

1、 中心軸圧縮を受ける部材：教科書の<例題 5.2> (p.81)をまず、理解せよ。

(教科書にある数値はそのまま抜き書きしてよい。再計算する必要はない)。

この例題の結果 ($p_{st}=3.0\%$ 程度の場合)を用いて、 $c=1.2$, $s=1.05$, $b=1.2$,として設計断面耐力を求めよ。

このときの最大耐力(生の値)との比を求めよ。

解答のポイント：紅白の教科書 p.82、付表 5-2 ($p_{st} = 3.0\%$), を調べる。

付表 5-1 の $p_{st}=3.0\%$ 程度の場合についての、最大耐力 N'_{ou} (生の値)を再現し、これに問題文にある3つの安全係数を適用すればよい。

解答：

設問：

付表 5-2 から、 $A_c=35\text{cm} \times 35\text{cm}$ 、 $A_s=40.5\text{cm}^2$ を用いて、最大耐力 N'_{ou} (生の値)を再現する。

$$N'_{ou} = 0.85 \cdot 30 \cdot 350^2 + 345 \cdot 4050 = 4.52 \times 10^6 \text{N} = 4.52 \text{ MN}$$

次に、問題文に与えられた3つの安全係数を用いて、設計耐力を算出する。

$$N'_{oud} = \{0.85 \cdot (30/1.2) \cdot 350^2 + (345/1.05) \cdot 4050\} / 1.2 = 3.28 \times 10^6 \text{N} = 3.28 \text{ MN}$$

設問：

上記の2つの耐力(最大耐力 N'_{ou} (生の値)および設計耐力 N'_{oud})の比を求めると、以下のようにならされる。

$$N'_{oud} / N'_{ou} = 3.28 \text{ MN} / 4.52 \text{ MN} = 0.73$$

従って、3つの安全係数(材料係数： $c=1.2$, $s=1.05$, 部材係数： $b=1.2$,)を考慮することにより、最大耐力が73%に減ぜられたことを意味する。ただし、この減少量は個々の安全係数の大小によって異なり大きな意味はないが、付表 5-2 と併せ、概略値として覚えてもらいたい。(この比が、例えば、90%であれば、安全に対する余裕が少なく不安であり、45%に減ぜられていれば、もったいないというか、過剰な安全になっていると言える)

2. $M_u - N_u$ 破壊包絡線の例として、付図 5-2 (p.98)を示したが、この図について、次の各設問の正誤(または×)を記し、さらに、×の場合、正しい記述を示せ。

この図では、横軸は曲げモーメント(単位： $\text{kM} \cdot \text{m}$)、縦軸は軸力(単位： MN)を表している。

軸力がゼロの点は、純曲げの終局耐力を表している。(圧縮)軸力の増大とともに、曲げ耐力は減少し、釣合い破壊点以降、曲げ耐力は一定となる。

この図では、鉄筋比が3種類の破壊包絡線が示しているが、鉄筋比の増大とともに、破壊包絡線は拡大している。ある断面(例えば、鉄筋比2%のとき)で、作用する断面力(設計断面力)が、この破壊包絡線の線

外にあれば、その構造物は安全である。

軸力がゼロから釣合い破壊点までの破壊形式（破壊モード）は、コンクリート圧縮破壊型である。

この図では、無筋のときの純曲げ耐力は、ゼロである。

解答のポイント：紅白の教科書 p87 からの記述内容を熟読し、理解してもらいたい。

特に、 $M_u - N_u$ 破壊包絡線の計算方法はわからなくても、考え方/見方は身に付けること。

なお、計算方法は、本 Web（知りコン）のサイバー講座にあるので活用されたい

解答：

：×（両軸の単位が違っている。実単位ではなく、強度単位にて表示されている）

誤：横軸は曲げモーメント（単位： $kM \cdot m$ ）、縦軸は軸力（単位： MN ）

正：横軸は曲げモーメント（単位： N/mm^2 ）、縦軸は軸力（単位： N/mm^2 ）

：×（M-N 包絡線の特徴を理解せよ。One Point 図も参照せよ）

誤：軸力の増大とともに、曲げ耐力は減少し、釣合い破壊点以降、曲げ耐力は一定となる。

正：軸力の増大とともに、曲げ耐力は増加し、釣合い破壊点以降、曲げ耐力は減少する。

：×（設計断面力 M, N がこの破壊包絡線の中にあれば安全である（破壊しない）ことを意味する）

誤：破壊包絡線の線外にあれば、その構造物は安全である。

正：線内にあれば、（破壊包絡線の線上または線外にあるとき、その部材は破壊している）

ただし、‘線外にあると危険である’ この表現は×とした。

：×（釣合い破壊点を境に、破壊形式（破壊モード）が変わる）

誤：コンクリート圧縮破壊型、正：鉄筋降伏先行型

：

純曲げ耐力とは、軸力=ゼロのときの曲げ耐力であり、破壊包絡線の横軸上の値である。これは、付図 5-2 にあるように、無筋（鉄筋なし）の場合純曲げ耐力はゼロ、鉄筋比の増大とともに、純曲げ耐力急激に増加している。

