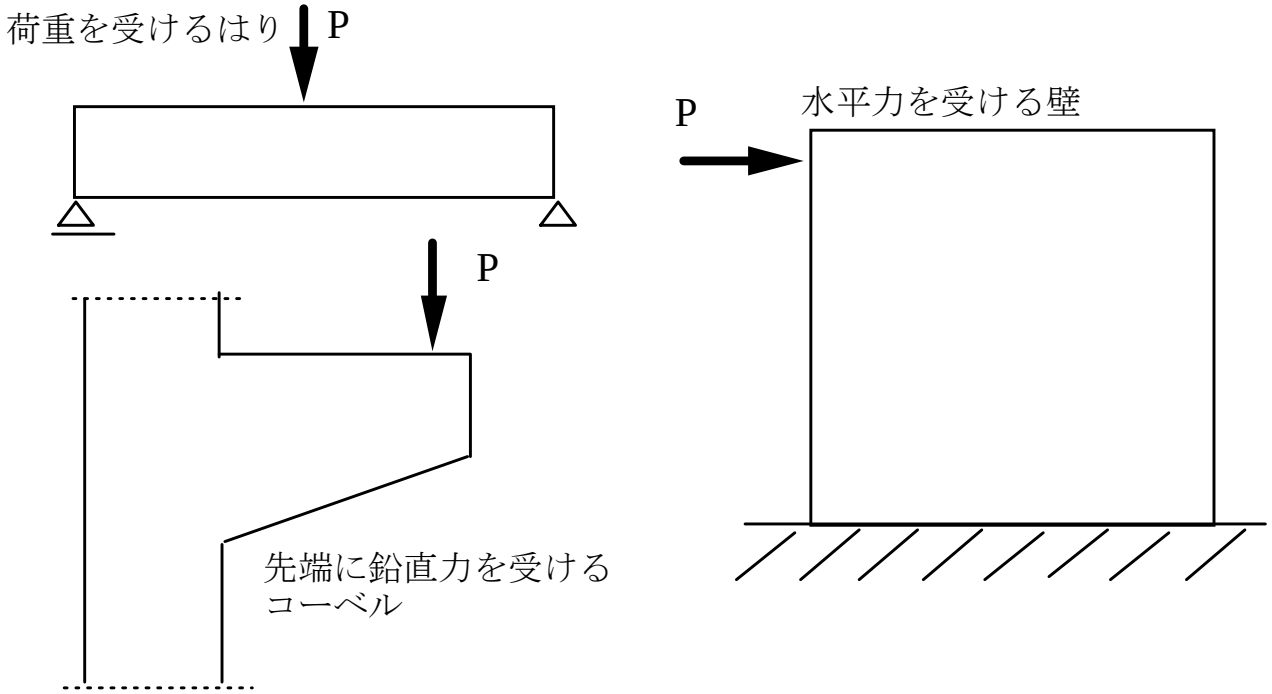
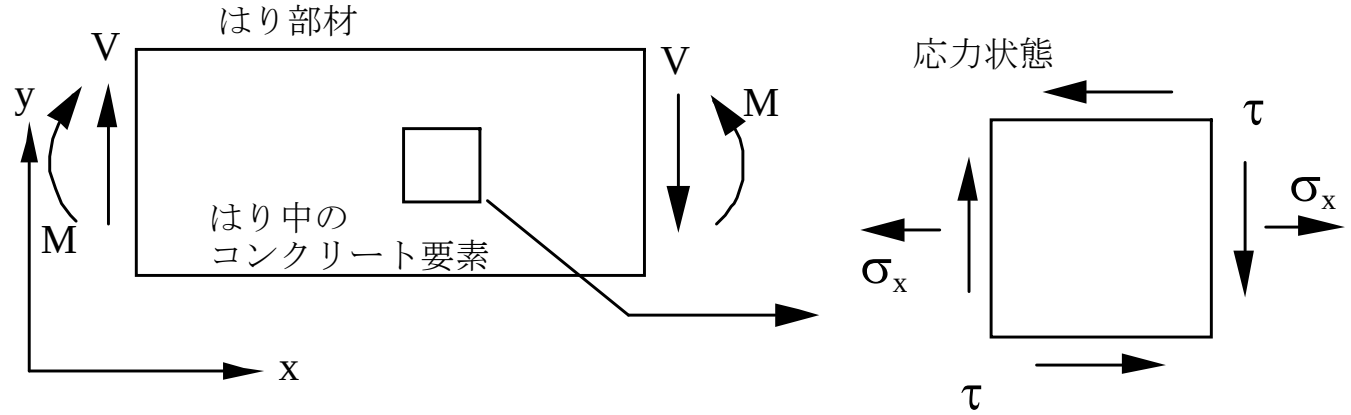
6．RC部材のせん断耐力

