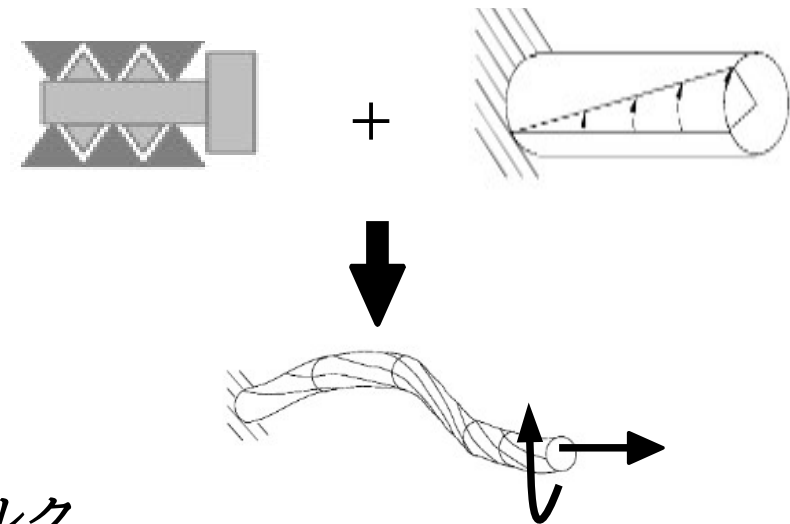
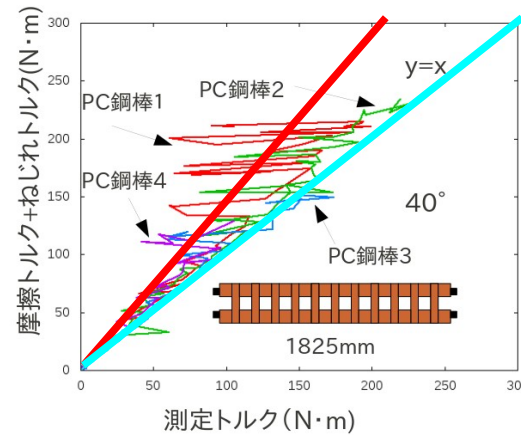
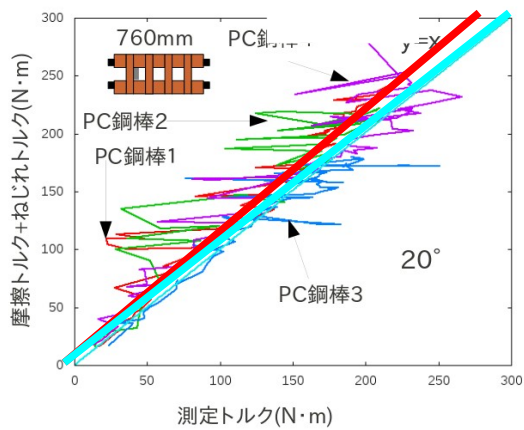


ねじれと引張を受けるPC鋼棒のねじれ挙動

環境構造工学講座 11701 石坂 晃太郎



去年の実験結果

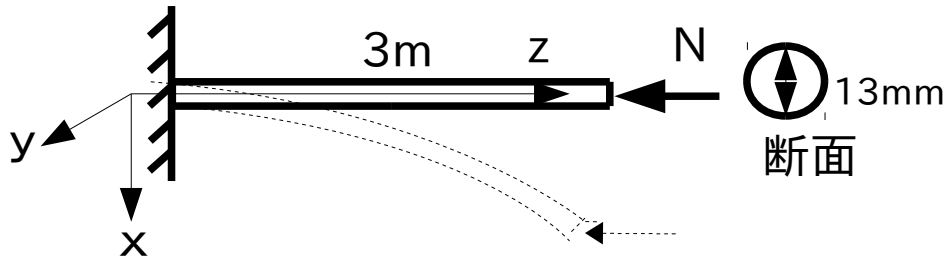


測定値 = 摩擦トルク + ねじれトルク + ねじれ座屈トルク

?

