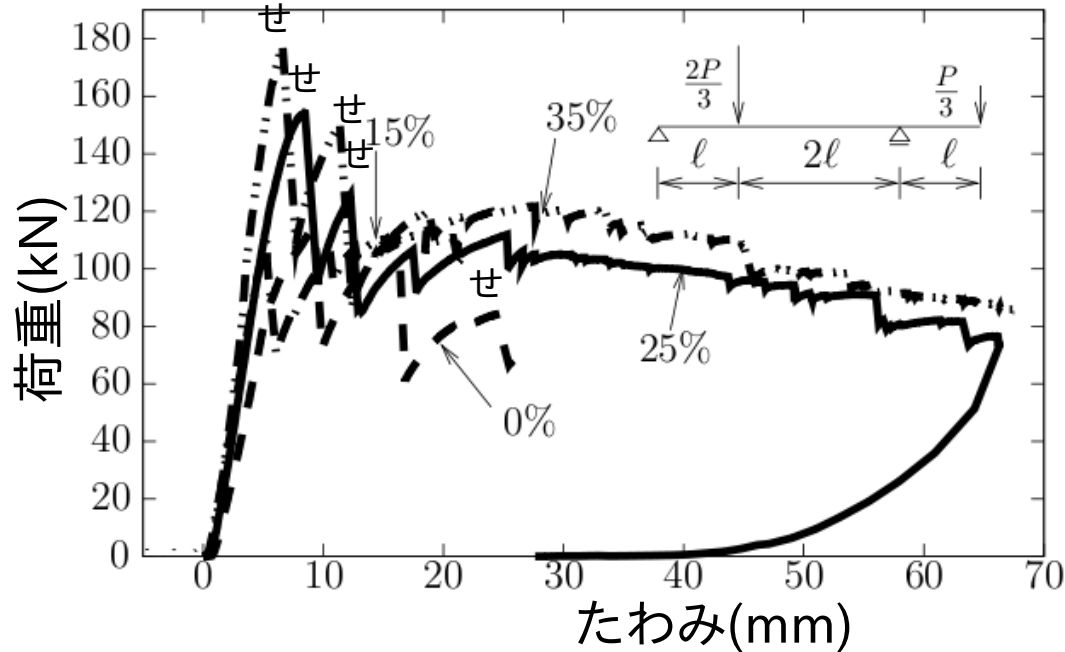
カラマツ材の破壊状況



鋼板挿入深さ0(%)



鋼板挿入深さ25(%)



荷重たわみ曲線



鋼板挿入深さ15(%)

