

委員会報告

コンクリート構造物の耐久設計指針（試案）

PROPOSED RECOMMENDATION ON DURABILITY DESIGN FOR CONCRETE STRUCTURES

耐久性設計小委員会

By Subcommittee on Durability Design for Concrete Structures, JSCE

1. 試案作成の経緯

耐久性を特に考慮したコンクリート構造物の体系的な設計手法の確立を目指して、土木学会コンクリート委員会では、昭和63年1月に耐久性設計小委員会（委員長：岡村 甫 東京大学教授）を設置して、耐久設計の指針を作成するための活動を行ってきた。上記小委員会では、各分野を代表する委員の活発な討議を経て、耐久設計の統一概念、耐久性に対する検討方法ならびに具体的な環境指数と耐久指数の提示など、耐久設計指針の骨格をとりまとめた。

環境指数や耐久指数の細部については、今後とも検討すべき余地は残されていると思われる。しかしながら、耐久設計指針（試案）として公表し、各種のコンクリート構造物に適用して頂き、その場合に生ずる疑問点や問題点の提示を受けることは、今後のコンクリート構造物の耐久設計指針の制定において重要かつ不可欠なことである。そのため、昭和63年12年に解散した小委員会の成果を、土木学会コンクリートライブラリー第65号として、平成元年8月に公表した。また、同年8月30日には、この試案をテキストにした「コンクリート構造物の耐久設計の新しい考え方」の講習会が開催された。

2. 目 次

コンクリート構造物の耐久設計指針（試案）は、下記のように5章の構成となっている。また付録として、試案作成までの経緯と下記の試設計例を掲載し、試案の理解および普及の一助としている。

- 1章 総 則
- 2章 耐久性に対する検討

3章 環境指数

4章 耐久指数

5章 耐久性ポイント

付録-1 RC橋脚の設計例

付録-2 3径間連続PRC 2主版桁橋の設計例

付録-3 各種コンクリート構造物の設計例

3. 適用の範囲

本試案における耐久設計では、新たに建造されるコンクリート構造物を対象としている。したがって、既設構造物の補修あるいは補強のための耐久性診断あるいは残存寿命予測を対象とはしない。

4. 検討の方法

コンクリート構造物の耐久性に対する検討は、部材各部において、耐久指数 T_p が環境指数 S_p 以上であることを確かめることにより行う。

$$T_p \geq S_p \dots\dots\dots (1)$$

式(1)に示された考え方は、新しい概念であるが、安全性に対する検討の考え方と基本的には同じである。部材各部の耐久性を照査するということは、安全性に対する検討と同様に、耐久性が最も低下するおそれがある断面各部をすべて照査するということを意味している。すべての検討箇所において耐久性照査に合格すれば、構造物は耐久であると判定されるのである。

本試案では、耐久性に対する検討は、構造物の設計段階で、材料および施工についての実際の様態を想定して行うものとしている。この段階で式(1)が満足されない場合には、構造物の施工を開始するまでに、設計、材料および施工についての再検討が必要となる。

5. 環境指数

環境指数 S_p は、構造物が置かれる環境条件および要求されるメンテナンスフリーの期間を考慮して定めるものとし、一般に式(2)により算定される。

$$S_p = S_0 + \sum (\Delta S_p) \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 S_0 は標準的な環境条件における環境指数値を示し、50年間メンテナンスフリーのコンクリート構造物を建造する場合に100とする。ここで、メンテナンスフリーとは、目視観察等によって耐久であると判断でき、補修あるいは補強をしなくてよい状態のことである。

環境指数値 S_0 を100と設定すると著しく不経済となる場合、あるいは逆に、100以上に設定した方が総合的にみれば経済的となる場合もある。このような場合には、メンテナンスフリーの期間をそれぞれ短くあるいは長く設定する。なお、標準的な環境条件において、メンテナンスフリーの期間を10~15年程度とする場合の環境指数値 S_0 は0程度と想定している。

式(2)の ΔS_p は、塩分や凍結融解作用の影響が厳しい環境条件における環境指数の増分値であり、一般に表一1の値が用いられる。また、これらの環境条件が組み合わされる場合には、増分値 ΔS_p を累加する。

表一1に示す環境指数の増分値 ΔS_p が確定値でなく、範囲として与えられているのは、塩分の影響は構造物が設置される地域、地形、海岸線からの距離、および気象・海象条件等の影響を受け、一義的に定めることが困難であること、また凍結融解作用の影響も地域による変化が著しいことによる。個々の構造物においては、設置場所の環境条件の具体的、地域的な特性を考慮して増分値 ΔS_p を定めていく必要がある。

コンクリート構造物の耐久性を損なう環境条件としては、表一1に示すもののほか、特殊な土壌や温泉地帯のような腐食性環境等が考えられる。このように環境条件がきわめて厳しく、かつ特殊な場合には、具体的な個々の状況に応じて、別途詳細な検討を行う必要がある。道路橋の床版等のように疲労の影響が、環境条件による影響と重なる場合は、耐久性劣化のメカニズムが複雑であり、その程度を定量的に予測することが困難である。したがって、この種の問題については、今後の研究に待つこととし、本試案では取り上げていない。また、アルカリ骨材反応による劣化は、構造物建造前の段階において十分に対処できるので、環境指数の増分値には加えてい

