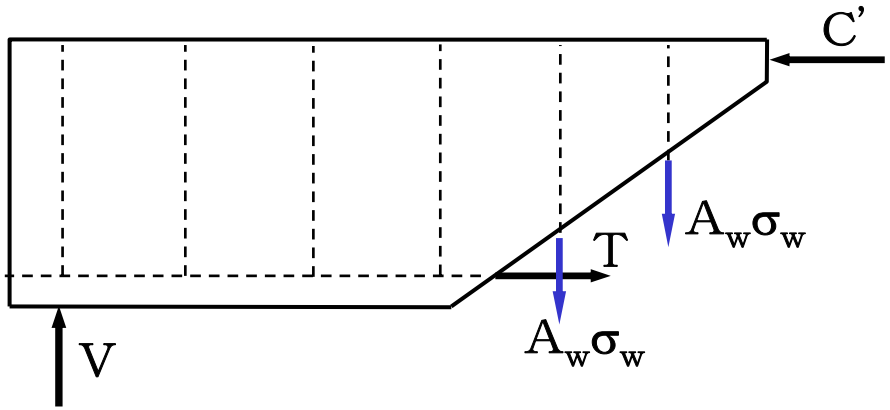
6.4　せん断補強鉄筋以外の貢献



質問：スターラップのないRCはりは、せん断力を受けると直ちに破壊するか？

↓

そんなことはない。コンクリートだけでもある程度のせん断抵抗は期待できる。
では何らかのメカニズムが存在するはずである。

考えられるメカニズム

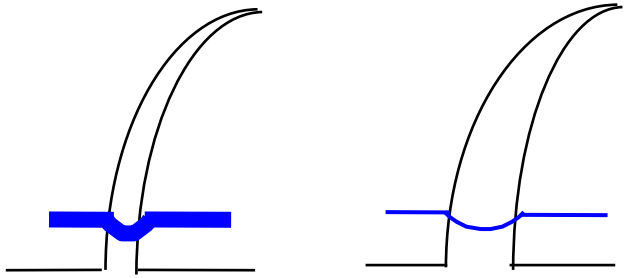
(1)圧縮部のひび割れていないコンクリート部分の直接的なせん断抵抗

せん断抵抗～せん断剛性～コンクリート強度
　よってコンクリートの圧縮強度 f_c' が高いもの程、せん断剛性大→せん断抵抗大
　圧縮域の面積大→せん断抵抗大
　よって軸方向鉄筋の断面積（鉄筋比）が大きく、中立軸位置 x が深い程、せん断抵抗大となる。

(2)軸方向鉄筋のdowel action

dowel action → 鉄筋の曲げ抵抗

鉄筋は、通常は軸方向にのみ抵抗すると仮定されるが、短い区間で曲げを受ければ、十分に抵抗できる。したがって、ひび割れ幅の影響は受けるものの、鉄筋比が高い程、dowel actionは大。せん断ひび割れ幅の拡大は、これを拘束する軸方向鉄筋の軸剛性に関係する。鉄筋比pが大きいもの程、せん断ひび割れは拡大しにくい。よってdowel actionも大。

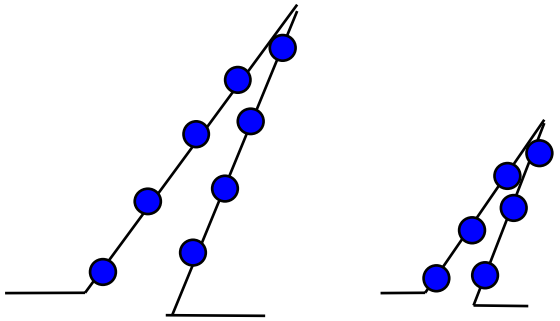


曲げ抵抗大　　曲げ抵抗小
ひびわれ拘束度大　ひびわれ拘束度小

(3)斜めひび割れ面に沿った骨材の噛み合わせ抵抗 (interlocking action)

粗骨材の最大寸法は、コンクリート部材の寸法に応じて変化しないのが普通。したがって、ひび割れの開口角度が同じなら、断面高さｄの高い方が、ひび割れ界面が相対的に滑らかとなり、そこでの噛み合わせ抵抗は小さくなる。