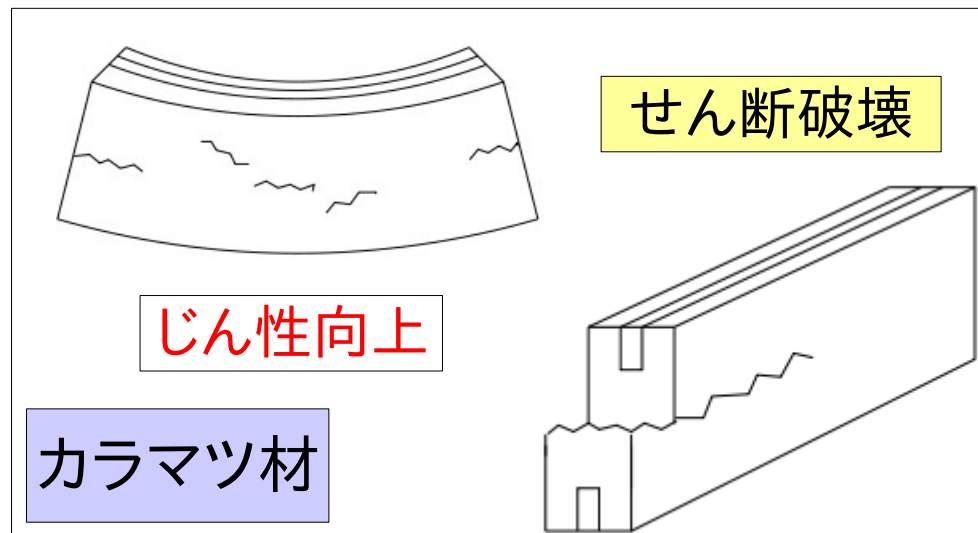
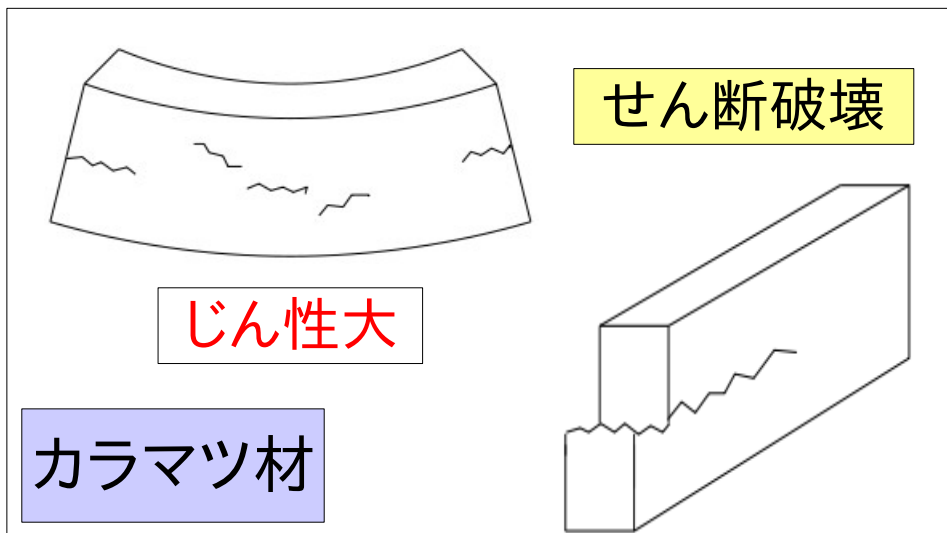
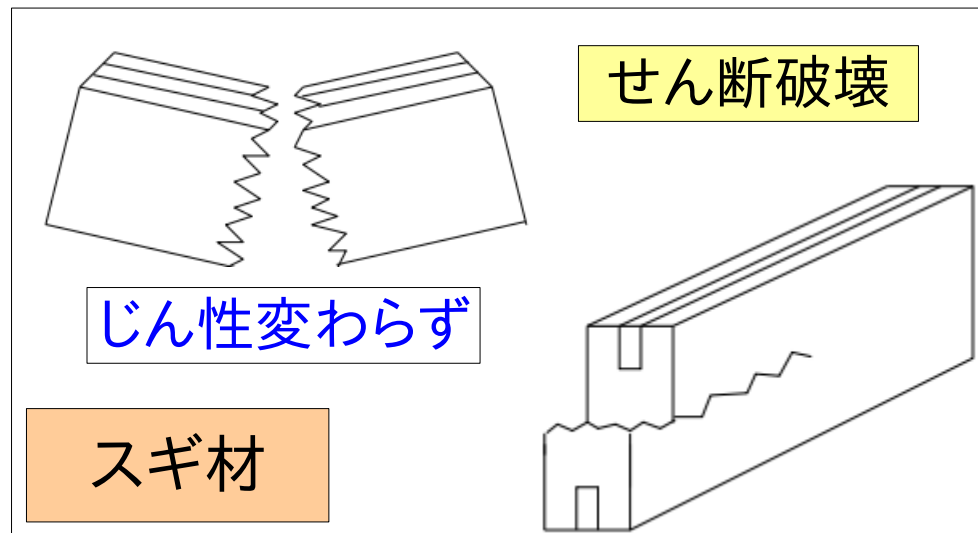
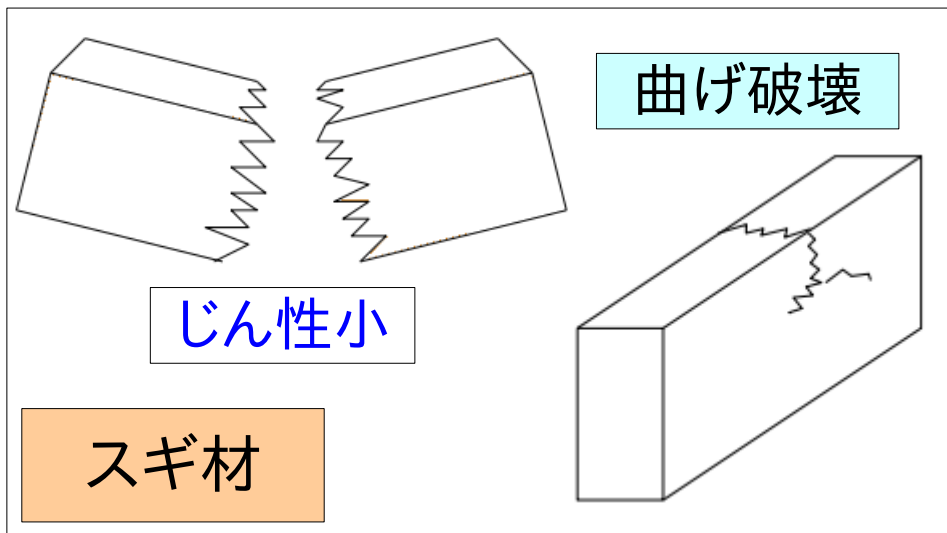


鋼板挿入深さ35(%)