非線形弾性解析

オイラー座屈の解析 (圧縮)

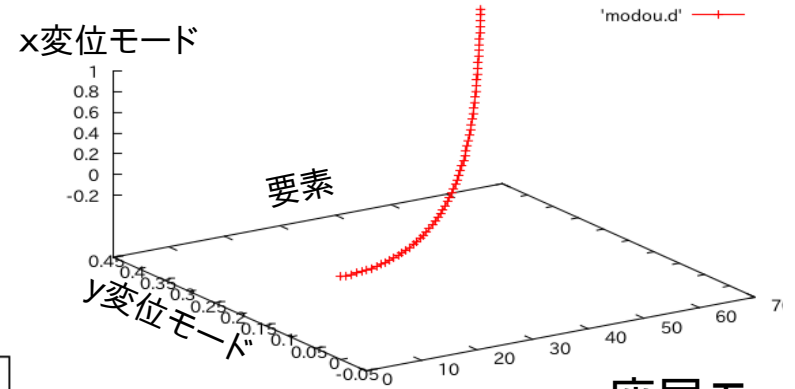


$$\text{理論式: } P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E_{\text{ヤング率}} \times I_{\text{円}}}{(2 \times L_{\text{長さ}})^2}$$

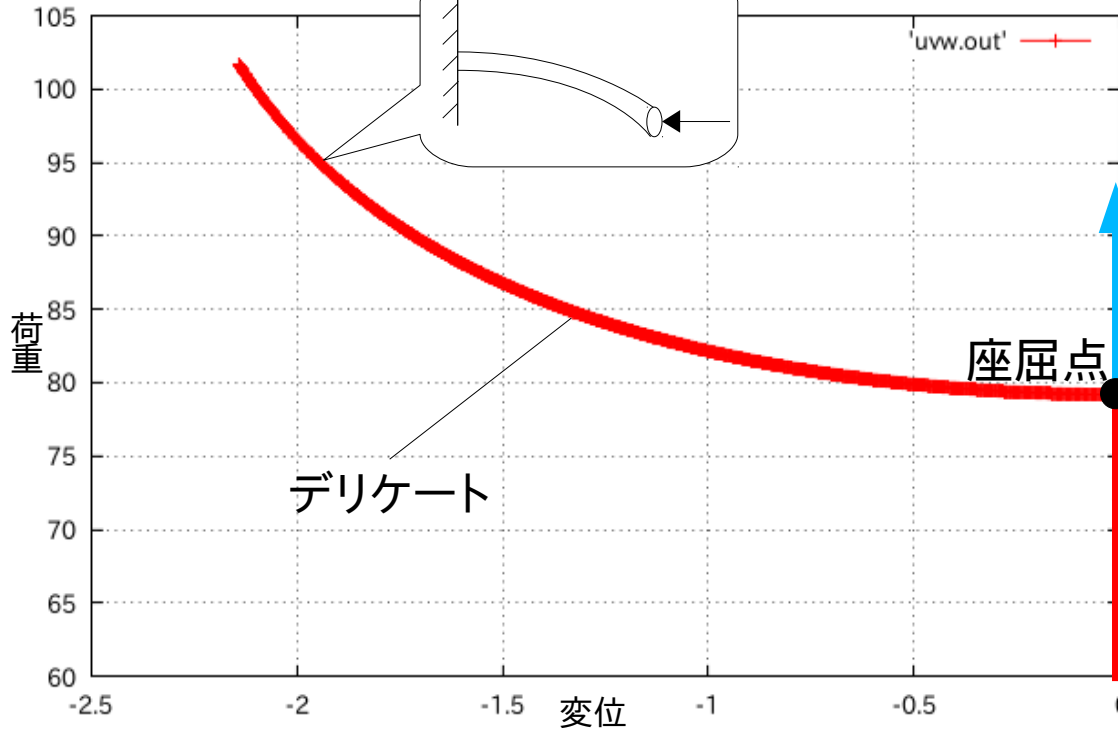
固有値解析の結果 (64要素)

理論値: $P_{cr} = 79.178 (N)$

固有値解析 (有限要素): $P_{pa} = 79.194 (N)$



非線形座屈解析



有限要素法

固有ベクトル

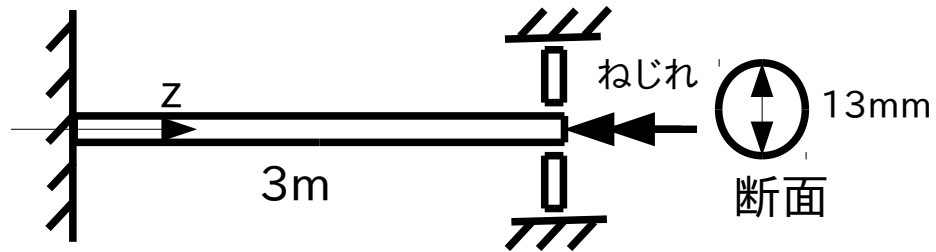
座屈モード

$\times 10^{-3}, 10^{-2}$

初期不正とする

グリーンヒル問題(ねじれ)

