

V-408

コンクリートの自己収縮に関する研究

岐阜大学大学院 遠藤友紀雄
 岐阜大学工学部 藤沢 匡規
 岐阜大学 森本 博昭 小柳 治

1. はじめに

通常のコンクリートの自己収縮の大きさは乾燥収縮に比べてひと桁程度小さく、一般的には無視できると説明されてきた。しかし、自己収縮はコンクリートの水セメント比が小さくなるにともない増大し、また微粉末の混入によっても大きくなる傾向にある。したがって、近年多く実用化されている高強度コンクリートは自己収縮が大きく、それがひび割れの発生原因となり得ることがあり、自己収縮問題の重要性が増しつつある。そこで本研究では、高炉スラグ微粉末を多量に混合したコンクリートの自己収縮特性を実験的に明らかにし、自己収縮に伴う拘束応力の算定法を確立することを目的とし、特に自己収縮に起因する拘束応力算定の際の、有効弾性係数の評価法について検討したものである。

2. 実験概要

本研究では、スラグ置換率70%と高炉スラグが多量に混入された、また、水結合材比30%というセメント組織の緻密な、水結合材比の低い供試体を作製し、自己収縮ひずみの測定、ならびに自己収縮拘束応力測定試験を行い、その結果から有効弾性係数を検討した。また、円柱供試体を用いて静弾性係数を測定し、有効弾性係数との比較により、自己収縮にかかわる弾性係数の低減係数についても検討を行った。比較のためにスラグ無混入のコンクリートについても検討を行った。表-1に配合を示す。

表-1 高炉スラグ微粉末混入コンクリートの示方配合

ケース	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	スラグ [*] (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材(kg/m ³)		減水剤 (cc)	スラフ ^o (cm)	空気量 (%)
					大	小			
a	115	128	298	840	530	530	12800	19.8	1.2
b	110	440	0	840	530	530	22000	20.9	2.2

なお、セメントは普通ポルトランドセメントで比重3.15、高炉スラグ微粉末は粉末度6000cm³/g、比重2.90、細骨材は比重2.60粗粒率2.97の揖斐川産川砂、粗骨材（大）は比重2.61、最大骨材寸法25mm、粗骨材（小）は比重2.61最大骨材寸法15mmいずれも揖斐川産玉砕石を使用した。減水剤はポリカルボン酸系の高性能減水剤を用いた。

自己収縮ひずみ測定試験は、10×10×40cmの供試体中央部に打設時埋設したひずみ計により材齢1日以後のひずみ計測を30分ごとに行った。供試体には、水分の逸散を防ぐために脱型後直ちに防水スプレーを塗布し、さらにその上からアルミテープで全面にシールを施し、試験期間中は供試体を湿布で覆った。

自己収縮拘束応力の測定試験は、図-1に示す拘束試験装置を用いて行った。コンクリートに生ずる拘束応力は、各4本の拘束鋼管の中央部の両面に設置した検長10mmのストレインゲージによりひずみを測定し、その値の変化により拘束応力、有効弾性係数を求めた。これも同様に、試験期間中は防水スプレー塗布、アルミテープシール、湿布を施した。

また、各ケースのコンクリートの圧縮強度および静弾性係数は、φ10×20cmの円柱供試体を用いて、1日、3、5、7、14、28日の各材齢において測定した。

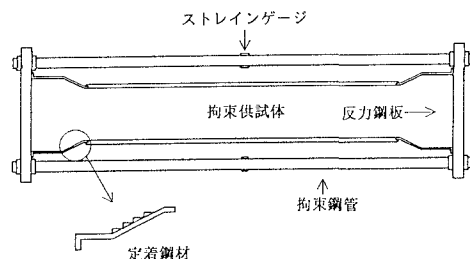


図-1 拘束試験装置

3. 結果と考察

図-2にスラグ置換率70%とスラグ無混入の供試体の自己収縮ひずみ経時変化を示す。スラグ置換率70%の供試体においては材齢14日で約 140μ 程度の自己収縮が生じ、それ以降はほとんど変化はみられない。スラグ無混入のものは、置換率70%のものに比べ少し小さくはあるがほぼ同程度の自己収縮が生じている。これらの結果から、自己収縮は若材齢からほぼ一定のスピードで進行していき、材齢14日付近で急激に進行速度が低下する傾向にあることがわかる。