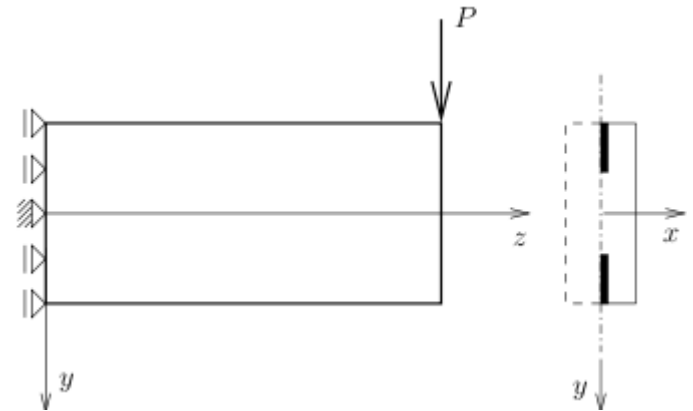
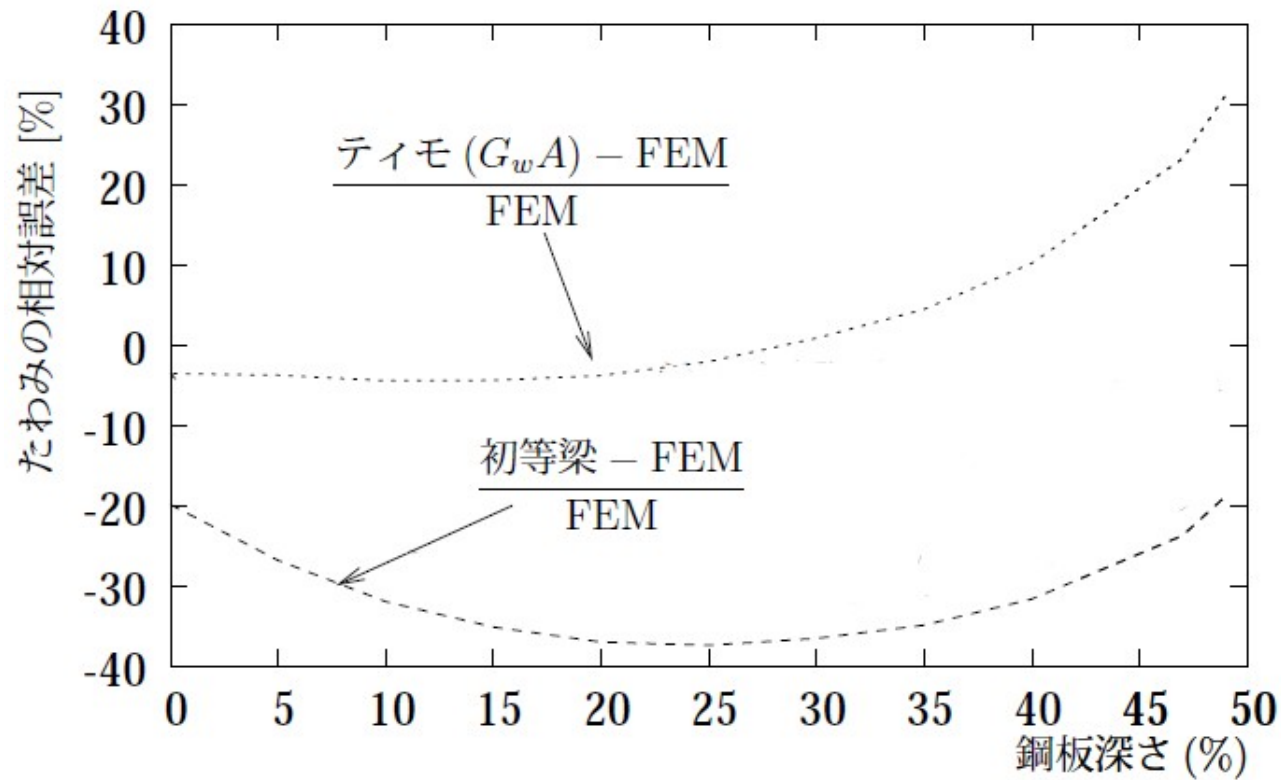
まとめ

