

リサイクル骨材を用いたコンクリートの性状および硬化物性に関する研究 その5 長さ変化および耐凍害性

正会員 ○鈴木 峰人*1 同 山崎 順二*2
同 徳増 俊彌*3 同 船尾 孝好*4
同 中尾 陽一*5 同 西邨 知之*6

再生骨材コンクリート 乾燥収縮率 耐凍害性
回収骨材 再生骨材 団粒化骨材

1. はじめに

前報その4では、リサイクル骨材を用いたコンクリートの硬化物性を調査するために、圧縮強度試験および透気性および透水性について報告した。本報では、引き続いて実施した長さ変化試験および凍結融解試験の結果を報告する。試験に使用した調査は、前報その1で示した30-18-20Nである。また、骨材置換率の組合せは、表1に示すとおり6調査を設定した。設定した6調査についてリサイクル骨材の異なる3工場で各々実施した。なお、調査SG-0は、凍結融解試験を省略した。実施工場が使用したリサイクル骨材の組合せは、前報その1の表1を参照。

2. 長さ変化試験結果および考察

長さ変化試験は、JIS A 1129-2に準拠し、乾燥開始材齢7日(材齢1日脱型後、20°C水中養生)で試験を行った。工場ごとに実施した長さ変化試験結果および質量変化の推移を図1から図3に示す。測定期間が試験方法で定められた26週間に及ばなかったため、長期の乾燥収縮ひずみを短期の乾燥収縮率の測定値から推定する方法としてJASS 5に記載されている保存材齢13週からの早期判定式の係数1.13を用いた推定値もデータとして取り入れた。

再生砕石R1および団粒化骨材Dを用いたコンクリートは、新粗骨材および回収骨材Kを用いたコンクリートと比較すると長さ変化率および質量変化率が大きくなる。この傾向は、再生砕石R1および団粒化骨材Dの混入割合が大きいほど顕著となっている。これはリサイクル骨材中の付着モルタルの収縮が影響していると考えられる。

再生砕石R1および団粒化骨材Dは、新骨材の周りにセメントペーストが付着したものであるため骨材そのものが同じ体積の新骨材に比べて小さく、期待される収縮を拘束する効果が小さくなると考えられる。

吸水率は、回収骨材Kの細骨材2.73%、粗骨材1.30%と比較すると再生砕石R1の細骨材8.10%、粗骨材5.80%、団粒化骨材Dの細骨材6.79%、粗骨材3.26%が大きく、その吸水された水も設計単位水量に加算されて収縮量が大きくなると考えられる。

表1 骨材置換率の組合せ

調査記号	骨材置換率 (容積比) (%)			
	新細骨材	リサイクル細骨材	新粗骨材	リサイクル粗骨材
SG-0	100	—	100	—
SG-20	80	20	100	—
S-50	50	50	100	—
G-50	100	—	50	50
SG-50	50	50	50	50
SG-100	—	100	—	100

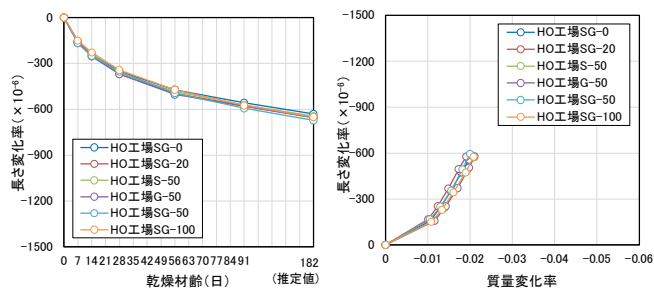


図1 長さ変化率および質量変化率(回収骨材 K)

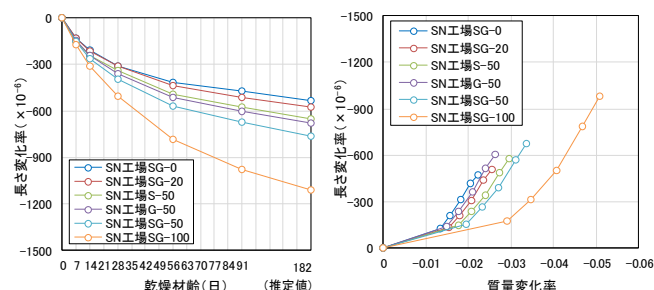


図2 長さ変化率および質量変化率(再生砕石 R1)

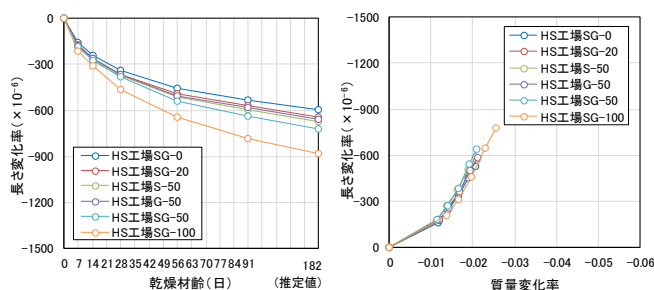


図3 長さ変化率および質量変化率(団粒化骨材 D)

3. 凍結融解試験結果および考察

使用材料ごとの凍結融解試験における相対動弾性係数および質量減少率の変化を図4から図6に示す。

試験方法はJIS A 1148 A法に準拠し、供試体作製後、材齢28日まで水中養生を行い、その後に凍結融解試験を実施した。基本となる凍結融解試験1サイクルとして、凍結から融解に至る工程は、供試体の中心温度が+5℃から-18℃までを240分で往復するように設定した。

