

性能設計

1. 特徴

- ①コンクリート標準示方書で規定されている設計手法です。
- ②従来の許容応力度法に比べて、ひび割れの検討が重視されています。
- ③耐久性能について評価できます。
- ④従来設計法（仕様設計）に比較して、要求性能から得られる部材断面の関係が明確になり、品質向上にもつながります。

2. 適用事例

- ①地方自治体下水道施設の設計指針としての設計例を検討：下水道土木構造物にコンクリート標準示方書で求められる性能を満足させる為、設計例として、その導入方法の検討を行いました。
- ②既設水槽の耐用年数を推定し更新時期を検討：既存水槽の用途変更を行うに当たり、ひび割れ幅、中性化深さを評価し、用途変更後の耐用年数を求め、更新時期の指標としました。

ひび割れ幅の照査

ひび割れ幅(w)が許容ひび割れ幅(wa)以下となるよう設計を行う。

$$w = 1.1 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times (4 \times c + 0.7 \times (s_1 - \phi)) \times (\sigma_{st} / E_s + \epsilon_{sh})$$

$$k_1 = 15 / (f_{ct} + 20) + 0.7$$

$$k_2 = 2 \times (c_m + 2) / (2c_m + 3)$$

$$k_3 = 2.0 \times 10^{-4} \times (N / mm^2)$$

w : ひび割れ幅 (mm)
 k_1 : 断面係数 = 1.0
 f_{ct} : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²) = $f_{cm} / 24$
 n : 引張鋼材の枚数 = 1
 c : 有効厚 (mm)
 k_3 : ヤング係数 = 2.0×10^4 (N/mm²)

w_a : 許容ひび割れ幅 (mm)
 c_m : 鋼材の中心間隔 (mm)
 ϕ : 鋼材径 (mm)
 ϵ_{sh} : 150×10^{-6}
 σ_{st} : 鋼筋応力度の増加量 (N/mm²)

部材名	部材厚さ (mm)	断面位置	w (mm)	wa (mm)	引張	k ₁	k ₂	f _{ct} (N/mm ²)	c (mm)	φ (mm)	σ _{st} (N/mm ²)
S1	300	外端	0.273	< 0.34	OK	1.041	1	85.0	100	16	99.0
		中央	0.299	< 0.34	OK	1.041	1	85.0	200	13	99.0
S2	200	外端	0.169	< 0.34	OK	1.041	1	85.0	200	13	28.0
		中央	0.192	< 0.34	OK	1.041	1	85.0	200	13	43.2
R1	300	外端	0.221	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	100	13	56.0
		中央	0.175	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	100	13	87.9
R2	200	外端	0.145	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	100	13	69.4
		中央	0.092	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	200	13	2.7
B1	400	外端	0.175	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	100	13	84.0
		中央	0.102	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	100	13	39.4
B2	400	外端	0.085	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	200	16	14.3
		中央	0.094	< 0.25	OK	1.041	1	50.0	200	16	20.1

※ 鉄基礎の場合、基礎下層のかぶり厚は、鉄のみ込み分を含まない。

曲げひび割れ幅の照査

中性化の照査

項目	単位	値	備考
<条件>			
対象構造物		I型	
c _d	mm	40	
水セメント比	W/C	55	
環境			
地下構造物 (乾燥しにくい)			
耐用年数	t	50	
<照査>			
構造物係数	γ _{st}	1.0	
耐久性照査のかぶりの設計値	c _d	40.0	
中性化深さ	c _n	10.0	(一般環境下に相当)
鋼材腐食発生限界深さ	c _{lim} = c - c _d	30.0	
中性化深さの設計値	γ _{st}		
安全係数	γ _{st}	1.15	
中性化速度係数の特性値	α _{st}	1.38	
	α _{st} = 0.87 + 0.09W/C		
環境作用の程度を表わす係数	β _{st}	0.55	
コンクリートの材料係数	γ _{st}	1.0	(一般)
γ _{st} = γ _{st} × α _{st} × β _{st} × γ _{st} × t		11.22	
照査	γ _{st} × γ _{st} × γ _{st}	0.57 < 1.0	OK

中性化の照査

塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査

塩化物イオンに関する照査は、床版に対してのみ行う。

項目	単位	値	備考
<条件>			
コンクリートの材料係数	γ _{st}	1.0	
コンクリートの塩化物イオンに対する拡散係数の特性値	D _{st}		
		cm ² /年 D _{st} = 1.907	
コンクリートの塩化物イオンの特性値			
及びそのひび割れの影響を表わす定数	D _{st}	200	
ひび割れ幅	w	0.270	
許容ひび割れ幅	w _a	0.34	
ひび割れ幅とひび割れ間隔の比	w/l		
	w/l = 3 × (α _{st} × E _s × t _{dur})		
	α _{st}	1.808E-03	
	E _s	90.0	
	E _s	200000	
	t _{dur}	1.50E-04	
構造物係数	γ _{st}	1.0	
鋼材腐食発生限界濃度	C _{lim}	1.2	
コンクリート表面における想定塩化物イオン濃度	C _d	1.50	0.5km以上
かぶりの厚み	c _d	75.0	
塩化物イオンの侵入に対する耐用年数	t	50	
鋼材位置における塩化物イオン濃度の設計値			
C _d のばらつきを考慮した安全係数	γ _{st}	1.30	
水セメント比	W/C		
<照査>			

塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査