

実環境作用下におけるコンクリートの収縮挙動に関する基礎的研究

埼玉大学大学院 学生会員 ○大塚 歩  
 埼玉大学大学院 正会員 浅本 晋吾  
 埼玉大学大学院 フェロー 睦好 宏史

1. はじめに

コンクリートの乾燥に伴う収縮は、内外拘束によって RC 構造物にひび割れをもたらす、内部鉄筋腐食を促進する。近年、コンクリートの想定外の収縮によって多数のひび割れがもたらされた事例<sup>1)</sup>も報告されており、構造物の長期耐久性及び既設構造物の劣化を予測する上で、収縮の影響要因の把握は工学上極めて重要である。

本研究では異なる骨材を用いたコンクリートの収縮を比較することで、コンクリートの収縮挙動に影響を与える要因として骨材特性に着目した。また、実環境下での収縮挙動を予測するには、温湿変動、日射、降雨等の実環境作用の影響を把握する必要がある。同一配合のコンクリートを屋内、屋外の異なる環境に暴露することで、コンクリートの収縮挙動に与える各環境作用の影響について検討を行った。

2. 実験概要

本実験で用いたコンクリート供試体の示方配合と諸元をそれぞれ表-1、表-2 に示す。普通強度と高強度のコンクリートを作製し、寸法は 10×10×40cm の角柱供試体とした。打設 1 日後脱型し、材齢 7 日まで湿潤養生を行った。その後、屋内、屋外の両環境に供試体を暴露し、経時的に収縮、質量変化を測定した。供試体は各環境下で 2 体作製し、結果は両者の平均とした。

計測期間中の屋内、屋外の平均気温はそれぞれ 17.8℃、14.2℃、平均湿度は 56.9%、68.8%であった。温度、湿度ともに全計測期間中の平均は若干異なるものの、日々の変動に関しては、屋内外で同様の傾向を示した。降雨、日射を除いた乾燥条件が等しいとは明言できないが、本検討では温湿度変動がさほど異なる条件下での比較に留めることとした。

3. 実験結果と考察

3. 1 屋内外の質量変化、収縮挙動の比較

紙面の都合上、配合 N のみの質量減少の経時変化を図-1 に示す。質量減少率は、供試体の質量減少量を乾燥前供試体質量で除した値である。降雨量は気象庁の埼玉県さいたま市の観測データ<sup>2)</sup>を利用した。

降雨の影響のない屋内では、乾燥によって供試体質量は単調に減少している。一方で、屋外では降雨翌日に供試体質量が増加する場合もあり、雨に曝されることで乾燥が抑制されている。特に、断続的に雨が降った乾燥時間 30 日から 120 日にかけては質量減少が緩慢となっている。乾燥時間 15 日、96 日では 120mm 以上の大雨が観測されたが、大雨による供試体質量の増加は見られない。従って、コンクリート供試体への雨水浸透は、降雨量よりも降雨時間に大きく影響を受けると推測される。

表-1 コンクリートの示方配合 (kg/m<sup>3</sup>)

配合	W/C	水	セメント	細骨材	粗骨材
N	0.424	160	377	767	978
HA	0.232	174	749	689	813
HB	0.230	165	717	608	940

表-2 コンクリートおよび骨材の諸元

配合	細骨材	粗骨材	細骨材 吸水率(%)	粗骨材 吸水率(%)	ヤング率 (kN/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
N	川砂	石灰岩 A	2.85	0.40	35.5	50.3
HA	川砂	石灰岩 A	2.85	0.40	45.8	79.9
HB	陸砂	石灰岩 B	1.83	1.12	39.3	80.0

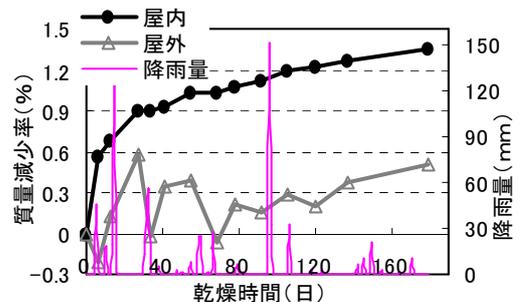


図-1 配合 N の質量変化

キーワード 収縮, 実環境, 降雨, 石灰岩, 骨材収縮

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 225 TEL048-858-3427

図-2に配合Nの収縮の経時変化を示す。屋内に暴露した供試体に比べ、屋外に暴露した供試体の収縮ひずみは小さくなった。これは、雨水がコンクリートの内部空隙に浸透することで、メニスカスが形成される空隙半径が大きくなり、収縮の主要因とされる毛細管張力が小さくなったためだと考えられる。

