

シラスコンクリートの乾燥収縮ひび割れ特性に関する実験的検討

鹿児島大学 学生会員 ○小出美佐都

鹿児島大学 正会員 武若 耕司

鹿児島大学 学生会員 上村 淳也

鹿児島大学 正会員 山口 明伸

1. 目的

シラスを細骨材として用いたシラスコンクリートは、現在、土木構造物において実用化され始めている。しかし、未だ解決すべき点も残されており、その1つが、通常のコンクリートよりも単

位水量が大きいことから、乾燥収縮量が増し収縮ひび割れが発生しやすいという懸念である。そこで、本研究では、シラスコンクリートの、自由収縮試験および収縮拘束試験を実施し、シラスコンクリートの乾燥収縮ひび割れ特性について実験的検討を行った。

2. 実験概要

本実験で使用した材料は、セメントに普通ポルトランドセメント、細骨材に鹿児島県横川町産シラス（表乾密度 2.20g/cm^3 、吸水率 6.54% ）および比較用の川砂（表乾密度 2.65g/cm^3 、吸水率 1.93% ）、粗骨材に碎石を用いた。検討を行ったコンクリートの配合を表-1に示す。シラスコンクリートは、混和剤として高性能 AE 減水剤（以下 SP）を用いたものと AE 減水剤（以下 AE）を用いたものの2種類を検討の対象とし、また、比較用に AE 使用の川砂コンクリートを用い、それぞれ水セメント比が 40、50、60% の3水準について、目標スランプ値を $10\pm 1\text{cm}$ 、目標空気量を $4.5\pm 0.5\%$ として、配合を定めた。なお、表中の各混和剤の使用量は粉体量に対する割合であり、シラス SP およびシラス AE については、セメント重量とシラス微粉末重量の和に対する割合、川砂 AE についてはセメント重量に対する割合である。実験には、図-1 に示す拘束供試体ならびに自由供試体の2種類を用いることとし、各配合で3体ずつ作製し、その後7日間湿潤養生ののちに脱型したものを試験に供した。表-2 に実験

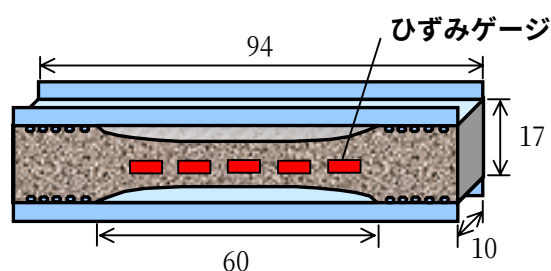
方法を示す。このうち、拘束供試体の試験方法は JIS A 1151 に準拠し、供試体に発生するひび割れの確認は、目視によって毎日1回行い、貫通ひび割れが確認できた時点をひび割れ発生乾燥材齢とした。さらに、ひずみゲージによりひび割れが発生するまでのコンクリートのひずみを1時間おきに測定し、その収縮ひずみの急変点からも合わせてひび割れ発生時の確認を行った。なお、ひずみゲージは、図-1 a) に示すようにコンクリート表面（打設時底面）に 10cm 間隔で5箇所貼り付けた。自由供試体を用いた自由収縮ひずみ測定は、端部にプラグゲージを埋め込み、JIS A 1129-3 に準拠して行った。

表-1 コンクリートの配合および28日圧縮強度

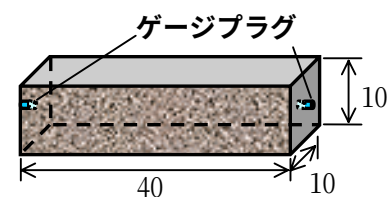
コンクリートの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)							100倍希釈	スランプ値 (cm)	空気量 (%)	28日強度 (N/mm ²)
			W	C	シラス	川砂	G	SP (%)	AE (%)	Air希釈 (%)			
シラスSP	40	31.0	203	508	403	—	1069	0.85	—	0.20	11.0	4.9	56.3
	50	33.0	195	390	462	—	1117	0.85	—	0.15	10.0	4.8	40.5
	60	35.0	195	325	506	—	1119	1.05	—	0.19	10.0	4.5	30.6
シラスAE	40	31.0	219	548	384	—	1017	—	0.45	0.25	10.5	4.0	57.5
	50	33.0	210	420	444	—	1074	—	0.36	0.24	10.0	4.0	40.4
	60	35.0	210	350	388	—	1080	—	0.48	0.19	11.0	4.3	32.1
川砂AE	40	41.5	173	433	—	709	989	—	0.28	0.18	10.0	5.0	51.6
	50	43.5	173	346	—	775	996	—	0.24	0.18	10.0	4.1	44.1
	60	45.5	173	288	—	833	986	—	0.20	0.10	11.0	4.3	31.4

表-2 実験方法の要因と水準

拘束条件	環境条件	測定項目
拘束	恒温恒湿 ($20\pm 2^\circ\text{C}$, $60\pm 5\%$)	・ひび割れ発生の確認 ・ひずみ測定
自由		・自由収縮ひずみ測定



a) 拘束供試体



b) 自由供試体

図-1 供試体の概要図<単位:cm>

キーワード シラスコンクリート、乾燥収縮、ひび割れ、単位水量、シラス

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 TEL 099-285-8471

3. 実験結果および考察

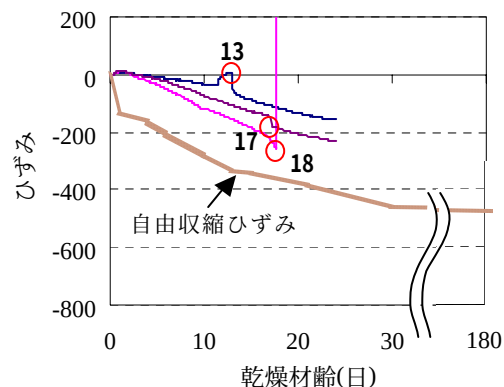
拘束供試体におけるひび割れの発生状況は、いずれの供試体とも、まず、打設時上面に1本あるいは複数の目視で確認できる程度のひびが発生し、その後、その中の1本が反対側の面(打設時底面)まで進行して、貫通ひび割れとなった。