固有値解析の結果(64要素)

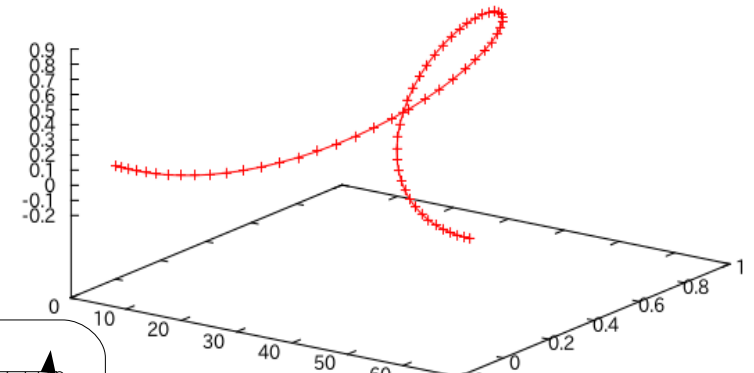


理論値: $M_{cr} = 865.281 (Nm)$

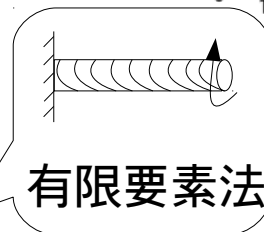
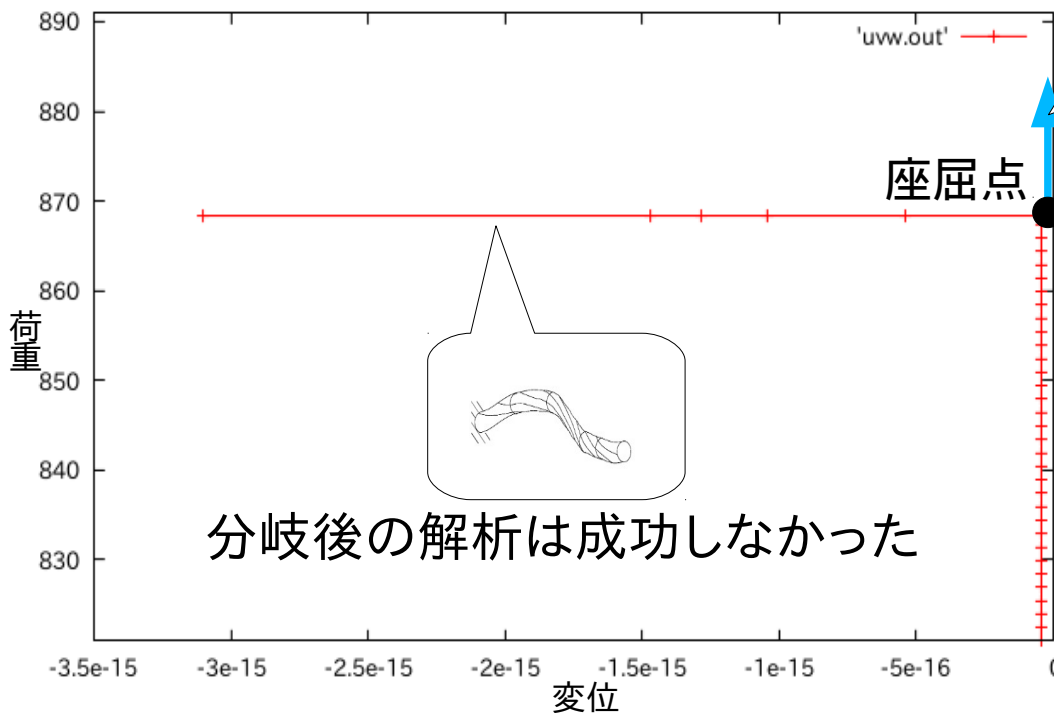
固有値解析(有限要素): $M_{pa} = 868.232 (Nm)$