従来、せん断強度の寸法効果はこのように説明されていた。

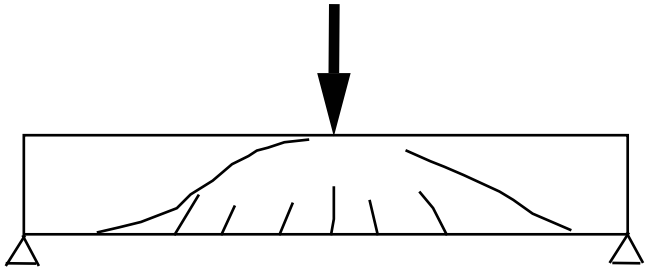


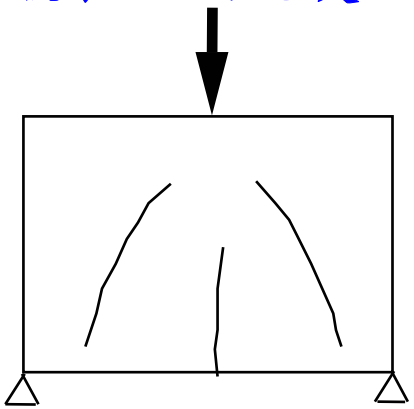
寸法大　　寸法小
抵抗小　　抵抗大

以上の定性的な考察の結果、
斜めひび割れ面におけるせん断抵抗は
f_c' → 大、p_w → 大、d → 小ほど大きくなることが予測される。

(4)破壊モードに関する実験的な知見

せん断スパンと有効高さの比(a/d)はせん断破壊モードを支配するパラメータ。せん断補強のないはりの破壊について考える。





スレンダービーム：斜め引張破壊　　ディープビーム：アーチ機構

一般にa/dが2.5程度以上のとき（スレンダービーム）は、斜め引張破壊（斜めひび割れの発生と同時に破壊に至る）となる。a/dが1.0程度以下の場合は、斜めひび割れが発生した後、はり内部にアーチ機構が形成され、さらに荷重の増加に抵抗する。このようなはりは、ディープビームと呼ばれる。a/dが1.0～2.5程度のはりは、ショートビームと呼ばれ、ディープビームに類似の破壊形態を示す。

斜め引張破壊の性状、すなわち、斜めひび割れの形成＝破壊、ということから、破壊直前の抵抗力を、f_c', p_w, d および a/d の関数として表す。

$$v_c = \frac{V_c}{b_w\, d} = 0.20\ fc'^{\,1/3}\ p_w^{1/3}\ d^{-1/4}\left(0.75+\frac{1.4}{a/d}\right)$$

【コメント】
この式は、斜め引張破壊時の公称せん断強度を表している。
f_c': N/mm^2、$p_w = 100A_s/(b_w\, d)$, d：m であり、公称せん断強度の単位は N/mm^2 である。

○約300個の内外の実験データを平均値1.00、変動係数9.0%で評価する。高さ3 mのデータまで裏付けあり。

○寸法の影響（寸法の増加に伴うせん断強度の低下＝「寸法効果」という）を$d^{-1/4}$の形で取り入れているが、これは最近の破壊力学による知見と一致している。

6.5　修正トラス理論

$$V = V_c + V_s$$

○せん断補強筋による貢献分V_sに補正項として、せん断補強のないはりのせん断破壊耐力V_cを加えたもの。

○V_cは、圧縮部コンクリートの直接的なせん断抵抗、dowel action, interlocking action から生じると説明されている。また、せん断スパン有効高さ比 (a/d) もV_cの大きさに関係する。

○これにより、スターラップ応力の低下（古典的トラス理論による予測に比較して）を説明できるがV_c 相当の貢献分が、変形の増大にかかわらず、常に一定に保たれる根拠には、まだ確定された見解はない。→　研究の対象 である。

○意見としては、変形の増大とともにV_cが低下するとするものが多いが、現状のわが国の設計法では、これが一定であると仮定している。

○二羽の格子モデル解析の知見：V_cを構成する引張抵抗は低下していくが、アーチ作用がこれを補うことにより、結果的にV_c相当分が保持されていく（詳しくは大学院で）。