屋外における質量減少率と収縮量の経時変化から、降雨によって質量増加、収縮低下がもたらされることが分かった。しかしながら、これは体積表面積比の小さい供試体から得られた結果であり、部材が大きければ、雨水浸透による収縮抑制は表面部分のみであるとも考えられる。この場合、部材全体としての平均質量、収縮ひずみに雨水浸透はさほど影響しない可能性もある。従って、今後大型供試体で検証する予定である。

### 3. 2 コンクリートの収縮における骨材の影響

次に、骨材特性の違いが収縮に与える影響について議論する。

図-3に屋内に暴露した配合HAと配合HBの収縮の経時変化を示す。配合HAと配合HBの供試体の配合・圧縮強度はさほど変わらないにもかかわらず、配合HBの収縮は配合HAの収縮を大きく上回った。供試体のヤング率は異なるがその差は15%程度であり、ヤング率の違いによって倍以上の収縮差が生じるとは考え難い。同一岩石種の石灰岩を骨材に用いたにもかかわらず収縮挙動が大きく異なった理由について、骨材の物性の観点から考察を以下に加える。

表-2より、配合HAと配合HBの骨材物性の違いとして吸水率が挙げられる。細骨材の吸水率はHAの方が大きく、粗骨材の吸水率はHBの方が大きい。ただし、細骨材、粗骨材の骨材平均で考えると、吸水率はHAが1.52%、HBが1.40%と大きな違いはない。従って、骨材内水分の影響は小さいと考えられる。

コンクリートの収縮に影響を及ぼす他の骨材特性として、近年、骨材の収縮が注目されている。後藤・藤原らは、同じ石灰岩種であっても、骨材自体の収縮が異なれば、コンクリートの収縮量も異なることを実験によって確認している<sup>3)</sup>。本実験においても、コンクリート供試体の諸元および骨材物性に大きな相違がないことから、配合HBの収縮が配合HAを上回った理由として、石灰岩Bが石灰岩Aに比べ大きく収縮した可能性が示唆される。骨材収縮がコンクリートの収縮挙動に及ぼす影響を適正に把握することは今後の重要課題である。

### 4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に列挙する。

- ・ 矩形断面が10×10cmのコンクリート供試体では乾燥時の降雨の影響は大きく、屋外に暴露した供試体の質量減少、収縮ひずみは、屋内に暴露した供試体よりも小さくなった。
- ・ 雨水の表面浸透が質量増加、収縮低減をもたらすことから、コンクリートの部材表面の収縮挙動に関する実環境作用因子として、降雨の影響が大きいことが示唆された。
- ・ 収縮挙動は骨材によって大きく異なることがあり、その要因として骨材自体の体積変化の可能性が挙げられる。

### 参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会垂井高架橋損傷対策特別委員会：垂井高架橋損傷対策特別委員会中間報告書，土木学会，2005
- 2) 気象庁気象観測（電子閲覧室）：<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>
- 3) 後藤幸正・藤原忠司：コンクリートの乾燥収縮に及ぼす骨材の影響，土木学会論文報告集，No286，pp.125-137，1979.6

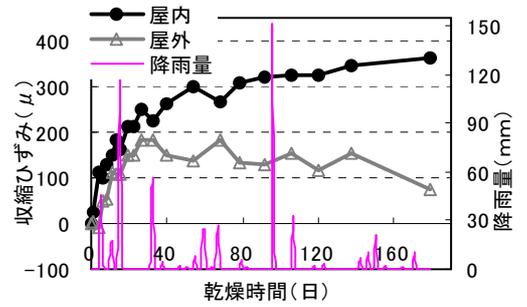


図-2 配合Nの収縮の経時変化

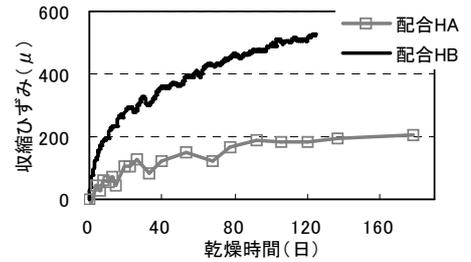


図-3 配合HAとHBの収縮の経時変化