3. 「2 点集中荷重を受ける単純梁の耐荷機構」の Web 資料を熟読し、次の問いに答えよ。

せん断スパンが 22 cm のときの曲げ終局強度 P_m 、せん断強度 P_s を答えよ。（資料の数値はそのまま使ってよい。再計算する必要はない）

このときの破壊モードと最大耐力を答えよ。

解答のポイント：

まず、Web 資料から、断面耐力（曲げとせん断）を再記し、次に、与えられたせん断スパン a のもとで、梁部材としての耐荷力（これを強度と呼ぶことにする）を算定する。

解答：

・断面耐力（曲げとせん断）を Web 資料から再記する。

曲げ耐力： $M_u=1.67\text{kN}\cdot\text{m}$ 、せん断耐力： $V_y=9.95\text{kN}$

与えられたせん断スパン $a=22\text{cm}$ の場合の耐荷力（曲げ終局強度 P_m 、せん断強度 P_s ）を算定する。

曲げ終局強度： $P_m=2M_u/a=2\times 1.67\text{kN}\cdot\text{m}/0.22\text{m}=15.18\text{kN}$

せん断スパン a によって変わる

せん断強度： $P_s=2V_y=2\times 9.95\text{kN}=19.9\text{kN}$

せん断スパン a に無関係

破壊モードと最大耐力：

上記の 2 つの強度 P_m 、 P_s を比較する。すなわち、

$P_m=15.18\text{kN}<P_s=19.9\text{kN}$ 曲げ破壊（小さい方で決まることに注意）

最大耐力： $P_{\max}=P_m=15.2\text{kN}$

コメント：

この例題は、破壊モードの概念と考え方を学び、単純な例題での試算を行うものである。
‘曲げ破壊 vs. せん断破壊の闘い’は、古くから鉄筋コンクリート工学（特に、梁/柱部材、耐震壁などにおける耐震設計）の論点であった、

4. 11 章：耐震設計」のうち、

コンクリート標準示方書の耐震性能マトリックスを書き出せ。

このうち、『レベル 2 地震動で耐震性能 を満足する』ことはどういうことを意味するか、説明せよ。

解答のポイント：

紅白の教科書 p.200-201、‘耐震設計の手順’のうち、コンクリート標準示方書の性能規定を理解せよ。ここでは、

- ・ 設計地震動に対して：レベル 1・レベル 2 地震動
- ・ 耐震性能に対して：耐震性能 、 、 .

の組合せを考える。

解答：

・設問 : コンクリート標準示方書に基づく性能マトリックス

	耐震性能	耐震性能	耐震性能
レベル1地震動			
レベル2地震動			

・設問 :

上記の性能マトリックによれば、例えば、耐震性能 は、レベル2地震動に対して照査されるものである。一方、設問 は、『発生する可能性の極めて小さい地震動（レベル2地震動）に対しても、耐震性能（健全な機能を維持し、補修を必要としない）を満足する』ことを意味するもので、上表に該当しない耐震性能である。これは工学的に実現することは難しく、また達成できたとして経済的にかかなり高価なものとなり、非現実的な耐震性能であると言える。

あるいは、極めて重要な構造物（例えば、国家の機能と安全を維持するインフラ（首相官邸、有事中枢基地 etc.） 震災直後より復旧/復興に重要な主要施設）であれば、このような性能を課すことも考えられる。

- 5 . 耐震設計の課題（阪神大震災におけるコンクリート構造物の震害）について、各自が採り上げた被害例を一例示せ。解答では、被災した構造物の名称/構造形式を明示するとともに、必要なキーワードを使うこと。

解答のポイント :

以下のようなキーワードにより、明瞭かつ的確に説明すること。

構造物の用途 道路橋、鉄道橋、海洋構造物、建築建屋 etc.

構造形式 単柱形式、ピルツ構造、ラーメン橋脚（単層、2層）

断面形状 角単柱、丸単柱、小判形、壁式

被害状況 斜めひび割れ、塑性ヒンジ、かぶりコンクリートの剥離、
コアコンクリートの破壊、軸方向筋の座屈、

破壊形式 曲げ破壊、せん断破壊

配筋状況 軸方向筋（主鉄筋）、せん断補強筋（帯鉄筋）

耐震構造細目 帯鉄筋の定着フック、主鉄筋の段落し、主鉄筋の圧接

地震力の方向 橋軸方向、橋軸直角方向、2方向

解答 :

このようなキーワードを組み合わせ、震害を明瞭かつ的確に説明すること。