粗骨材の付着および吸水特性がコンクリートの乾燥収縮に与える影響

名古屋工業大学　学生会員　○楠見　将司
名古屋工業大学　学生会員　青山　祥梧
名古屋工業大学　フェロー　梅原　秀哲
名古屋工業大学　正会員　吉田　亮

1　はじめに

近年、コンクリート構造物で、予想を大きく超えたひび割れが発生した事例が報告されるようになった。その原因にはコンクリート中の多くを占める粗骨材自身の体積変化が挙げられる。現在までに、粗骨材がコンクリートの乾燥収縮に与える影響として、水分移動による粗骨材自身の体積変化、粗骨材がコンクリートの収縮を拘束する働きの2つが挙げられている。[1)] 本研究では、粗骨材種によるコンクリートの乾燥収縮への影響の把握を目的とし、上記の2つの要因を吸水シリーズおよび拘束シリーズに分類し、検討を行った。

2　実験概要

使用する粗骨材は普通粗骨材として、岩種および産地の異なる勢濃産砂岩、岡崎産砂岩、輝緑岩、石灰岩の4種を選定した。比較用骨材として、上記の普通粗骨材に水分移動を抑制するために、ウレタン樹脂系コーティングした粗骨材を吸水シリーズで用いた。また、拘束シリーズでは上記のコーティング粗骨材に加え、鉄球、さび鉄球、ビー玉、発泡スチロールの球形粗骨材を用いて表面性状および骨材形状による比較を行った。各粗骨材を用いた供試体の配合を表1に示す。各試験については、JIS A 1110-2006 に従って粗骨材の吸水率および密度試験を行い、コンクリートの乾燥収縮測定を JIS A1129-3:2010 に従ってダイヤルゲージ法で行った。打設後7日まで水中養生した供試体を用い、20±2℃、R.H.60%の環境で6か月間測定を行った。圧縮強度試験は、JIS A 1108-2006 に従って行った。

表1　コンクリート供試体の配合

呼称	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m³)				減水剤	消泡剤
			W	C	S	G		
勢濃	50	45	175	350	858	1072	5.25	0.175
岡崎						1056		
石灰						1052		
輝緑						1107		
勢濃コ						1072		
岡崎コ						1056		
石灰コ						1052		
輝緑コ						1107		
鉄球						3063		
さび鉄球						3063		
発ス						20		
ビー玉						725		

3　実験結果、考察

3．1　吸水シリーズ

各粗骨材種の吸水率および表乾密度を表2に示す。また、普通およびコーティング粗骨材を用いたコンクート供試体の乾燥収縮ひずみを図1に示す。普通粗骨材を用いた供試体について、6ヶ月後の乾燥収縮ひずみは、石灰岩が最も小さく、他の普通粗骨材と比較すると 100～150μ程度小さい値となった。この理由として、石灰岩は他の普通粗骨材より水分移動が少なく、水分の逸散による粗骨材自体の収縮が小さいことが考えられる。また、普通粗骨材を用いた供試体とコーティング粗骨材を用いた供試体との比較を行うと、勢濃・岡崎砂岩についてはコーティング粗骨材の乾燥収縮ひずみが 70～100μ程度小さい値となった。そして、石灰岩は粗骨材内の水分移動が少ないため、コーティングした石灰岩とほとんど同じ値となった。以上から、コンクリートの乾燥収縮には、水分の逸散による粗骨材自体の収縮が大きく影響していると考えられる。

表2 吸水率・表乾密度

	吸水率(%)		表乾密度 (g/mm³)	
呼称	普通	コーティング	普通	コーティング
勢濃	0.84	0.54	2.65	2.65
岡崎	0.70	0.63	2.65	2.63
石灰	0.44	0.34	2.69	2.66
輝緑	0.92	0.82	2.84	2.82

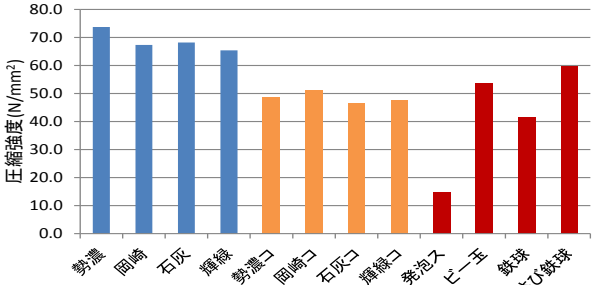

図2 圧縮強度

キーワード：乾燥収縮、粗骨材、吸水率
連絡先：〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町　名古屋工業大学大学院　TEL 052-735-5489