鋼板挿入前

鋼板挿入後



FEMとの相対誤差



解析モデル

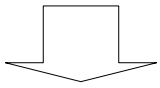
要素分割

幅方向→10
桁高方向→40
軸長方向→120

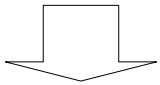
軸方向ヤング率の求め方

$$V_{\bar{\tau}} = \frac{P\ell^3}{48E_z I} + \frac{P\ell}{4kGA}$$

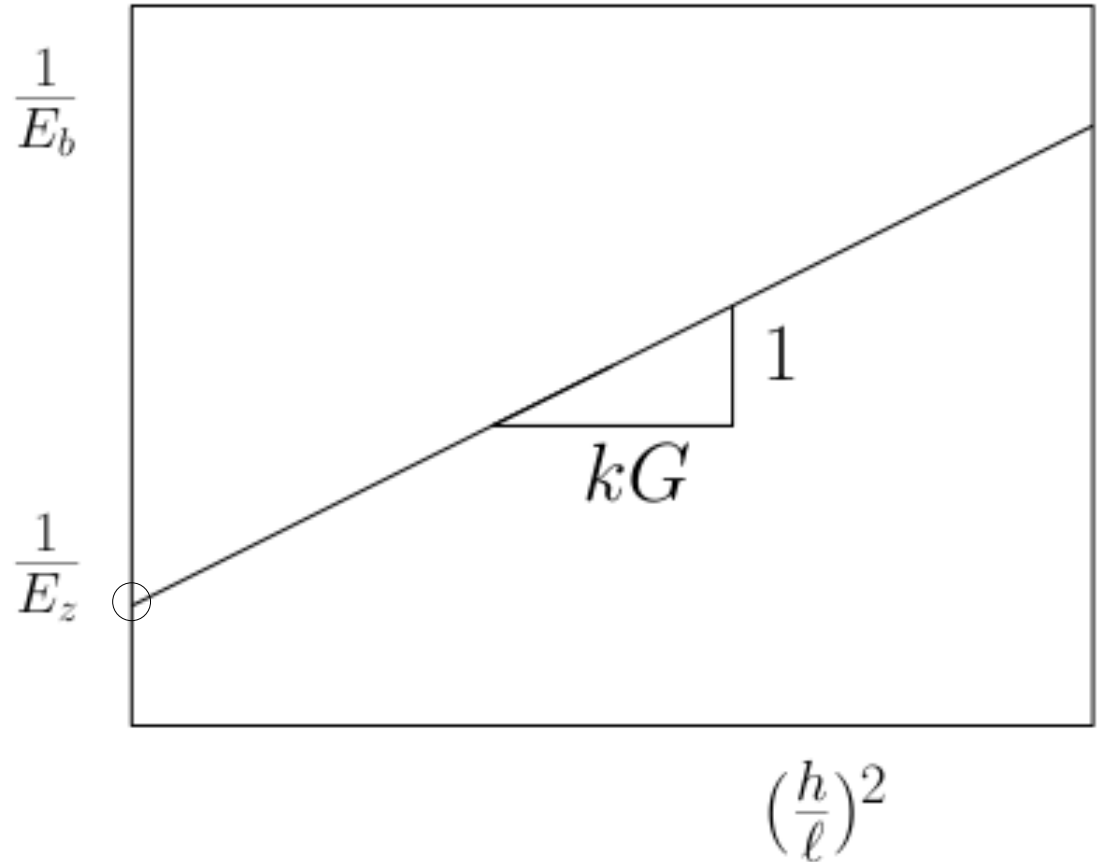
$$V_{\text{初}} = \frac{P\ell^3}{48E_b I}$$



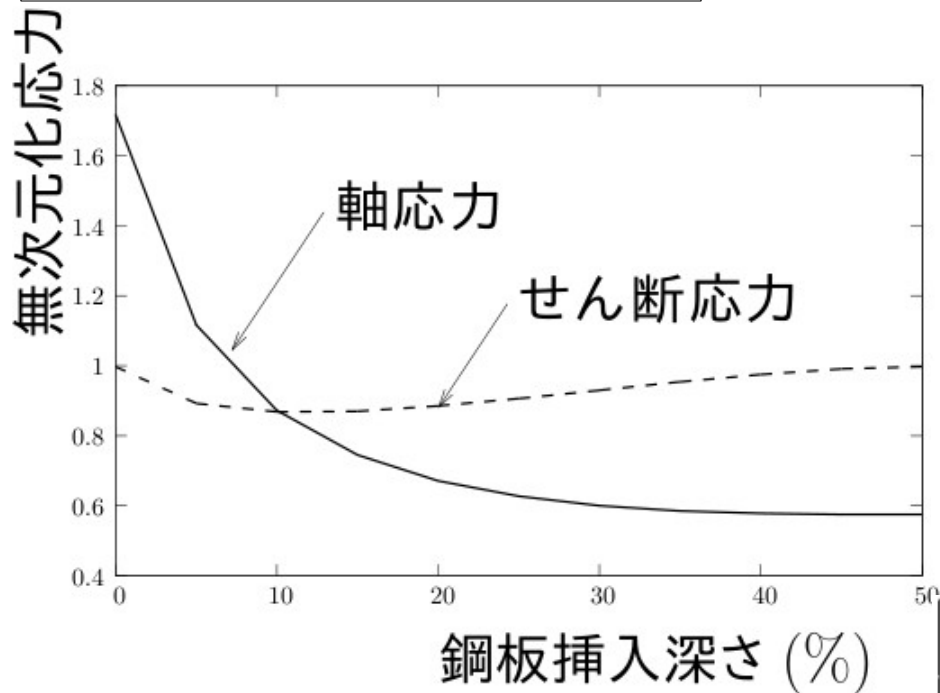
$$\frac{P\ell^3}{48E_b I} = \frac{P\ell^3}{48E_z I} + \frac{P\ell}{4kGA}$$



