

スライド 2

曲げにより、図の上面には圧縮応力、下面には引張応力が作用する。無筋コンクリートは引張強度が小さいので、引張応力を受けるスパン中央（曲げモーメントが最大となる位置）の下面にひび割れが発生し、直ちに破壊する。

鉄筋コンクリート（略：RC）19世紀末にコンクリート製の植木鉢が割れないように、針金で補強したことが始まりと言われている。

プレストレストコンクリート（略：PC）そもそも引張応力が発生しないように、あらかじめ圧縮力を導入しておく方法。ひび割れの発生を抑えたり、スパンの大きい構造物を実現したりできる。

→本講義では RC のみを扱う。

スライド 4

右の写真に示すように、二点载荷を受ける単純支持はりの場合、曲げ破壊は 2 つの载荷点の間（等曲げ区間、という）、せん断破壊は载荷点と支点の間（せん断スパン、という）に顕著なひび割れが生じて起こる。曲げモーメントは等曲げ区間で最大となり、せん断力はせん断スパンのみに生じるからである。

スライド 7

1995 年の阪神大震災では、RC 橋脚がせん断破壊したため、阪神高速神戸線の橋梁が 635m にわたって倒壊し、大きな被害が出た。せん断破壊が生じた原因は、帯鉄筋（部材軸に対して垂直方向に配置する鉄筋で、主にせん断力に抵抗する）の量が少なかったことと、主鉄筋（部材軸方向に配置する鉄筋で、主に引張力に抵抗する）に段落とし部があったことであると言われている。

※段落とし部…鉄筋の量を減らして安く済ませるため、曲げモーメントの小さい領域で鉄筋量を急激に減らした場所。興味があれば、インターネットで調べてみてください。

スライド 8

一般的に、曲げを受ける RC はりは、3 つの段階を経て破壊に至る。

段階①：～曲げひび割れ発生

引張応力を受けるコンクリートにひび割れが発生するまでの段階。ほぼ弾性体としてふるまうので、これまでの講義で習ったように、材料の弾性係数と断面二次モーメントから、たわみを求めることができる。

段階②：曲げひび割れ発生～曲げ降伏

ひび割れが入った領域では、コンクリートは引張応力をほとんど負担しないと考えてよい。これは、引張側のコンクリートが消失し、有効な断面積が減少したようなものである（有効断面、という考え方で、これを定式化した例もある）。コンクリートが引張応力を負担しな

なくなった代わりに、鉄筋の引張応力が増してゆく。鉄筋の引張応力が降伏強度に達したとき、鉄筋は降伏し、「曲げ降伏」となる。

段階③：曲げ降伏～曲げ破壊

降伏後は、鉄筋の引張応力（引張力）はほぼ一定となるが、一般的に荷重は漸増する。圧縮合力の作用位置が圧縮縁方向に移動し、引張合力と圧縮合力の距離（モーメントアーム長）が増大するためである。この段階では、コンクリートの圧縮応力が顕著に増加する。コンクリートの圧縮応力が圧縮強度に相当するレベルに達したとき、コンクリートに圧縮破壊が生じ、「曲げ破壊」となる。

スライド 9

※本スライドの内容は、次スライドの例題の解き方（＝板書内容⑩）と併せて読んで、理解すると良い。

中立軸：曲げとは、引張から圧縮に変化するひずみが断面内に分布する変形挙動である。引張から圧縮（あるいは圧縮から引張）に転じる際、ひずみがゼロになる箇所が存在し、これを中立軸という。

この講義の「はじめに」のスライド 17 で、「力の釣合い条件」「材料の応力－ひずみ関係」「変形の適合条件」の基本 3 条件を使うのが「理論的解析法」と記載した。このフローの 2. 3. 4. がそれぞれ「変形の適合条件」「材料の応力－ひずみ関係」「力の釣合い条件」にあたり、曲げ計算は「理論的解析法」であることがわかる。