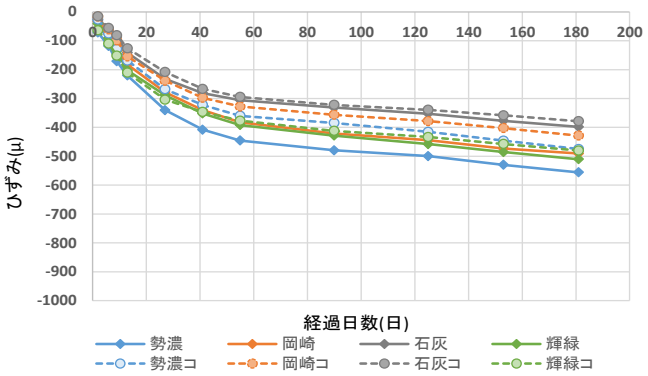

図１　普通、コーティング粗骨材
コンクリートの乾燥収縮ひずみ

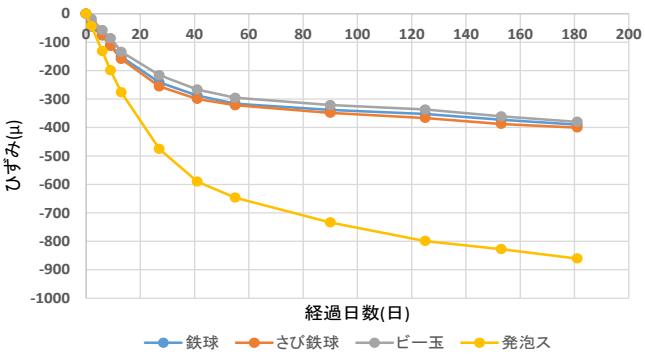

図３　球形粗骨材
コンクリートの乾燥収縮ひずみ

３．２　拘束シリーズ

３．２．１　圧縮強度

材齢 98 日での圧縮強度を図 2 に示す。普通粗骨材とコーティング粗骨材を用いた供試体の圧縮強度を比較すると、全ての粗骨材でコーティング粗骨材の強度が 15～25 N/mm^2 程度小さくなった。この要因としては、コーティングによって骨材のモルタルとの付着力が低下し、圧縮強度に影響を及ぼしたことが考えられる。次に、普通粗骨材と球形粗骨材を用いた供試体の圧縮強度の比較をすると、鉄球、さび鉄球、ビー玉、発泡スチロールの球形粗骨材はいずれも普通粗骨材よりも圧縮強度が小さくなった。これは、普通粗骨材の粒形が球形粗骨材よりも不均一で角張っているため、モルタルとの付着力が大きくなったからと考えられる。一方、発泡スチロールはそれ自体の圧縮強度がセメントペーストの圧縮強度よりもかなり小さいため、圧縮強度が大幅に低下した。また、鉄球とさび鉄球の比較を行うと、さび鉄球の圧縮強度のほうが大きくなり、これはさびにより粗骨材表面を凹凸にしたことで、モルタルとの付着力が増加し、差が生じたものと考えられる。以上のことから、粗骨材における粒形や表面形状の違いはモルタルとの付着に影響し、圧縮強度に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

３．２．２　乾燥収縮ひずみ

球形粗骨材を用いたコンクリート供試体の乾燥収縮ひずみの測定値を図 3 に示す。鉄球、さび鉄球、ビー玉の乾燥収縮ひずみはほぼ同じ値となり、発泡スチロールのみ大きな値を示した。粗骨材はコンクリートの収縮を拘束する役割を持っているが、ヤング係数が極端に小さい発泡スチロールはコンクリートの収縮を拘束できていないと考えられる。一方、鉄球はビー玉に比べてヤング係数は大きいが、乾燥収縮ひずみがほぼ同じ値となり、ビー玉と同程度のヤング係数があればコンクリートの乾燥収縮のような比較的小さい応力下において、ヤング係数の影響が小さいと考えられる。また、鉄球とさび鉄球の乾燥収縮ひずみは同程度となり、鉄球のさび程度の付着力の変化では、コンクリートの乾燥収縮のような比較的小さい応力下において乾燥収縮ひずみに影響が小さいと考えられる。

図 1、3 から、石灰岩やコーティング粗骨材および鉄球、さび鉄球、ビー玉の球形粗骨材 3 種類を用いた供試体を見ると、乾燥収縮ひずみはほぼ同じ値を示した。これは、水分移動が少なく、コンクリートの乾燥収縮のような比較的小さい応力下では、モルタルとの付着力の差や粗骨材自体のヤング係数の差による乾燥収縮ひずみへの影響が小さいからと考えられる。

４　まとめ

① 各粗骨材において、コーティング粗骨材の方がコンクリート供試体の乾燥収縮ひずみが小さく、コンクリートの乾燥収縮には、水分の逸散による粗骨材自体の収縮が大きく影響することが明らかとなった。

② 粗骨材とモルタル間の付着力や粗骨材自体のヤング係数は、圧縮強度試験のような大きな応力が作用する場合は大きく影響するが、乾燥収縮のような小さな応力が作用する場合は乾燥収縮ひずみにほとんど影響しないことが明らかとなった。

<参考文献>

1) 青山祥梧ほか、粗骨材の吸水性状，ヤング係数および付着性状がコンクリートの乾燥収縮に与える影響、土木学会第 71 回年次学術講演会概要集、V-303、2016.9