理論式: $M_{cr} = 2.861 \times \frac{\pi}{L_{\text{部材長}}} \times E_{\text{ヤング率}} \times I'$

但し $(I' = \frac{\pi \times I_{\text{半径}}^4}{4})$



非線形座屈解析



有限要素法

座屈モード

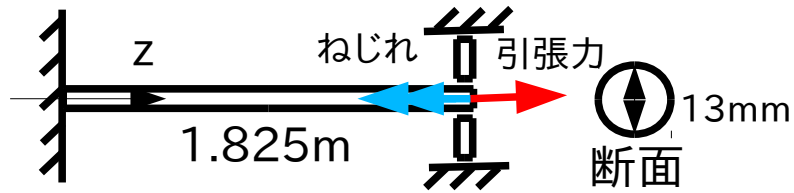
固有ベクトル

試行錯誤

3次元変位・3次元角度・ねじり率のモード

10の何乗の倍率

ねじれと引張を加えた座屈挙動

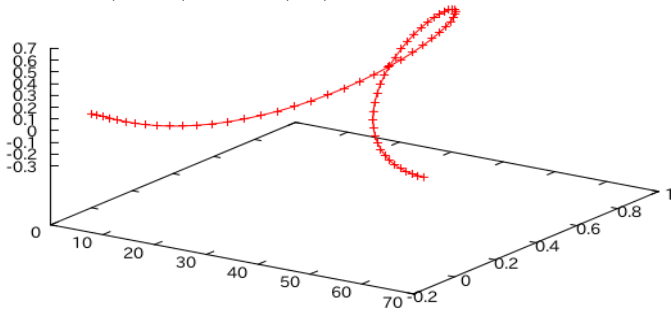
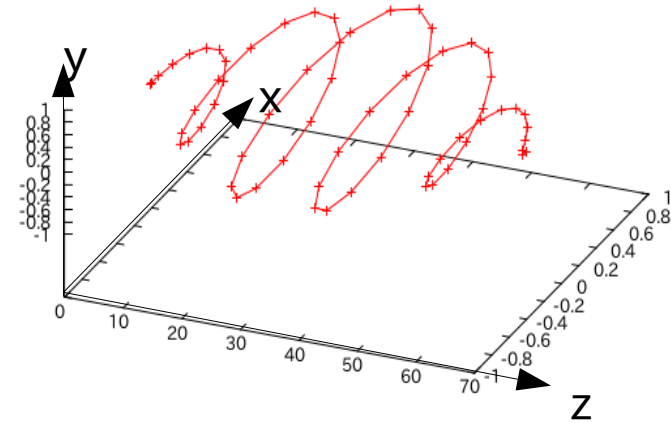
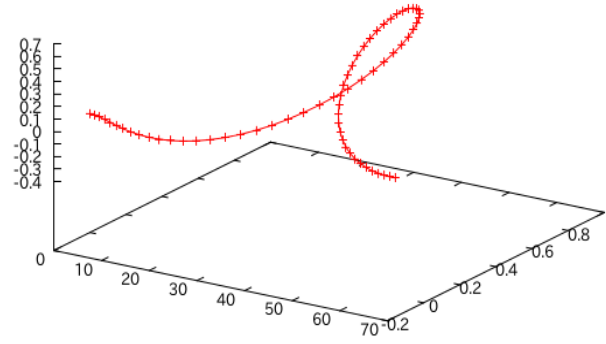


ねじれ(Nm):引張(N)=1:1

ねじれ(Nm):引張(N)=1:10

固有値解析の結果(要素数64)

