専門科目（午後）　　２７ 大修
土木工学（コンクリート工学２）　時間１３：３０～１６：３０

図-1 に示すように単純支持され，2 点対称荷重を受ける，単鉄筋長方形断面 RC はりを考える．作用する荷重を P，せん断スパンを a，等モーメント区間を 2a，はりの高さを h，幅を b，有効高さを d，鉄筋断面積を A_s とする．このとき，以下の各問に答えよ．なお，必要な数値は既に与えられているものを使用すること．

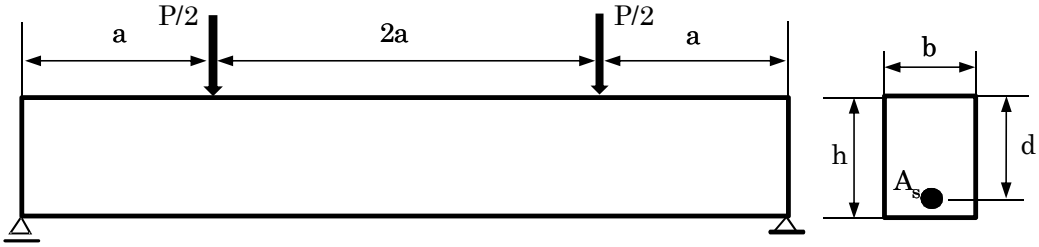

図-1　2 点対称荷重を受ける長方形断面 RC はり

(1) このはりの等モーメント区間に，初めて曲げひび割れが発生する際の荷重 P_{cr} を f_b，b，h，a を用いて表せ．ただし，f_b はコンクリートの曲げ強度である．なお，鉄筋の影響は無視してよい．

(2) f_b=4.5 N/mm^2，b=150mm，h=450mm，a=800mm である．このとき，P_{cr} を計算し，kN 単位で表せ．

(3) 曲げひび割れ発生後，引張側の鉄筋が降伏するまでの段階の中立軸位置（はりの圧縮縁から中立軸までの距離）x を n，A_s，b，d を用いて表せ．鉄筋はヤング係数 E_s の弾性体としてよい．また，コンクリートの引張抵抗は無視し，圧縮を受けるコンクリートはヤング係数 E_c の弾性体としてよい．なお，n はヤング係数比=E_s/E_c である．

(4) n=8，A_s=800mm^2，d=350mm である．このときの x を計算し，mm 単位で表せ．

(5) 荷重 P=80kN の時の等モーメント区間における引張鉄筋の平均応力 σ_s を計算し，N/mm^2 単位で表せ．ただし，この荷重は上記の(3)の段階にあるものとする．

(6) この長方形 RC 断面の曲げ引張側の詳細は図-2 に示す通りであり，鉄筋の直径は 32mm である．この場合の曲げひび割れ間隔 l が l = 5.4c で与えられるとき，等モーメント区間に発生する曲げひび割れの本数が何本程度となるか予測せよ．ただし，c は鉄筋のかぶりである．

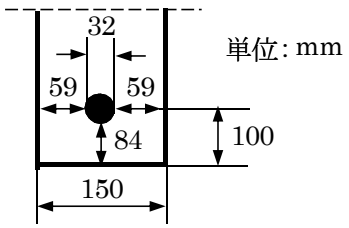

図-2　RC 断面の曲げ引張側の詳細

(7) 荷重 P=80kN の時の等モーメント区間における曲げひび割れ幅 w_{cr} が $w_{cr} = \varepsilon_s l$ で与えられるものとするとき，曲げひび割れ幅を計算し，mm 単位で表せ．ただし，ε_s は等モーメント区間における引張鉄筋の平均ひずみであり，鉄筋のヤング係数は E_s＝200kN/mm^2 とする．

(8) この断面の曲げ破壊荷重 P_u を求め，kN 単位で表せ．ただし，鉄筋は降伏強度 f_y=400N/mm^2 の完全弾塑性体とする．コンクリートの破壊ひずみはε'_{cu}=0.0035 とする．コンクリートの圧縮強度は f_c'=30N/mm^2 とし，圧縮合力の計算には，$0.85f_c' \times 0.8x$ の等価応力ブロックを用いてよい．