

コンクリートに生じる圧力変化や含水状態の違いが塩化物イオンの浸透性に及ぼす影響

○福岡大学 学生会員 三浦明, 福岡大学 正会員 樋原弘貴
福岡大学 正会員 添田政司, 福岡大学 学生会員 松本大幸

1. はじめに

実構造物において、土圧や水圧などが主たる外力となり、それらによりコンクリート内部における水分移動が生じ内部空隙の負圧が形成されることで、力学的性状に影響を与えるとの報告がされている¹⁾。橋梁における床版等においても、動的振動を受けコンクリートが変形する際、引張状態から戻るとのに伴い負圧が生じると考えられる。負圧状態での塩化物イオンの浸透性状についても検討された報告はほとんど行われていない。そこで本研究では、負圧力と含水状態の違いが塩化物イオンの浸透に与える影響について検討したものである。

2. 試験概要および方法

フライアッシュセメント(密度 2.33g/cm^3)、細骨材には海砂(2.58g/cm^3)、粗骨材に砕石(密度 2.67g/cm^3)をそれぞれ使用した。セメントの内割りとしてフライアッシュを20%置換した水セメント比55%のものである。目標スランブ $8\pm 1\text{cm}$ 、目標空気量 $4.0\pm 1\%$ とした。 $\phi 10\times 10\text{cm}$ の円柱コンクリートを作製後、いずれも28日間の水中養生に供した。養生終了後は、供試体側面をアルミテープで被覆した後に真空飽水处理、気中静置、 40°C の炉乾燥機に静置することで、含水率0%、50%、100%に調整した。なお、含水率の算出は、式(1)により重量差によって算出した。

$$C_w(\%) = (W_x - W_0) / (W_{100} - W_0) \times 100 \cdots \text{式(1)}$$

※ C_w : 含水率(%), W_x : 測定重量, W_0 : 絶乾時の重量, W_{100} : 飽水時の重量

コンクリートの応答時に生じるコンクリート内部圧力は、図-1に示す様にコンクリート表層から1cm位置に圧力センサーを埋設したものをを用いて、圧縮強度の1/3荷重までの範囲でひずみと内部圧力の関係を求めた。また、含水率の違いによって内部負圧が異なると予想されたことから測定時の含水率は0, 50, 100%の3水準で行った。

一方の、負圧による塩化物イオン浸透性試験においては、図-2に示す方法より密閉した容器内で3%NaCl溶液に供試体を浸漬させ、真空ポンプを用いて負圧環境を模擬した。表-1には試験を行った負圧と吸引時間を示す。負圧は、-0.03, -0.06MPaとし、それぞれ負圧の継続時間が異なるが、負圧力と時間の積がいずれも等しく-0.48, -2.28, -5.76(MPa・min)になるようにそれぞれ設定した。

試験終了後は、速やかに供試体を割裂し、硝酸銀溶液の噴霧による塩化物イオンの浸透深さの測定およびコンクリート粉体を採取し、JIS-A 1154に準拠して全塩化物イオン量の測定を行った。また、比較用として、JSCE-G572に準拠した塩水浸漬試験も併せて行った。浸漬期間は91日とし、測定方法ならびに項目は上記のものと同様である。

3. 結果及び考察

図-3は、コンクリートの含水率ごとに内部圧力とひずみの関係を示す。この結果、コンクリートの内部圧力は、ひずみが増加するに従っていずれの含水率においても大きくなっている。同ひずみに対して、含水率100%のものが最も内部圧力が大きい。一方の、含水率0%、50%では、内部圧力とひずみの関係性に大差はなかった。含水率が極めて高い場合には、変形に伴う内部圧力が大きいため、負圧の影響を大きく受けるものと予想される。また、今回の試験の範囲では、最大で-0.02MPaの内部圧力が生じる結果を示した。ただし、実構造物においては、それよりも大きなひずみが生じる可能性が高いことから、塩水浸漬の負圧試験では、-0.03MPa, -0.06MPaの条件で試験を実