$$\frac{1}{E_b} = \frac{1}{E_z} + \frac{1}{kG} \left(\frac{h}{\ell}\right)^2$$



スギ材の無次元化応力



$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_n} y$$

$$M_{max} = \frac{P_{max} \ell}{3}$$

$$I_n = \frac{E_{木} I_{木} + E_{鋼} I_{鋼}}{E_{木}}$$

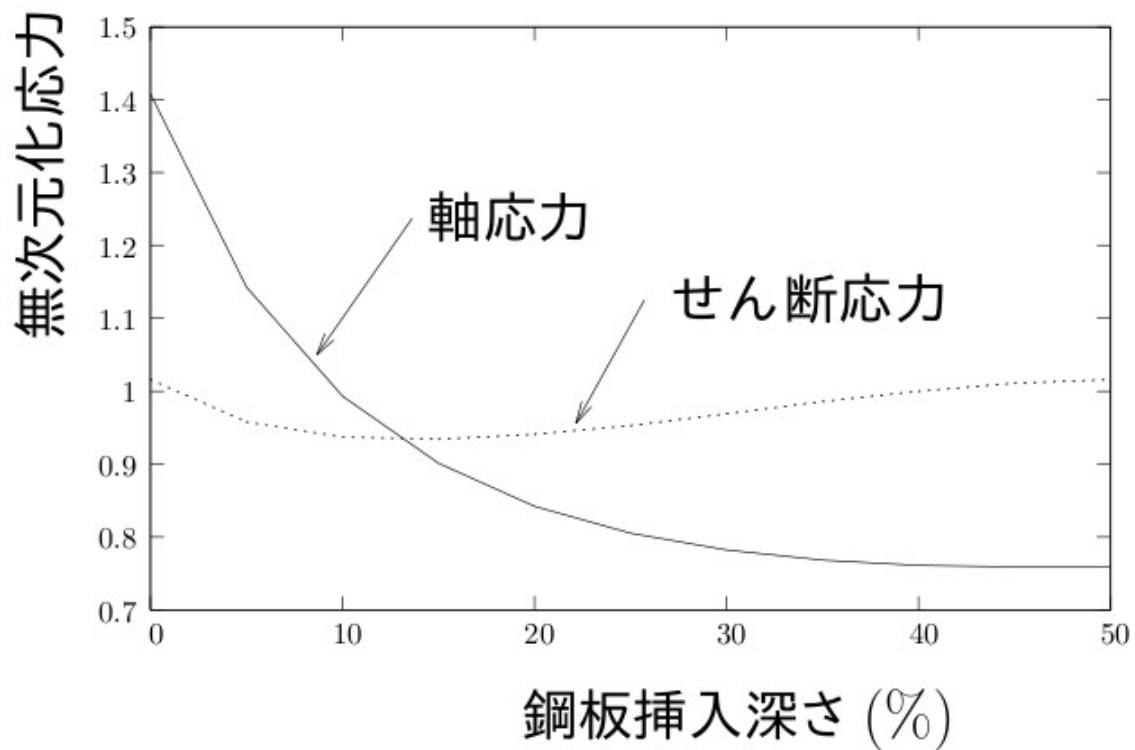
$$\tau = -\frac{S(z)Q(y)}{b(y)I_n}$$

$$b_n = (b - t_{鋼}) + \frac{E_{鋼}}{E_{木}} t_{鋼}$$

$$\tau_{max} = -\frac{E_{木} S(z)}{b(E_{木} I_{木} + E_{鋼} I_{鋼})} \left\{ \frac{b_n}{2} (y_{木}^2 - \frac{h^2}{4}) - \frac{b}{2} y_{木}^2 \right\}$$

供試体	鋼板深さ [%]	P_{max} [kN]	σ_{max} [MPa]	τ_{max} [MPa]
1	0	115	36.0	3.60
3	15	137	18.4	3.85
4	15	141	22.0	4.47
5	25	170	18.7	5.13
6	25	124	16.2	3.98
7	35	150	17.6	4.68
8	35	135	14.3	3.77

カラマツ材の無次元化応力



せん断で破壊

供試体	鋼板深さ [%]	σ_{max} [MPa]	τ_{max} [MPa]
1	0	30.3	3.03
2	0	36.1	3.61
3	15	23.6	3.48
4	25	35.3	5.64
5	25	29.8	4.77
6	35	25.7	4.75



