

西松建設 正会員 西田 徳行
 間組 正会員 福留 和人
 東京大学 正会員 下村 匠

1. まえがき

ハイパフォーマンスコンクリート(以下、HPCと略す)は、コンクリートの品質設計を適切に行うことにより構造物に優れた耐久性能を持たせることができるコンクリートとして、現在、東京大学を中心とした研究が進められている。コンクリートに発生するひびわれは構造物の耐久性に著しい悪影響を与える場合があり、乾燥収縮によるひびわれはHPCの品質設計を行う上で重要な項目となると考える。

本研究では単位水量の変化によりひびわれ発生に関わる諸特性が変ること、ひびわれ抵抗性がどうなるかをコンクリート材料レベルで実験的に検討した。

表-1 コンクリート配合

配合	Gmax (mm)	Air (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								
					W	C	BS	FA	S	G	MC	SP	DF
1	20	2.0	31.6	51.8	160	179	165	166	857	824	—	5.865	—
2	20	2.0	44.5	51.8	190	150	139	139	857	824	0.5	2.568	0.642

注) C:普通ポルトランドセメント, BS:高炉スラグ微粉末, FA:珪砂, MC:増粘剤(メチルセルロース系), DF:消泡剤 PNT701, SP:配合1ではSP-9HS(珪砂系)、配合2ではSP-8N(ナリカチオン酸系)

表-2 計測項目および計測方法

試験	計測項目	計測間隔	計測方法
乾燥収縮試験	重量減少率, 長さ変化率(自由収縮ひずみ)	脱枠時から基本的に2日毎	重量計 コンタクトストローク-ツ(30cm)
乾燥収縮ひびわれ試験	拘束板のひずみ, ひびわれ発生日数, 試験室内の温度	コンクリート打込みから3時間毎	リキ-ストローク-ツ(中央)および熱電対
コンクリートの力学的物性値	圧縮強度 静弾性係数	基本的にひびわれ日	200t 745型-およびコンプレッサー

2. 実験概要

本実験では、3成分系HPCの粉体ベスト量を一定とし、その濃度を変えることで単位水量を配合1で160kg/m³、配合2で190kg/m³とした。表-1にコンクリート配合を示す。なお、フレッシュコンクリート

時の性状を揃えるために単位水量の多い配合については増粘剤を用いた。ひびわれ抵抗性を判断する実験方法は、JIS原案[1]に準拠した。

ただし、脱枠までの養生方法は温度20℃、湿度60%RH程度の環境下で約6日間封かんし、その後、同環境下において計測を行った。表-2に計測項目および計測方法を示す。

3. 結果および考察

乾燥収縮試験結果を図-1~3に示す。重量減少率および自由収縮ひずみは、図-1, 2に示すように単位水量の大きい方(配合2)が大きく、また、重量減少率当りの自由収縮ひずみは、図-3に示すように単位水量が小さい方(配合1)が大きい結果となった。

ひびわれ試験結果を図-4~6および表-3に示す。図-4はコンクリート打込み直後からのものであり、脱枠・乾燥開始前から拘束枠のひずみが生じていたことがわかる。これは、乾燥収縮以外の収縮がコンクリートに生じていることを示しており、主として硬化収縮によるものと考えられる。図-5は乾燥開始時からのコンクリートの拘束収縮応力であり、乾燥による応力は配合1, 2で大差がなかったが、乾燥開始前の養生期間に生じた応力をひびわれ発生直後に圧縮側に戻った値とし、乾燥

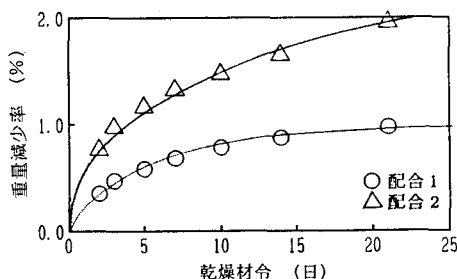


図-1 重量減少率の経時変化

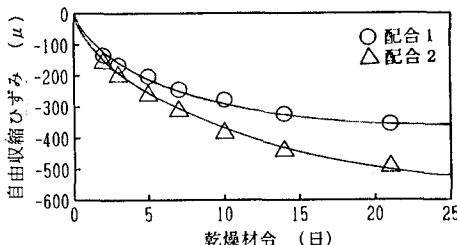


図-2 自由収縮ひずみの経時変化

収縮による応力に加えると、拘束収縮応力は図-6に示すように配合1の方が配合2よりも大きくなった。また、表-3に示すように単位水量の少ない配合1の方が、圧縮強度および静弾性係数とも大きかった。