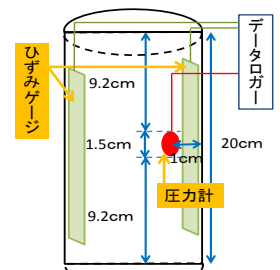


図-1 圧力計、ひずみゲージの設置箇所

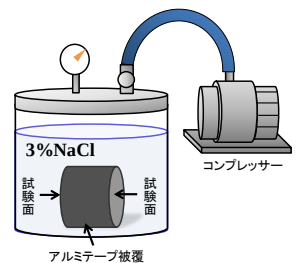


図-2 負圧試験方法

表-1 負圧試験の条件

圧力(MPa)	時間(min)		
-0.03	16	96	192
-0.06	8	48	96
総負圧(MPa・min)	-0.48	-2.28	-5.76

施した。

図-4 は、塩水浸漬試験における含水率の違いによる塩化物イオン量分布を示す。含水率が低いものほど塩化物イオンが浸透する傾向が確認できる。

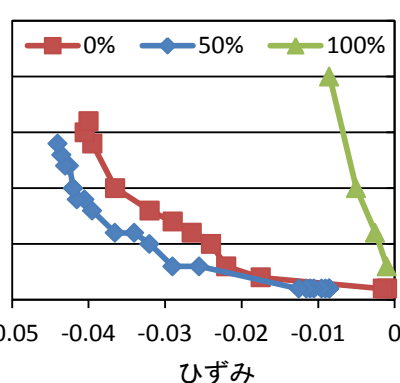


図-3 ひずみと内部圧力

図-5 は、 -0.03MPa の条件下での時間ごとの塩化物イオン量分布を含水率

ごとに示している。この結果、含水率 0%においては、時間の経過に伴って塩化物イオンは浸透しているのに対し、含水率 50%, 100%と増加するに従って塩化物イオンは浸透しておらず、含水率と塩化物イオンの関係性は、塩水浸漬試験の結果と同様であった。しかし、図-3 から予想された結果とは異なっている。これは、含水率 100%の場合には、コンクリート内に生じる負圧が他のものよりも大きかったとしても、飽水処理によって内部空気が殆ど存在しないため、コンクリート内部空気と水分が置換されなかったことが一因と思われ、結果として、含水率が低くなるに従って塩化物イオンが浸透したものと考えられる。

図-6 は、 -0.06MPa の条件下での時間ごとの塩化物イオン量分布を含水率ごとに示している。含水率 0%の場合には、 -0.03MPa での条件下と同様に負圧時間の増加に伴う塩化物イオンの浸透が確認された。また、塩化物イオンの浸透量は、図-5 に示した -0.03MPa の条件下で行った場合と同程度であり、負圧と時間の積によって塩化物イオンの浸透性を評価できるものと考えられる。一方の、含水率が 50%, 100%においても、塩化物イオンの浸透が認められた。 -0.06MPa

程度と比較的大きな負圧が生じた場合には、微量に残存する内部空気であっても外部からの水分と置換し、塩化物イオンが浸透することが分かった。単位時間当たりの負圧が大きい場合には、いずれの含水率においてもコンクリートの負圧作用によって塩化物イオンの浸透が促進される可能性が高い。ただし、負圧の時間が増加しても、それに伴う塩化物イオンの浸透を示していないことから、その後は濃度勾配によって塩化物イオンがコンクリート内部へ拡散していくものと思われる。

4. まとめ

- (1) コンクリートの内部圧力は、ひずみが増加するに従っていずれの含水率においても大きくなった。
- (2) 負圧によって塩化物イオンの浸透が促進されることが分かった。
- (3) 単位時間当たりの負圧が大きい場合には、いずれの含水率においてもコンクリートの負圧作用によって塩化物イオンの浸透が促進される可能性が高い。

参考文献

1) 大下英吉, 田辺忠顕: コンクリートに発生する間隙水圧の実測とその影響に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.514/V-27, pp.75-84, 1995

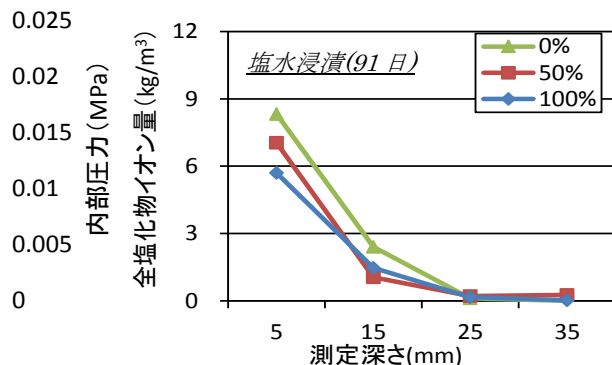


図-4 全塩化物イオン量分布 (浸漬試験)

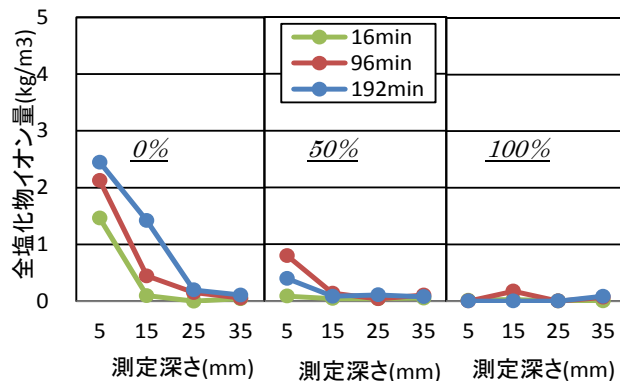


図-5 全塩化物イオン量分布 (-0.03MPa)

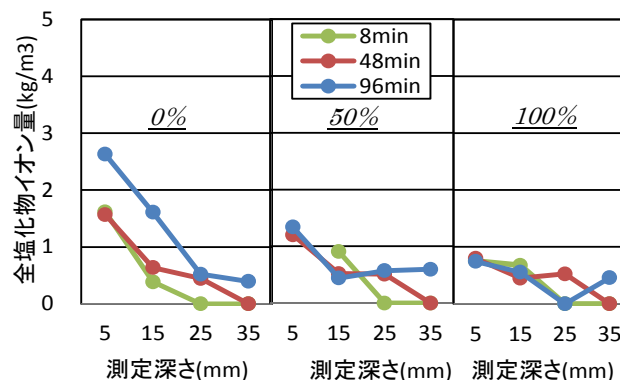


図-6 全塩化物イオン量分布 (-0.06MPa)