

土木学会コンクリート標準示方書に基づく

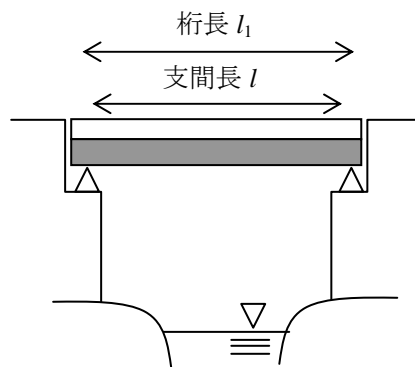
コンクリート構造物の安全性照査・耐久性照査に関する演習

課題：

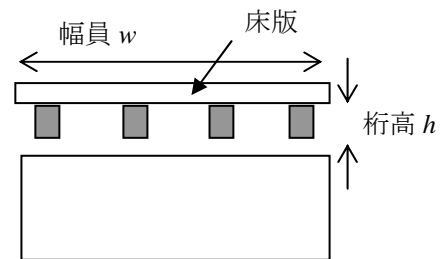
鉄筋コンクリート部材を設計し、それが要求される性能を満足することを土木学会コンクリート標準示方書に基づく方法で照査せよ。

1. 対象構造物

鉄筋コンクリート道路橋の桁（着色した部分）



設計する橋のイメージ（側面図）



桁の数は4個（4主桁）とする

断面図

2. 設計条件

(1) 一般条件

- 橋の種類：道路橋
- 構造形式：RC（鉄筋コンクリート）単純桁橋
- 耐用期間：50年
- 支間長： $l=10.0$ [m]
- 桁長： $l_1=11.0$ [m]
- 桁高： $h=1.0$ [m]
- 幅員： $w=8.0$ [m]
- 桁の断面形状：矩形

(2) 荷重・環境条件

荷重条件（荷重の特性値）：

- 永久荷重：桁自重：鉄筋コンクリートの単位体積重量 24.5 [kN/m³]
床版自重（舗装含む）： 400 [kN]（桁1個あたり 100 [kN]）
- 変動荷重：集中移動荷重（衝撃の影響を含む）
安全性検討用： $P=1200$ [kN]（桁1個あたり 300 [kN]）
使用性・耐久性検討用： $P=800$ [kN]（桁1個あたり 200 [kN]）

環境条件：

海岸から 0.5 km の距離にあり、塩分を含んだ大気中に曝されている。

(3) 要求性能

安全性：

与えられた荷重条件のもとで、曲げモーメントおよびせん断力による破壊に対する安全性を有している（曲げ破壊、せん断破壊しない）こと。

使用性：

荷重作用時における桁のたわみの最大値が $1/600$ 以下であること。

耐久性：

耐用期間中に、塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食、中性化による鋼材腐食が生じないこと。

(4) 制約事項

コンクリートの使用材料：

セメント：普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）

混和材：使用しない

粗骨材：碎石（最大寸法 25mm，密度 2.67g/cm^3 ，吸水率 0.6%，粗粒率 6.99，実積率 57%）

細骨材：山砂（表乾密度 2.61g/cm^3 ，吸水率 2.4%，粗粒率 2.56）

混和剤：AE 減水剤（セメント重量の 0.25% 使用する）

フレッシュコンクリートの特性：

市中の一般的な生コンプラントより購入したコンクリートを、一般的な方法（ポンプ圧送および棒状バイブレータによる締固め）により打設するので、コンクリートのスランプは 8~15 の範囲に設定するものとする。

