

V - 112

コンクリート中の塩分浸透量の推定に関する検討

東京電力(株) 正員 堤 知明
 ○清水建設(株) 正員 阿部 久雄
 清水建設(株) 正員 前田 敏也

1. はじめに

塩分環境下にあるコンクリート構造物の耐久性を評価する場合、コンクリート中の含有塩分量を把握し、鉄筋の腐食を予測することが重要になる。塩分による鉄筋腐食の予測手法としては、一般にFickの拡散方程式[1]を適用することが多く、このためには、深さ方向の塩分量分布状況から表面塩分量及び拡散係数を推定する必要がある。しかし、塩分量分布を調査するためには、コアを抜き取った後、深さ方向にスライスし、さらにこれを粉砕して塩分量を測定するというように、一般に手間と時間がかかるため、経済性・実用性に欠ける面がある。

本研究は、このような現状をふまえ、表面塩分量及び拡散係数をより効率的に推定するための手法について検討したものである。

2. 調査概要

塩分量の調査は、竣工後15～37年を経た鉄筋コンクリート構造物を対象にして行った。調査方法は、調査箇所からコアを抜き取った後、深さ方向にスライスし、これを粉砕して塩分量を測定[2]した。また、一部の調査箇所については、ワグリング法による試験結果への影響について検討するため、従来の冷却水を用いたコア採取(以下コア法)に加え、水を一切使用せずにコンクリートをはった場合(以下はつり法)及びドリルによる試料採取(以下ドリル法)についても同様に調査を行った。

3. 結果および考察

調査結果に以下に示すFickの拡散方程式を適用して求めた表面塩分量と拡散係数及び別途行った圧縮試験による圧縮強度を表-1に示す。これより、表面塩分量については、最大でも 0.4kg/m^3 と全体的に低い値となっている。

$$C_e(L, t) = C_{s,e} [1 - \text{erf}(L/2\sqrt{D_c \times t})] \quad (1)$$

ここに、 $C_e(L, t)$: かぶり L 、時間 t における塩分量(kg/m^3)、 $C_{s,e}$: 表面塩分量(kg/m^3)

D_c : 拡散係数($\times 10^{-8}\text{cm}^2/\text{s}$)

表-1 塩分特性及び圧縮強度

No.	C_o (kg/m^3)	D_c ($\times 10^{-8}\text{cm}^2/\text{s}$)	f'_c (kgf/cm^2)
1	0.115	56.16	282
2	0.138	33.33	223
3	0.207	7.13	359
4	0.161	24.90	291
5	0.368	3.81	519
6	0.368	6.34	447
7	0.207	10.52	291
8	0.230	3.30	398
9	0.092	17.08	293

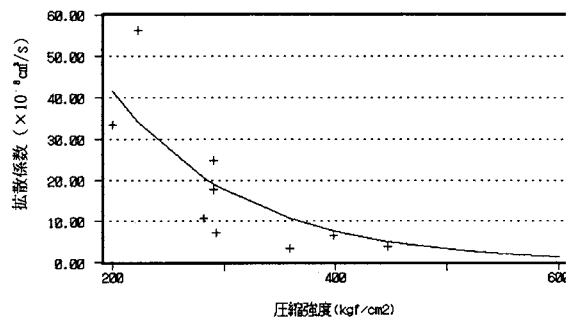


図-1 拡散係数と圧縮強度との関係

また、拡散係数と圧縮強度との関係を図-1に示す。図より、圧縮強度が大きい程拡散係数は小さくなる傾向にあり、圧縮強度が大きい程コンクリートが密実となるため、塩分の浸透が少なくなるものと考えられる。両者の関係は次式で近似できる。

$$D_c = \exp(-0.00865 f'_c + 5.46) \quad (2)$$

ここに、 D_c : 拡散係数($\times 10^{-8} \text{cm}^2/\text{s}$)、 f'_c : コンクリート圧縮強度(kgf/cm^2)

したがって、従来の方法により深さ方向の塩分量分布を求めなくても、式(2)により圧縮強度からの拡散係数の推定がある程度可能であると考えられる。

次に、同一箇所に対するIT法、はつり法及びドリル法による塩分量の測定結果を図-2に示す。これより、いずれの方法においても塩分量の分布傾向は一致している。しかし、測定値については、はつり法、IT法、ドリル法の順に塩分量が小さくなっており、試料の採取方法の違いによる影響が現れていると考えられる。すなわち、試料採取時に冷却水を使用しないはつり法に比べ、冷却水を使用するIT法は表面塩分が水で洗い流されたために測定値が小さくなる傾向を示している。また、ドリル法については、試料採取時に骨材を多く含んだ可能性があり、これによって塩分量が小さくなったものと考えられる。

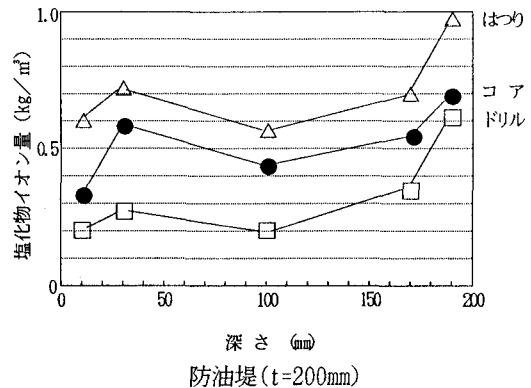


図-2 サプリング法による影響

したがって、塩分測定を行う際のサプリング法としては、可能な限り水を使用せず、ドライな状態で試料を採取するのが望ましいと考えられる。また、ドリル等により局部的に試料を採取する場合には、試料中に含まれるセメント、骨材の量が偏らないように採取場所に特に注意する必要がある。

以上の結果から、コンクリート中の塩分浸透量の推定方法として、以下のような方法が考えられる。

- ①はつり法、ドリル法等により表面塩分量が精度良く推定できる深さまで試料を採取し、表面塩分量を推定する。
- ②圧縮強度から式(2)により拡散係数を推定する。
- ③推定された拡散係数及び表面塩分量に対してPickの拡散方程式を適用し、塩分量の分布状況を推定する。

4. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下にまとめる。

- ①塩分量測定のための試料採取法については、可能な限り水を使用せず、はつり等によりドライな状態で表面塩分量が精度良く推定できる深さまで試料を採取するのが望ましい。
- ②圧縮強度からの拡散係数の推定がある程度可能であると考えられる。
- ③①②による推定結果にPickの拡散方程式を適用すれば、塩分量の分布状況を推定することが可能であると考えられる。

【参考文献】

- [1]大即信明 他:コンクリート構造物の耐久性シリーズ—塩害—, 1986.5, 技報堂
- [2](社)日本コンクリート工学協会:硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法, コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準, 昭和62年4月