以上のように単位水量を変化させると、ひびわれ発生に関与する様々な特性が変化することが明らかになった。しかしながら、コンクリート打込みからの平均ひびわれ発生日数は、配合1で11.7日、配合2で11.8日と大差ないという結果が得られた。

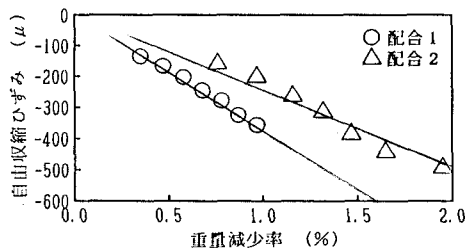


図-3 自由収縮ひずみと重量減少率

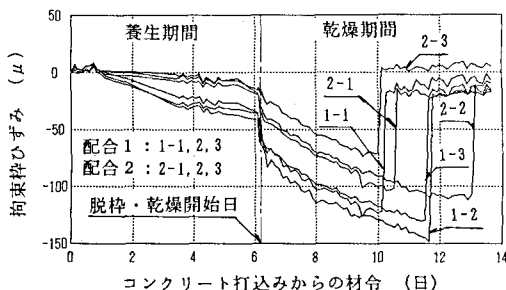


図-4 拘束収縮ひずみの経時変化

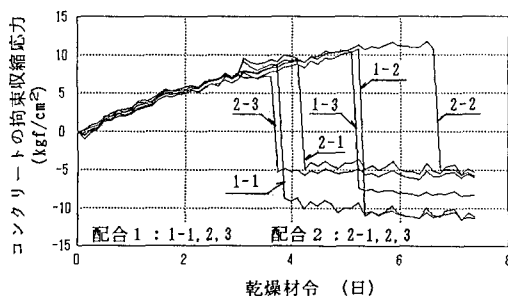


図-5 コンクリートの拘束収縮応力の経時変化

表-3 コンクリートの力学的物性試験結果

材令 (日)	乾燥 材令 (日)	配合1 (W=160kg/m³)		配合2 (W=190kg/m³)		ひびわれ 発生 供試体
		圧縮強度	静弾性係数	圧縮強度	静弾性係数	
7	0	340	—	255	—	—
11	4	424	—	337	—	1-1, 2-3
12	5	—	—	318	1.9×10^5	2-1
13	6	433	2.8×10^5	—	—	1-2, 3
14	7	—	—	332	—	2-2

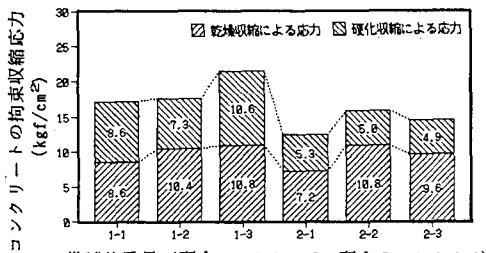


図-6 ひびわれ発生時のコンクリートの拘束収縮応力

ひびわれの発生は、コンクリート中において進行する様々な現象の相互作用の結果であり、その予測を行うためには個々の現象のメカニズムの理解にもとづいた合理的な解析法が必要である。本実験において行ったケースのように、配合を変化させることにより、複数の材料特性が同時に変化した場合、最終的なひびわれ抵抗性がどうなるかを予測するには、この種の解析法の構築が急務であると著者らは考えている。

4. まとめ

本研究では、3成分系HPCの粉体ペースト濃度で単位水量を変えたコンクリートの乾燥収縮によるひびわれ抵抗性の実験を行った結果、以下のことが明らかになった。(1) 単位水量を変化させると、ひびわれに関与する様々な特性が変化するにもかかわらず、本実験の条件下では最終的なひびわれ発生日数に差はない。(2) 乾燥開始前の発生応力は、乾燥開始後の応力に対して無視できない大きさとなる場合がある。

謝辞

本研究は東京大学岡村研究室と建設会社13社、混和剤メーカー1社の共同研究の一部であり、東京大学岡村教授ならびに小沢講師のご指導のもとに行われたものである。ここに、感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) コンクリート工学編集委員会：コンクリートの乾燥収縮ひびわれ試験方法(案)，コンクリート工学，pp. 50-51, Vol. 23, No. 3, March 1985