コンクリートの配合：

ブリーディングによる初期欠陥を防止するため、単位水量の上限値を 175kg/m^3 とする。

鋼材：

一般の異形鉄筋を用いる。鋼種と鉄筋径は以下の中から選ぶことができる。

鋼種：SD295（降伏強度の特性値 295N/mm^2 ，弾性係数 $2.1 \times 10^5\text{N/mm}^2$ ）

SD345（降伏強度の特性値 345N/mm^2 ，弾性係数 $2.1 \times 10^5\text{N/mm}^2$ ）

鉄筋径：D10（公称直径 9.53mm），D13（公称直径 12.7mm），D16（公称直径 15.9mm）

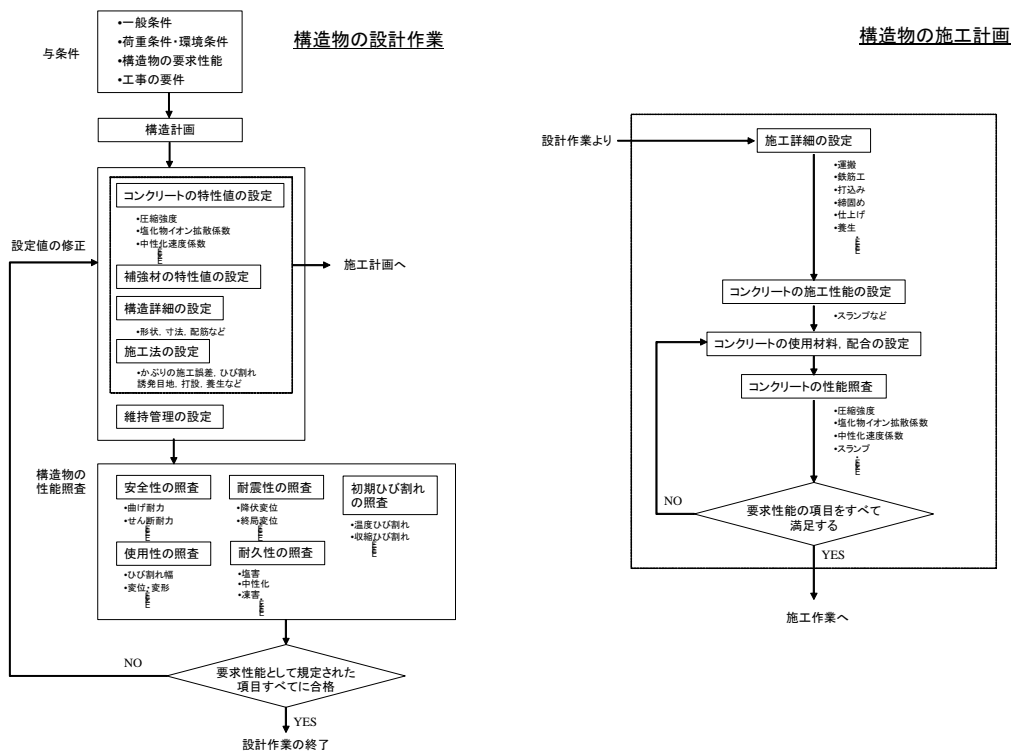
D19（公称直径 19.1mm），D22（公称直径 22.2mm），D25（公称直径 25.4mm）

D29（公称直径 28.6mm），D32（公称直径 31.8mm），D35（公称直径 34.9mm）

構造細目：

コンクリート打設のため、軸方向鉄筋の水平あきは、20mm 以上、粗骨材最大寸法の 4/3 倍以上、鉄筋の直径以上としなければならない。鉛直方向のあきは、20mm 以上、鉄筋の直径以上としなければならない。また、バイブレータ（直径 60mm）を上部より挿入するための水平あきを適切に確保しなければならない。

3. 作業の流れ



授業で説明した上図の流れのうち、今回の課題に関係のある部分のみを行えばよい。

4. 性能照査の方法

(1) 構造物の安全性の照査

- 今回は、曲げ耐力とせん断耐力の検討のみ行えばよい。
- 棒部材の曲げ耐力およびせん断耐力照査法の基本は、3年生後期の「鉄筋コンクリート構造の力学」の講義で説明した。
- 今回は、示方書に準拠した照査方法の演習であるため「2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕」の「標準」の「第3編 安全性に関する照査」の「2章 断面破壊に対する照査」の「曲げモーメントおよび軸方向力に対する照査」と「せん断力に対する照査」を参照すること。