せん断補正係数について

矩形で等方性材料なら $\rightarrow k = \frac{5}{6}$

集成材は異方性材料 $\rightarrow k \neq \frac{5}{6} \rightarrow$ 算定が困難

全体の破壊状況1

スギ0%

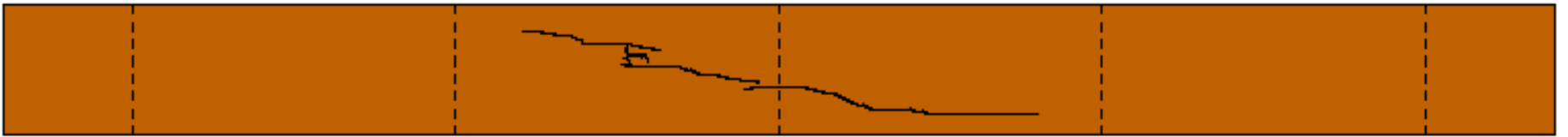


スギ15%



全体の破壊状況2

スギ25%



スギ35%



全体の破壊状況3

カラマツ0%



カラマツ15%



全体の破壊状況4

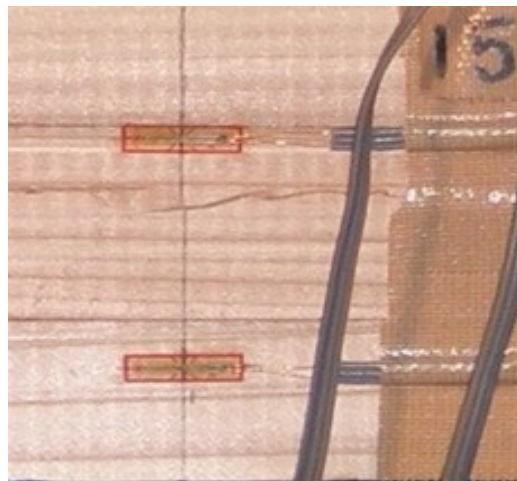
カラマツ25%



カラマツ35%

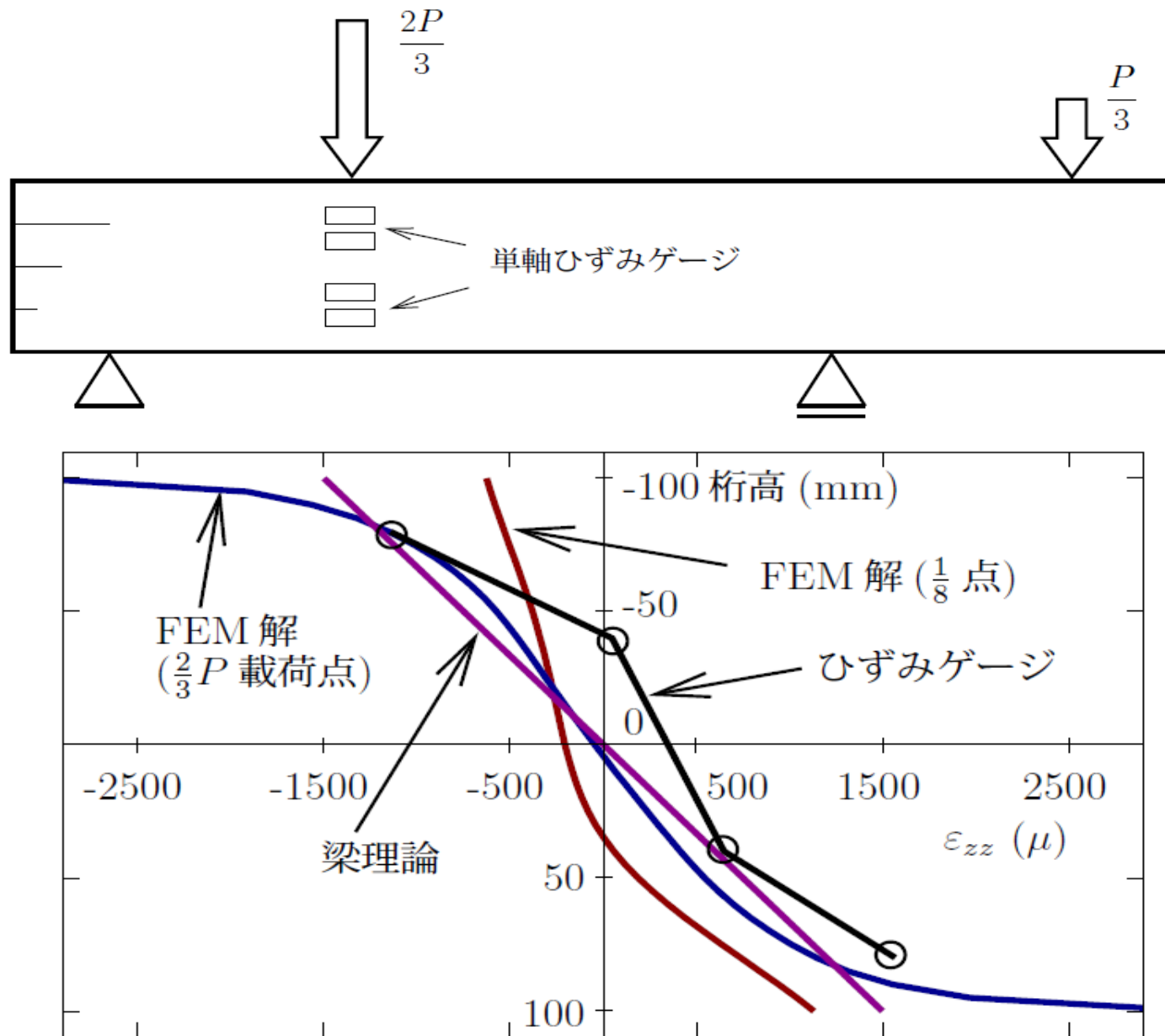


軸ひずみ分布

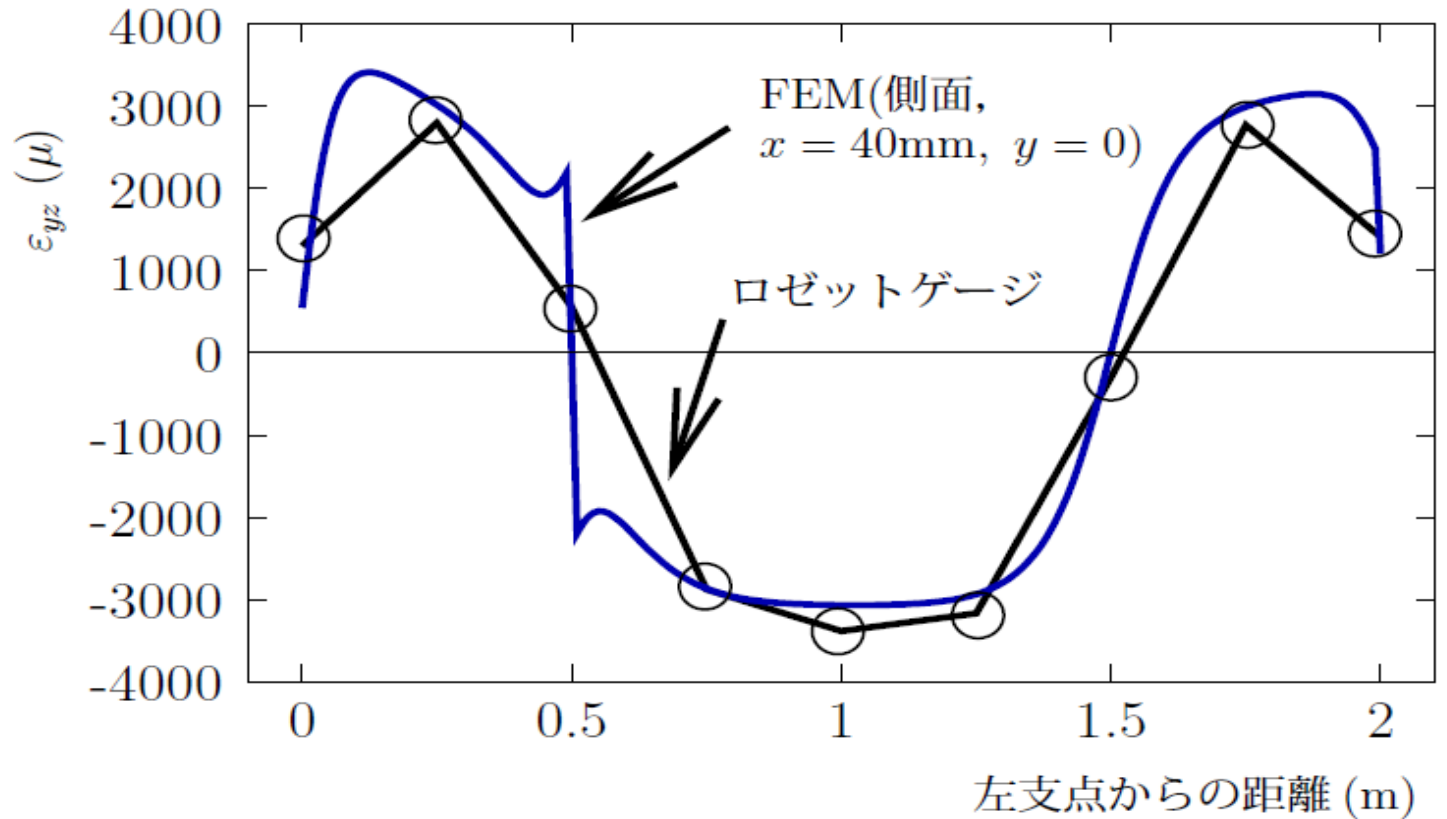
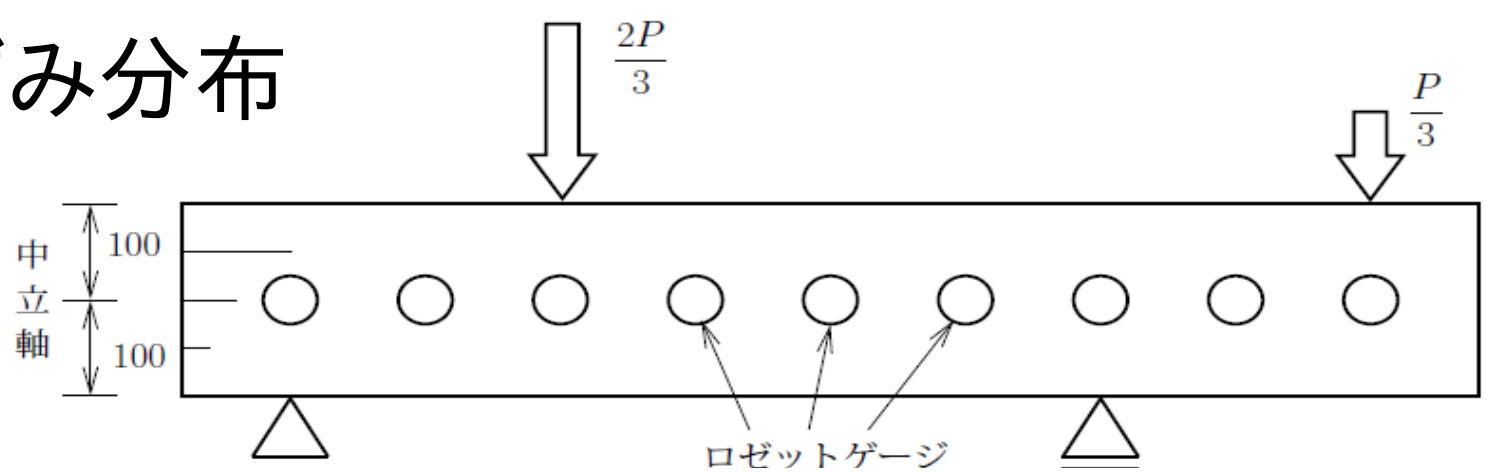
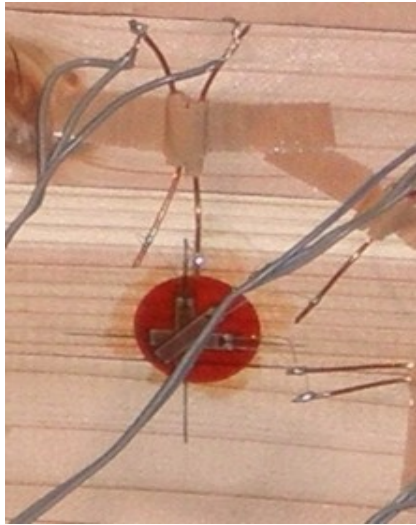