図-2に、拘束供試体に発生したひずみの経時変化の一例として、最も自由収縮が大きかった $W/C=60\%$ について示す。なお、図中のひずみは、ひび割れ直近のひずみゲージによるひずみであり、同一条件で3体ずつある供試体についてそれぞれ示すとともに、ひび割れ発生時点とそのときの乾燥材齢についても図中に表記した。また、併せて自由供試体で測定された自由収縮ひずみも示した。この図において、ひび割れ発生乾燥材齢について見ると、シラスコンクリートの方が川砂コンクリートよりも、幾分早くひび割れが発生する傾向にあるが、それほど大きな差は認められない。ただし、ひずみ急変時のひずみ挙動に着目すると、川砂コンクリートでは、収縮しているひずみが急激に変化し、その急変が生じた時点と収縮ひび割れの貫通が確認された時点とが一致するのに対して、シラスコンクリートでは、川砂コンクリートのような状況を示すものは少なく、シラス AE では、ひずみは収縮から膨張に穏やかに転じ、貫通ひび割れが確認される時点とひずみの急変点とは必ずしも一致していない。また、シラス SP では、ひずみに急激な変化が認められない状況で貫通ひび割れが確認されるような状況も認められた。

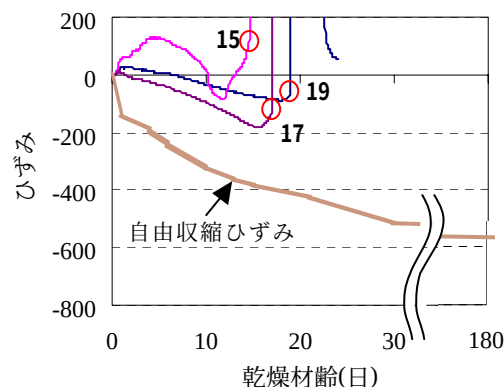
図-3には、拘束供試体にひび割れが発生するまでの収縮ひずみの最大値とその時点での自由収縮ひずみとの差、すなわちひび割れ発生時にコンクリートに発生していたと予測される引張ひずみと、ひび割れ発生乾燥材齢との関係を示した。この結果から、まず、ひび割れの発生材齢は、 W/C が同じ場合、シラスコンクリートが川砂コンクリートよりも短く、特に、この傾向は $W/C=40\%$ で顕著であったが、 W/C が増加するに従って両者の差は小さくなる傾向にあった。一方、ひび割れ発生時にコンクリート内に推定される引張ひずみについては、川砂コンクリートでは概ね $50\sim 200\mu$ の範囲であったが、シラスコンクリートでは、この引張ひずみの範囲が $50\sim 350\mu$ となり広範囲にばらつくとともに、 W/C が同じ場合、川砂コンクリートより全体的に大きな値を示していた。この結果と図-2で示した拘束時のコンクリートひずみ挙動から、シラスコンクリートにおいては、ひび割れが貫通するまでの時期に、コンクリートが塑性的な挙動を示している状況が想定され、その原因の1つとしてコンクリート内部に微細ひび割れが発生している可能性が示唆された。

4. まとめ

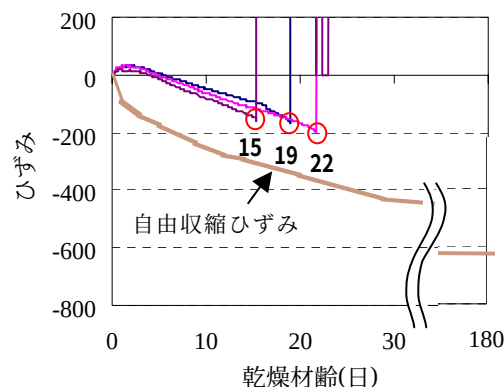
拘束を受けたシラスコンクリートの乾燥収縮ひび割れ抵抗性は、普通コンクリートよりは劣るものの、水セメント比が50%程度以上では顕著な差は見られなくなる。一方で、シラスコンクリートでは、乾燥時にコンクリート内部に微細なひび割れが発生する可能性のあることが示唆された。



a) $W/C=60\%$ シラス SP



b) $W/C=60\%$ シラス AE



c) $W/C=60\%$ 川砂 AE

※図中の○は目視によるひび割れ発生時点、
"数字"はひび割れ発生時の乾燥材齢を示す。

図-2 拘束供試体におけるひずみ変化

◆シラス SP40 ◆シラス SP50 ◆シラス SP60
■シラス AE40 ■シラス AE50 ■シラス AE60
▲川砂 AE40 ▲川砂 AE50 ▲川砂 AE60

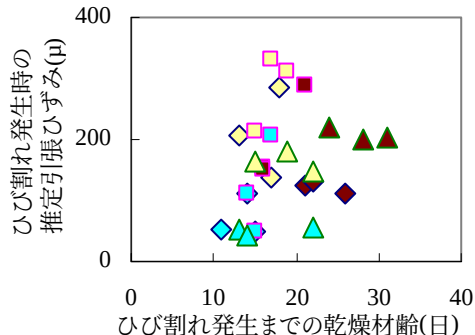


図-3 ひび割れ発生時における
引張ひずみと乾燥材齢の関係