(2) 構造物の使用性の照査

- 今回は、たわみの検討のみ行えばよい。
- たわみの算定のために必要な鉄筋コンクリート断面の曲げ剛性の算定は、3年生後期の「鉄筋コンクリート構造の力学」の講義で説明した方法を用いてよい。つまり、曲げひび割れ発生後は、コンクリートを圧縮のみ有効の弾性体とする仮定で断面解析を行ってよい。簡単のため、部材全長にわたって曲げひび割れが発生していると仮定してよい。
- コンクリートの応力ひずみ関係、弾性係数、曲げひび割れ強度は、「2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕」の「本編」の「5章 材料の設計値」の記述を参考に、圧縮強度より推定してよい。
- 「2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕」の「標準」の「第4編 使用性に関する照査」の「3章 変位・変形に関する照査」も参照のこと。(ただし、示方書に示されたたわみの算定法は講義で説明したよりも高級であるので、これによらなくてもよい。)

(3) 構造物の耐久性の照査

- 今回は、塩化物イオンに伴う鋼材腐食と中性化に関する照査のみ行えばよい。
- 塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査に用いる曲げひび割れ幅は3年生後期の「鉄筋コンクリート構造の力学」の講義で説明した。塩化物イオン濃度の照査は本講義で説明した。中性化に関する照査法は本講義で説明した。
- 「2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕」の「標準」の「第2編 耐久性に関する照査」の「2章 耐久性照査の標準的な方法」を参照のこと。
- 3年生後期の「鉄筋コンクリート構造の力学」の講義で説明した曲げひび割れ算定法は「2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕」の「標準」の「第4編 使用性に関する照査」の「2章 ひび割れによる外観に対する照査」を参照のこと。