・分布傾向は比較的近い

スギ試験体
No.6



せん断ひずみ分布



実験値と
FEM値に近い

スギ試験体
No.6

破壊時の応力

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_n} y$$

換算断面2次モーメント

断面1次関数

$$\tau = -\frac{S(z)Q(y)}{b(y)I_n}$$

No.	鋼板深さ [%]	P_{max} [kN]	σ_{max} [MPa]	τ_{max} [MPa]
1	0	115	36.0	3.60
3	15	137	18.4	3.85
4	15	141	22.0	4.47
5	25	170	18.7	5.13
6	25	124	16.2	3.98
7	35	150	17.6	4.68
8	35	135	14.3	3.77

スギ(E75-F270)

$$F_b = 27[\text{MPa}]$$

$$F_{sx-x} = 3.0[\text{MPa}]$$

No.	鋼板深さ [%]	P_{max} [kN]	σ_{max} [MPa]	τ_{max} [MPa]
1	0	98	30.3	3.03
2	0	114	36.1	3.61
3	15	113	23.6	3.48
4	25	163	35.3	5.64
5	25	154	29.8	4.77
6	35	177	25.7	4.75

マツ(E105-F345)

$$F_b = 34.2[\text{MPa}]$$

$$F_{sx-x} = 3.6[\text{MPa}]$$