6.1　はじめに

様々な荷重を受けるコンクリート構造物を考える。はりや壁、コーベル等が次のような荷重を受けるとき、どのようなひび割れが発生するだろうか？

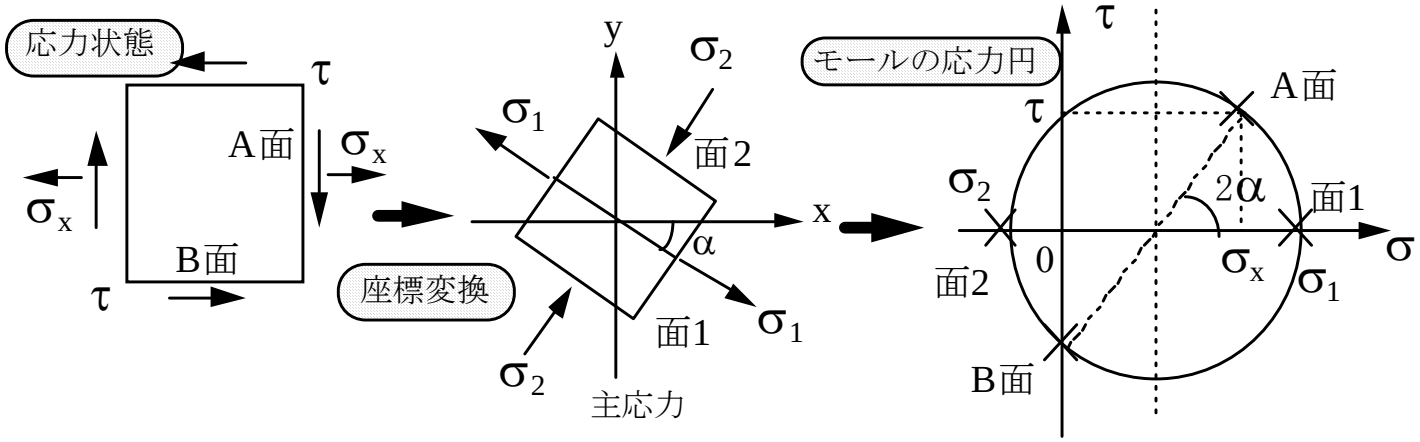


○曲げモーメントから発生する曲げ引張応力→「曲げひび割れ」の原因
◎しかし、コンクリート部材中には、曲げ引張応力以外にも引張応力が発生している。
○荷重を受けるコンクリートはりの応力状態を考えて見よう。



はり中のコンクリート要素には、曲げモーメントから生じる直応力σ_xとせん断力から生じるせん断応力 τ が作用している。これらの応力の大きさは、座標系のとり方に依存する。連続体としてのコンクリートに、ひび割れが発生するのは、外力から生じる最大引張応力が、コンクリートの引張強度に達したときと考える。