ねじれ(Nm):引張(N)=1:0

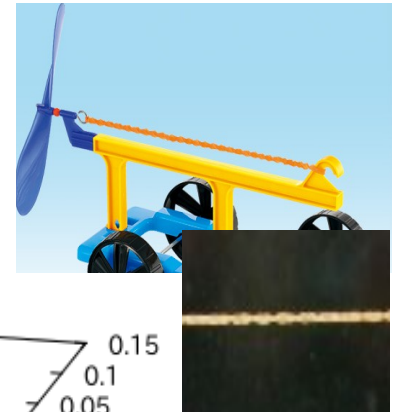
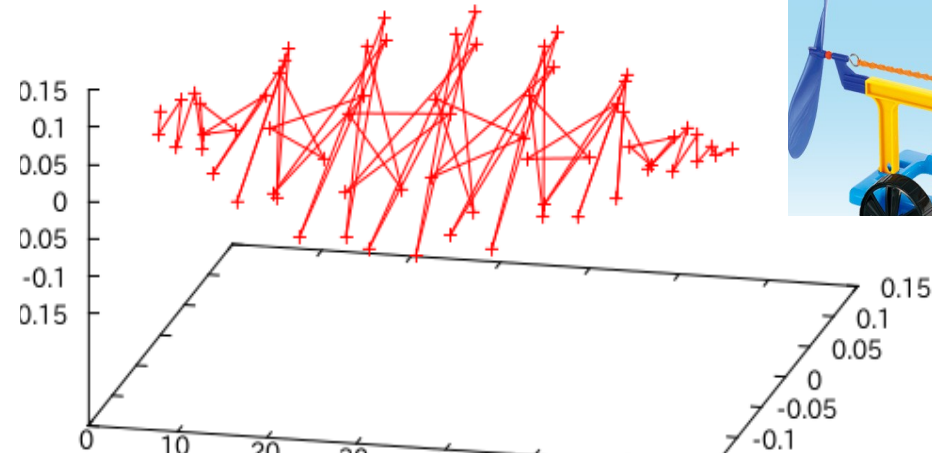
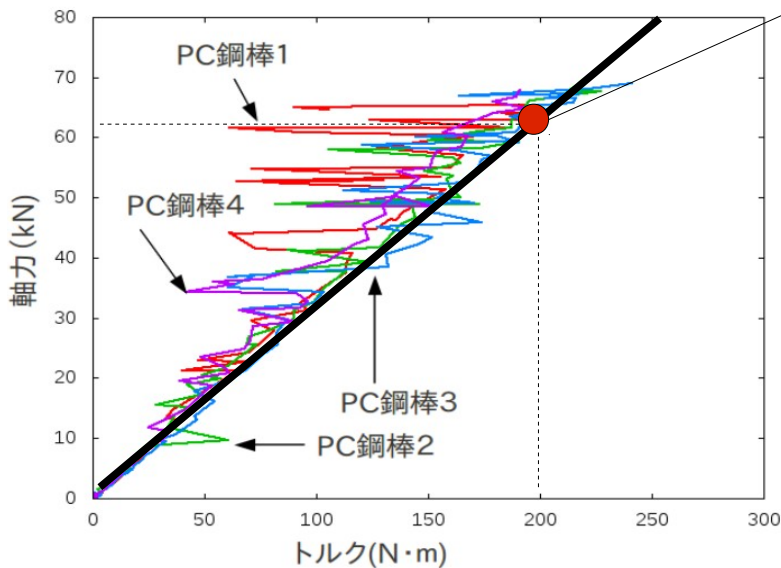


座屈トルク:1925.93(Nm)
座屈軸力:1.92(kN)

座屈トルク:107878(Nm)
座屈軸力:1078.78(kN)