(4) コンクリートの性能照査

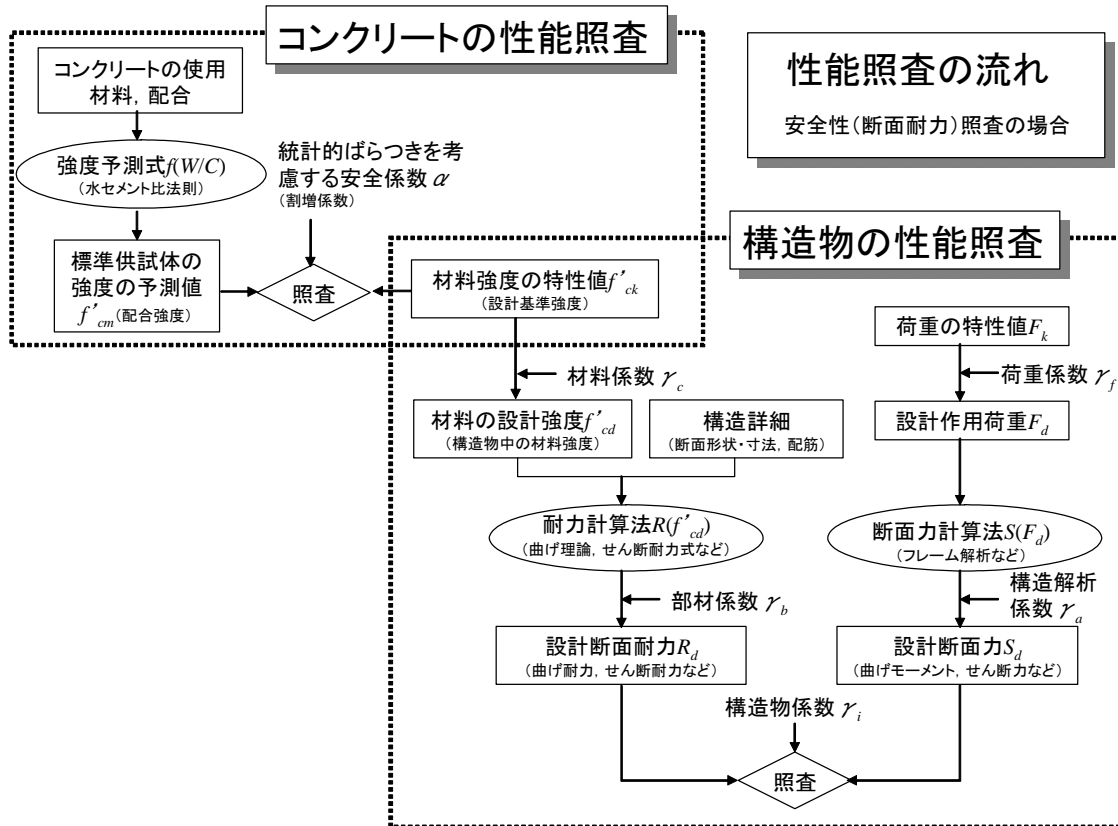
- 強度の照査では、次の圧縮強度と水セメント比の実験式を用いてよい。

$$f'_c = -14.6 + 24.5 \frac{C}{W} \quad (f'_{cp} \text{は標準供試体の圧縮強度の予測値}[\text{N/mm}^2])$$

- コンクリートの単位水量と細骨材率は、スランプ値が目標値となるように、一般的な配合設計法にしたがって設定してよい。
- セメントの種類と水セメント比による塩化物イオンの拡散係数の予測値、中性化速度係数の予測値は「2012年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕」の「標準」の「第2編 耐久性に関する照査」の「2章 耐久性照査の標準的な方法」を参照のこと。

5. 安全係数

コンクリート～構造物の性能照査の各段階で考慮される安全係数は、本講義および3年生の講義で説明した下図のフローを参照のこと。フローは、検討対象となる性能の種類（断面耐力、塩化物イオン、中性化など）によって細部が異なるが、基本的な流れは同じである。



(1) 構造物の性能照査に用いる安全係数

以下の表の値を用いてよい。

		材料係数		部材係数	構造物係数 γ_i	構造解析係数 γ_a	荷重係数 γ_f
		コンクリート γ_c	鋼材 γ_s				
安全性	曲げ耐力	1.3	1.0	$\gamma_b=1.15$	1.1	1.0	1.1
	せん断耐力	1.3	1.0	$\gamma_b=1.3$	1.1	1.0	1.1
使用性	たわみ	1.0	1.0	$\gamma_b=1.0$	1.0	1.0	1.0
耐久性	塩化物イオン	1.0	—	$\gamma_{cl}=1.3$	1.0	—	—
	中性化	1.0	—	$\gamma_{cb}=1.15$	1.0	—	—

- 安全係数は、割る場合と掛ける場合があるので注意すること。
- 耐久性照査では、部材係数に相当する安全係数は、計算精度を考慮する安全係数と呼ばれている。
- 部材係数は照査法によって異なる。上記の表中の値は、示方書に示された照査法を用いた場合の標準的な値である。

(2) コンクリートの性能照査に用いる安全係数

- 「土木学会コンクリート標準示方書 [施工編]」の「6章 コンクリートの配合設計」の「6.4 コンクリートの性能照査」に準拠した方法により照査する場合、安全係数の値は、推奨値を参照して適当に定めてよい。

提出物：

以下を A4 版の用紙に綴じて提出すること。

- ① 使用材料（鋼材，コンクリートの使用材料・配合），構造諸元（形状，寸法，配筋）の以下の主要な数値を表などの形式で見やすくまとめたもの。

コンクリートの特性値：

コンクリートの圧縮強度の特性値 f'_{ck}

コンクリートの拡散係数の特性値 D_k

コンクリートの中性化速度係数の特性値 α_k

使用材料：

コンクリートの水セメント比 W/C

コンクリートの単位水量 W

主鉄筋の鋼種

主鉄筋の径

せん断補強鉄筋の径

構造諸元：

断面幅 b

有効高さ d

主鉄筋本数

主鉄筋段数 n

純かぶり c

せん断補強鉄筋の間隔 s

- ② 断面寸法，配筋がわかる図。（製図に主眼を置いた課題ではないので，必ずしも製図の規則に則っていなくてもよい）
- ③ 構造物およびコンクリートの性能照査の計算過程．どのような計算プロセスで性能を満たすことを確認したのかわかるように．

参考資料：

- 「2012 年制定土木学会コンクリート標準示方書 [設計編]」は図書館に備えている．適宜利用されたい．

提出期限，提出先：

2015 年 7 月 31 日の期末試験までに提出すること．