図-3に拘束供試体に生じる拘束応力の経時変化を示す。材齢20日までに約 7kgf/cm^2 の引張応力が発生し、それ以降緩やかな変化となり、材齢50日で約 9kgf/cm^2 の応力が発生する結果となった。この結果から自己収縮単独の作用によりひび割れが発生する危険性は小さいが、実構造物においては自己収縮による拘束応力に温度応力が加わるため、ひび割れの発生の直接的な原因となることは十分に考えられる。

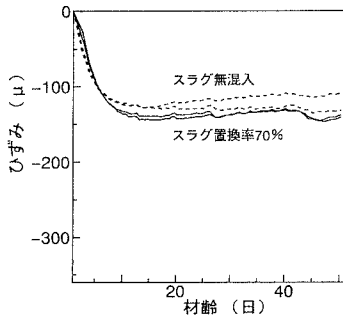


図-2 自己収縮ひずみ経時変化

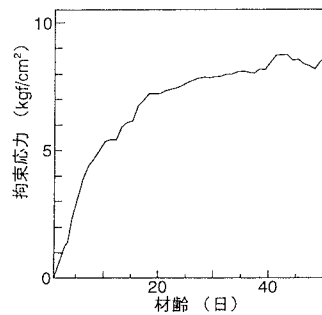


図-3 拘束応力経時変化

図-4に材齢3、5、7、14、28日における有効弾性係数と静弾性係数の比較を示す。この図から静弾性係数は材齢3日において、 $2.4 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ に対して、有効弾性係数は材齢3日で $0.37 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ を示し、かなり小さい値となっている。図-5に材齢と弾性係数の低減係数の関係を示すが、この図からみると材齢初期の低減係数は0.15程度とかなり小さい値を示す。また、静弾性係数は材齢5日から、あまり増加しないのに対して、有効弾性係数は材齢の進行にともなって増加する。その結果、低減係数は材齢の進行にともなって増加している。しかしこれに対して図-5の中に示した、温度応力に対して一般的に採用されている弾性係数の低減係数は、初期値が0.8前後で材齢の進行にともない次第に減少し、最終的には0.5~0.6付近に収束する。

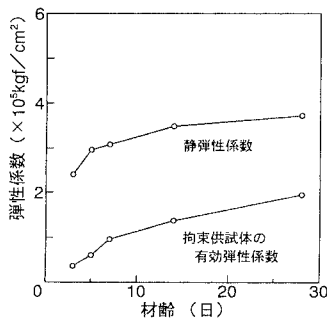


図-4 弾性係数の比較

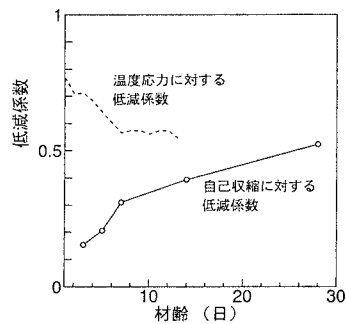


図-5 弾性係数の低減係数

4. まとめ

本研究で得られた自己収縮に対する低減係数は、温度応力に対する弾性係数の低減係数と定性的にもまた定量的にも大きく異なる結果が得られた。全般的には自己収縮に対する低減係数は温度応力のそれに比べてかなり小さく、特に若材齢時にはその値が著しく小さいことが明らかとなった。

ただし、本研究では実験データが少ないので自己収縮に対する実用的な低減係数を提案するには、さらに実験例を増やす必要がある。