理論値: $M_{cr} = 1422.38(Nm)$
固有値解析: $M_{pa} = 1427.23(Nm)$

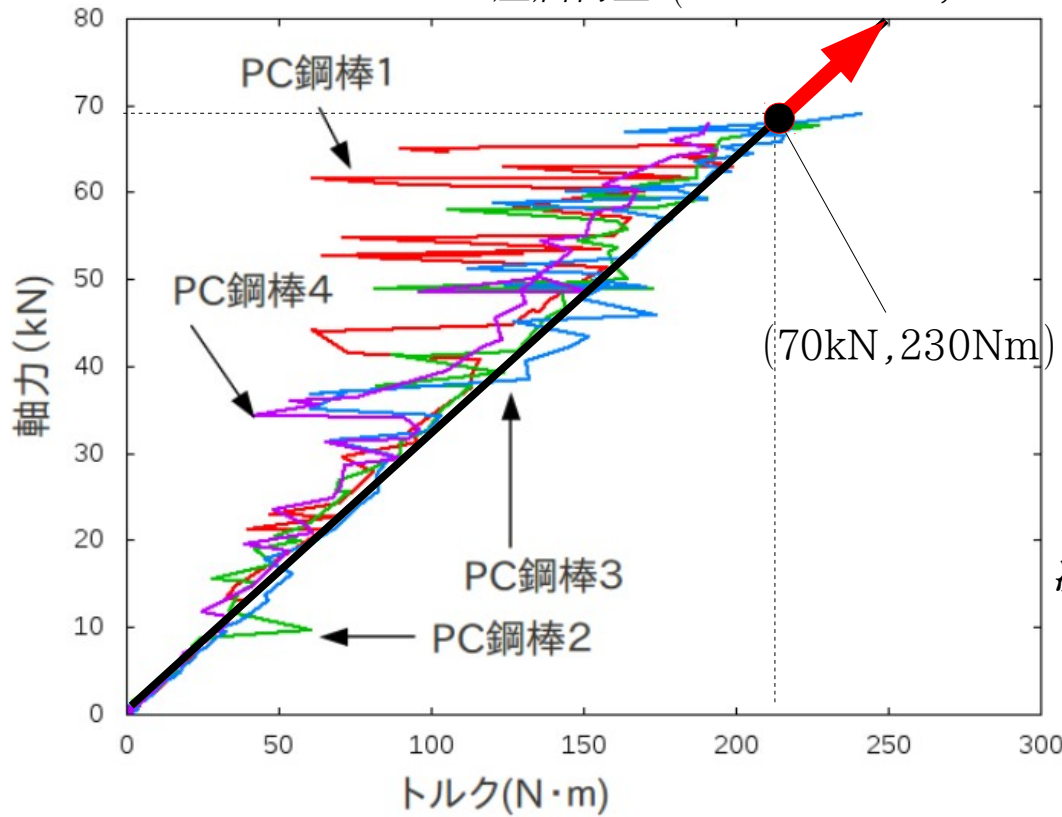
ねじれ(Nm):引張(N)=1:300



座屈トルク:3842.84(Nm)
座屈軸力:1152.852(kN)

まとめと課題

ねじれ座屈荷重:(1152.852kN,3842.84Nm)



実験終了時

$$T = 230 \text{ Nm}$$

$$P_c = 70 \text{ kN}$$

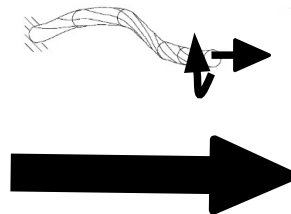
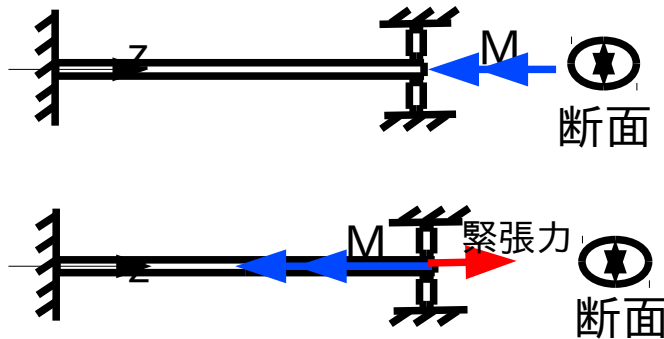
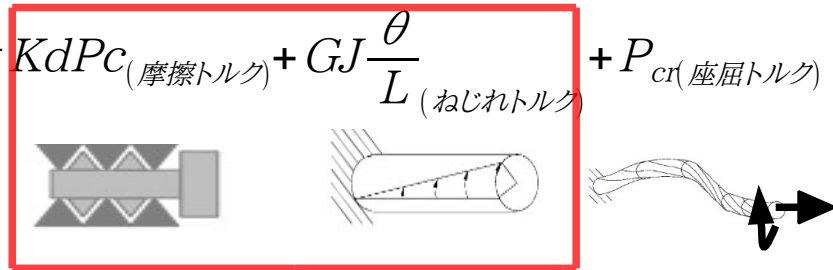
座屈荷重に達していない

固有値解析の結果

$$T_{cr} = 3842.84 \text{ Nm}$$

$$P_{c_{cr}} = 1152.852 \text{ kN}$$

$$\text{測定値} = KdPc_{(\text{摩擦トルク})} + GJ \frac{\theta}{L}_{(\text{ねじれトルク})} + P_{cr}(\text{座屈トルク})$$



例:座屈後の挙動