表一1 環境指数の増分値 ΔS_p

環境条件	ΔS_p
塩分の影響が大きい	10~70
凍結融解作用が著しい	10~40

ない。

6. 耐久指数および耐久性ポイント

耐久指数 T_p は、コンクリート材料の品質、コンクリートおよび補強材の品質、設計ひびわれ、部材の形状・鉄筋詳細・設計図、コンクリート工、鉄筋工・型枠・支保工のほか、PC工に関する補足事項、さらに防護工等を考慮して定めるものとし、一般に式(3)により算定される。

$$T_p = 50 + \sum T_p(I, J) \dots \dots \dots (3)$$

ここに、 $T_p(I, J)$ は、構造物の耐久性に関係する要因の影響を定量的に評価した耐久性ポイントであり、表一2に示す項目に分けて、規定されている。

表一2 耐久性ポイント $T_p(I, J)$ の算定項目

I	J	項目	$T_p(I, J)$
【コンクリート材料】			
1	1	セメント	10~ 0
	2	骨材の吸水率	8~-10
	3	骨材の粒度	0~-5
	4	混和材料	20~-15
【コンクリートおよび補強材】			
2	1	ワーカビリティ	35~-30
	2	堅硬性	20~-15
	3	単位水量	10~-25
	4	塩化物含有量	5~-30
	5	コンクリート製造工場の管理状態	10~-10
	6	防錆した補強材	$T_p(4, 2)$ を修正
【設計ひびわれ】			
3	1	温度ひびわれ指数	10~-20
	2	曲げひびわれ幅	10~-20
【部材の形状・鉄筋詳細・設計図】			
4	1	部材の形状・寸法	$T_p(2, 1)$ で考慮
	2	かぶり	30~-30
	3	鉄筋の段数およびあき	15~-35
	4	用心鉄筋	10~ 0
	5	打継目	0~-25
	6	設計図	0~-30
【コンクリート工】			
5	1	主任技術者	20~-5
	2	受入れ	5~-5
	3	運搬・打込み・締固め	20~-45
	4	表面仕上げ・養生	5~-40
	5	打継目の施工	$T_p(4, 5)$ を修正
【鉄筋工・型枠・支保工】			
6	1	鉄筋加工	5~ 0
	2	鉄筋の組立て	5~-20
	3	型枠	20~-15
	4	支保工	5~-5
【PC工の補足事項】			
7	1	技術者の経験・資格	0~-5
	2	グラウトの材質	5~ 0
	3	後埋めコンクリートの品質	0~-5
	4	グラウトの施工方法	0~-5
【防護工】			
8	1	表面防護工	20~ 0

耐久指数 T_p は、コンクリート構造物の耐久性に影響を与える要因を材料・設計・施工の各分野別に細かく分割して、そのおのおのを定量的に評価した耐久性の総合点として算定される。環境指数 S_p には、構造物が設置される環境条件に対応し、塩分や凍結融解作用の程度に応じた増分値 ΔS_p が定められているが、耐久指数 T_p は式（3）のように一義的に規定されている。耐久指数の場合も、異なった環境条件に対応して、個々の要因の影響度を变化させることはもちろん考えられるが、その影響の相違を厳密に区別することは困難である。また、耐久指数は多岐にわたる要因の評価点を合計して得られるものであり、耐久指数の高い構造物は総合的にみて優れたものであると考えられる。以上のことを考慮し、耐久指数を一義的に規定している。

耐久性ポイント $T_p(I, J)$ は、表一2に示すように、コンクリート構造物の耐久性に影響を及ぼす項目を8種類に大別し ($I=1\sim 8$)、さらにその個々の項目を1~6個 ($J=1\sim 6$) の小項目に分割している。そして、各小項目ごとに、おのおのその影響を定量的に評価したものが示されている。

各小項目は、それぞれ完全に独立したのではなく、本来相互に関連するものであり、分割して取り扱うべき性質のものではない。しかしながら、簡明さを主眼に、分離独立して表示することを原則としている。このため、各小項目の影響を二重に考慮しないように十分に配慮してある。ただし、完全に分割して表示することが困難な一部の小項目については、相互に関連付けて示している。

耐久指数および耐久性ポイントを定めるにあたり、耐久性に影響を及ぼす数多くの要因をそれぞれ評価し、さらに定量的に示すことが困難であったことはいうまでもない。とりわけ、施工に関する要因をどのように定量的に取り扱うかが最も難しい点であった。施工の影響は人的要因が大きいため、定量化しにくいのである。しかしながら、コンクリート構造物の耐久性を改善し、コンクリート構造物に対する信頼性を高めることは急務である。したがって、データの裏付けの少ないものであっても、早急に役立つことを目指して、耐久性ポイント $T_p(I, J)$ を規定している。今後の研究によって、改善されていくことを期待している。

（文責：岡村 甫・辻 幸和/1989.12.22・受付）