→　最大引張応力＝最大主応力＝引張強度　→　ひび割れ発生

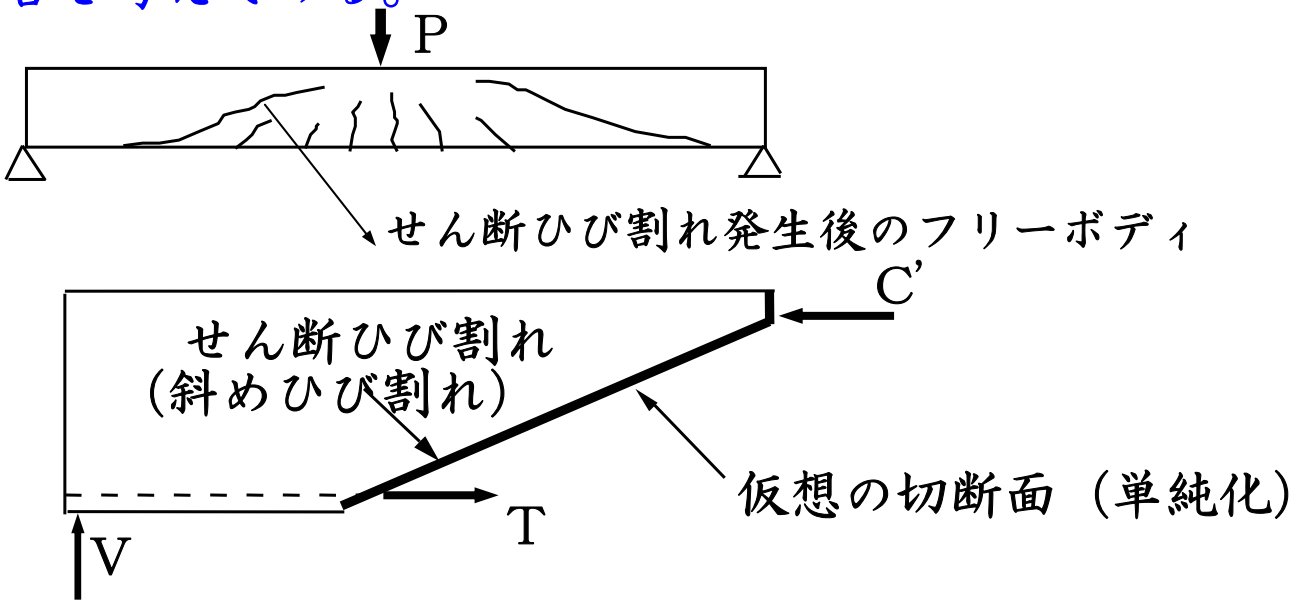


直応力は正の面に作用する正方向の応力を正、負の面に作用する負方向の応力を正とする。せん断応力は時計回りの応力を正とする。A面、B面の応力成分を直径の両端とする円がモールの応力円となる。モール円から、2つの主応力が求まる。モール円上では、角度が実際の2倍となって現われる。

○ひび割れが、主応力σ_1に直交するということは、ひび割れはσ_2に平行であるということになる。したがって、コンクリート部材中に、圧縮力がどのように流れているかを、直感的に判断すると、発生するひび割れの方向を容易に予測できる。→　力学的に発生するひび割れ予測のポイント

6.2　せん断ひび割れが生じた部材の耐荷機構

せん断ひび割れ　→　これはコンクリート部材中に生じている主引張応力と深い関係がある。これは主圧縮応力と平行に発生すると考えることもできる。せん断ひび割れが生じた後のコンクリート部材からフリーボディを取り出して力の釣合を考えてみる。



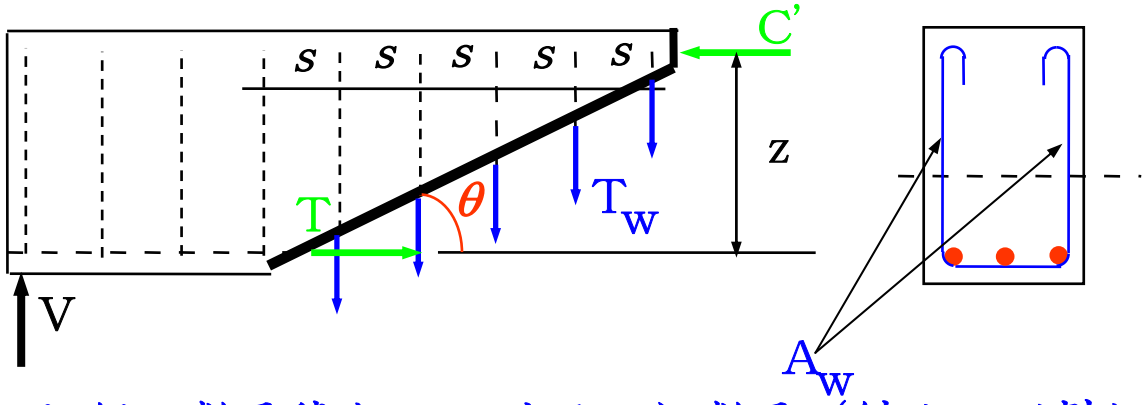
フリーボディに作用する外力（表面力）は、支点反力としてのVのみ。斜めひび割れに沿う仮想の切断面には、水平方向の部材抵抗力（内力）として、コンクリートの曲げ圧縮力C'と鉄筋の引張力Tが作用し、バランスしている。しかし、これだけでは、鉛直方向の力の釣合が保持できない。