実験の結果、相対動弾性係数が判定基準である60%に満たないものが多い結果となった。凍結融解試験終了時の相対動弾性係数とその時点での凍結融解促進サイクル数を表2に示す。回収骨材KについてはSG-100が120サイクル終了時点で、再生砕石R1では全てのSおよびGの組合せにおいて一次共鳴振動数が測定不能となった。一方、団粒化骨材DではSG-50以外は高い凍結融解抵抗性を有することが確認できた。

また、回収骨材Kは、図4に示すように、調合G-50が240サイクル、調合SG-50が180サイクル、調合SG-100が60サイクルの時点で相対動弾性係数が60%を下回り、リサイクル骨材の置換率が大きいほど相対動弾性係数の低下率が顕著となった。

再生砕石R1は、図5に示すように、すべての調合が150サイクルの時点で相対動弾性係数が60%を下回った。置換率が100%の調合の低下率が最大であったが、その次に粗骨材のみを50%だけ置き換えた調合の順序となった。これは、凍結融解の劣化に対して、再生砕石R1の細骨材RS1よりも粗骨材RG1の影響の方が大きいと考えられる。

団粒化骨材Dは、図6に示すように、調合SG-50のみが、210サイクルの時点で相対動弾性係数が60%を下回り、その他のSおよびGの組合せにおいて高い凍結融解抵抗性を有している。SG-50の挙動については今後の検討が必要であるが、質量減少率が210サイクル以降で低下傾向にあることから、供試体内部では凍結融解による膨張作用によって微細なひび割れが進展していたものと推察される。また、SG-100の質量減少率が特異な挙動を示しているが、凍結融解初期に供試体表層部が大きな損傷を受けており、SG置換率が大きくなるほどマトリックスが脆弱となりスケーリングが進行しやすくなると考える。

4. まとめ

長さ変化試験の結果から、再生砕石R1と団粒化骨材Dは、製造過程において付着モルタルが発生するため、コンクリートの骨材として使用した場合、置換率が大きくなるほど長さ変化率が大きくなる。また再生砕石R1は、

表2 相対動弾性係数と試験終了時のサイクル数

リサイクル骨材	相対動弾性係数 ()内はサイクル数				
	SG-20	S-50	G-50	SG-50	SG-100
K	77.0%(300)	93.3%(300)	19.7%(300)	13.0%(300)	16.5%(120)
R1	51.1%(150)	27.7%(120)	39.6%(90)	35.3%(150)	34.5%(30)
D	94.0%(300)	68.3%(300)	93.3%(300)	21.0%(300)	89.3%(300)

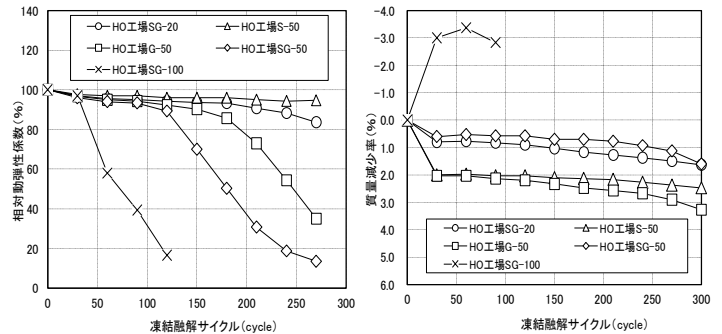


図4 相対動弾性係数および質量減少率(回収骨材K)

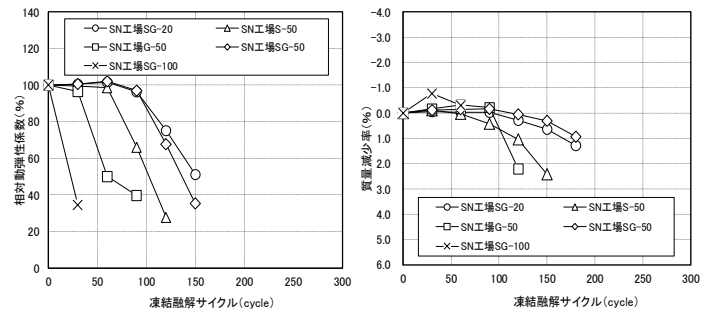


図5 相対動弾性係数および質量減少率(再生砕石R1)

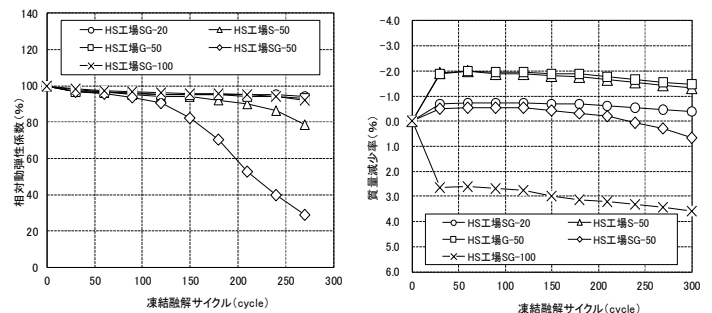


図6 相対動弾性係数および質量減少率(団粒化骨材D)

凍結融解試験での相対動弾性係数が判定基準となる60%を下回っており、骨材自体がポーラスな状態であると考えられる。

以上のことから、再生砕石R1や団粒化骨材Dを用いたコンクリートを構造物に適用する際には、使用部位と構造物のおかれる環境条件に応じた骨材選定とその組合せに配慮し、適切な置換率を設定することが重要となる。

*1 岡本生コンクリート *2 浅沼組
*3 報栄生コン *4 阪神生コン建材
*5 関西宇部 *6 稲田已建材

*1 Okamoto Concrete Corporation *2 Asanuma Corporation
*3 Hoei Readymixed Concrete Co.,Ltd *4 Hanshin Ready Mixed Concrete Corporation
*5 Kansai Ube Co.,Inc *6 Inadami Kenzai