○鉛直方向の力の釣合を満たすためには、鉛直方向の抵抗力（内力）が存在する必要がある。

どうすればよいか?

鉛直方向の抵抗力を与えるような「補強材」を配置すればよい。これをせん断補強筋（はりの場合はとくに stirrup という。 stirrup は「あぶみ」の意味。建築では「あばら筋」と呼ばれる）。

○鉛直なせん断補強筋が配置されている場合の抵抗機構

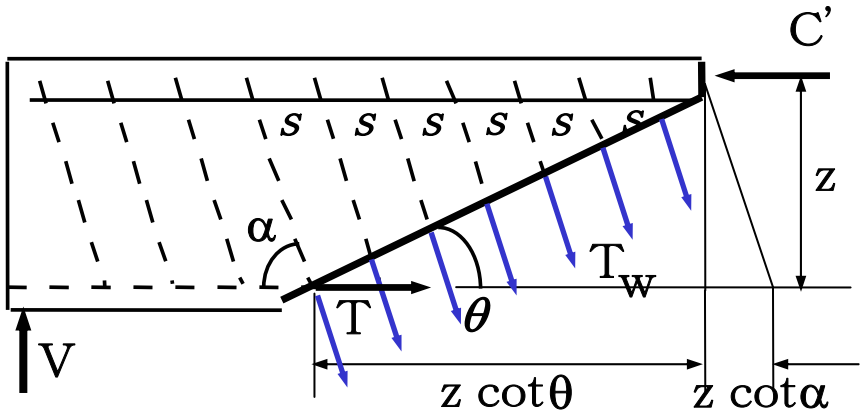


スターラップ1組の断面積をA_wとする。切断面（斜めひび割れ面）におけるスターラップの応力（本当は場所により異なり、また同じスターラップでも位置により異なるが）はすべてσ_wであるとする。切断面を横切るスターラップの本数は、$n = z\cot\theta/s$である。力の釣合条件より、

$$V = A_w\,\sigma_w\,n = A_w\,\sigma_w\,\frac{z\cot\theta}{s} \qquad (6.1)$$

θ = 45度と仮定すると、$V = A_w \cdot \sigma_w \cdot z/s$ となる。z は応力中心間距離であるが、通常の場合は z = (7d)/8程度となる。

○斜めスターラップの場合はどうか？



仮想の切断面に含まれるスターラップは、

$$n = (z\cot\theta + z\cot\alpha)/s$$

したがって、スターラップの全引張力は、

$$A_w \sigma_w n = A_w \sigma_w (z\cot\theta + z\cot\alpha)/s$$

垂直方向の力の釣合から、

$$V = A_w \sigma_w (z\cot\theta + z\cot\alpha)/s \cdot \sin\alpha \qquad (6.2)$$

スターラップが鉛直であれば、α = 90度で、

$$V = A_w \sigma_w (z\cot\theta + z\cot\alpha)/s \cdot \sin\alpha$$

$$= A_w \sigma_w z\cot\theta / s$$

となって、式(6.1)の結果に一致する。

6.3 トラス理論の問題点

せん断補強された鉄筋コンクリート部材の抵抗機構は、このようなトラスモデルで考えられてきた。トラスモデルは19世紀の終わりにスイス連邦工科大（ETH）のRitterとドイツのシュツットガルト大学のMörschによって提唱されたものである。