

スラグの膨張性を利用した自然回帰型ポーラスコンクリートに関する研究

石川工業高等専門学校 学生会員 ○河合 克仁

石川工業高等専門学校 正会員 福留 和人

石川県庁 中出 康太

1. はじめに

ポーラスコンクリートは、植生の観点では空隙量が多いことが望ましいが、空隙量の増大とともに強度、耐久性が低下する。従来、ポーラスコンクリートは所要の強度・耐久性が求められるため、空隙量が制限され植物の種類や量に制約が生じてしまう。そこで、植物が生育する過程ではポーラスコンクリートが地盤を安定化させる役割を担い、植物の生育後は根の掌握力により地盤を安定させるという考え方で、植物の着生後、崩壊し自然回帰するポーラスコンクリートが検討されている¹⁾。本研究では、製鋼過程で副産される転炉スラグの膨張性を利用して自己崩壊特性を付与するという着想により、“自然回帰型ポーラスコンクリート”の開発を進めるものである。これまでの検討により、エージング処理していない転炉スラグ（以下、未エージング）を用いたポーラスコンクリートは、80℃の温水浸漬により崩壊することが確認され、未エージングの転炉スラグの使用により自己崩壊特性を付与できる可能性があることが示唆された²⁾。本報では、自己崩壊するための適切な配合条件の検討および自己崩壊に至る期間の予測手法の検討を目的に実施した実験の結果について報告する。

表-1 使用材料

材料	種類	仕様
セメント	普通ポルトランド	密度 3.15g/cm ³
転炉スラグ	未エージング (5mm でふるい分け)	密度 3.30g/cm ³ 実積率 63.9% 水浸膨張比 4.3%
混和剤	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸 エーテル化合物

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

表-1 に使用材料を示す。セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。転炉スラグは、発生直後のエージング処理前の未エージングのものであり、水浸膨張比は高い。粒度も未調整であり、5mm ふるいで残留したスラグ粗骨材として使用した。コンクリートの配合を表-2 に示す。水セメント比は一定とし、空隙率を 3 水準設定した。供試体は、φ10×20cm の円柱供試体とし、条件毎に 3 本作製した。

表-2 ポーラスコンクリートの配合

ペースト空隙比	設計空隙率 (%)	水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)			
			水	セメント	転炉スラグ	高性能 AE 減水剤
0.375	23	30	66	220	2110	2.20
0.500	18		88	293		2.93
0.625	14		110	367		3.67

表-3 目視観察結果

浸漬温度	ペースト空隙比 (空隙率)	結果
30℃	0.375 (23%)	20 週, 1 本ひび割れ, 2 本: 健全
	0.500 (18%)	健全
	0.625 (14%)	健全
40℃	0.375 (23%)	6-7 週ひび割れ, 7-10 週崩壊
	0.500 (18%)	1 本: 7 週ひび割れ, 9 週崩壊, 2 本: 健全
	0.625 (14%)	2-3 週崩壊, 1 本: 健全
50℃	0.375 (23%)	4-5 週ひび割れ, 5-8 週崩壊
	0.500 (18%)	4-5 週ひび割れ, 5-6 週崩壊
	0.625 (14%)	6 週ひび割れ, 7 週崩壊, 1 本: 健全

(2) 崩壊特性評価試験

ポーラスコンクリートの自己崩壊特性を温水浸漬による促進試験により評価した。浸漬温度は、30, 40 および 50℃とし、標準水中養生 28 日後に浸漬を開始した。

(3) 測定項目および測定方法

測定項目は、目視観察、質量および超音波伝播速度（円柱供試体の高さ方向）とし、測定頻度は、30℃では 4 週毎、40, 50℃では

キーワード ポーラスコンクリート, 転炉スラグ, 自然回帰, 自己崩壊, 温水浸漬試験

連絡先 〒929-0392 石川県津幡町北中条 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL 076-288-8162

1週毎とした。

3. 試験結果

表-3 に温水浸漬試験の目視観察結果を示す。浸漬温度 30℃では、浸漬 20 週において空隙率の大きい配合で 3 本中 1 本ひび割れが発生したが、その他は、ひび割れ、崩壊は生じていない。浸漬温度が 40, 50℃と高くなるほど崩壊に至る割合が高くなり、40℃では、2/3 程度、50℃では、ほとんどの供試体が崩壊に至っている。これらの変状は、転炉スラグに含まれる遊離石灰 CaO の膨張によるものであると考えられる。空隙率が崩壊特性に及ぼす影響は、顕著ではないが、全体には、空隙率が高いほど崩壊に至る割合が高くなる傾向が見られる。

図-1 に浸漬期間と超音波伝播速度の関係を示す。ここで、30℃は、3 本の平均値を、40, 50℃は、1 本毎の測定値を示す。なお、超音波伝播速度の 1000m/sec.以下への急激な低下は、崩壊に至り超音波伝播速度の測定が不可となったこと示している。全体的な傾向として、目視によるひび割れ確認と超音波伝播速度の低下は、おおよそ対応している。浸漬温度 30℃の 2 本、40℃の 2 本および 50℃の 1 本は、目視によりひび割れは確認されていないが、超音波伝播速度は、低下傾向にあり、内部ではスラグの膨張によるひび割れが進展しているものと推察される。30℃では、ひび割れしか観察されていないが、徐々に損傷が進展していることが伺える。

図-2 に浸漬温度と崩壊に至るまでの期間の対数の関係を示す。実験データが少なく、また、ばらつきがみられるが、浸漬温度と崩壊に至るまでの期間の対数は、おおよそ直線関係にあり、30℃以下の自然環境下では、100 週（数年）のオーダーで自己崩壊に至る可能性がある。

4. まとめ

転炉スラグの膨張性を利用した自然回帰型ポーラスコンクリートの検討を行った。結果を以下にまとめる。

- 1) 浸漬温度が高いほど崩壊に至る割合は高くなり、40, および 50℃では崩壊に至った。
- 2) 超音波伝播速度の低下とひび割れ発生、崩壊挙動は、おおよそ対応している。
- 3) 浸漬温度と崩壊に至るまでの期間の対数は、おおよそ直線関係にあり、30℃以下の一般的な自然環境下では、100 週（数年）のオーダーで自己崩壊に至る可能性がある。

参考文献

- 1) 外久保徹, 小山田哲也, 藤原忠司: 河川護岸での崩壊を目的とした自然回帰型ポーラスコンクリートに関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会, V-33, 2007
- 2) 中出康太: 転炉スラグを用いたポーラスコンクリートの自然崩壊特性に関する研究, 平成 29 年度環境都市工学科卒業研究論文集, 石川工業高等専門学校, pp.5-10

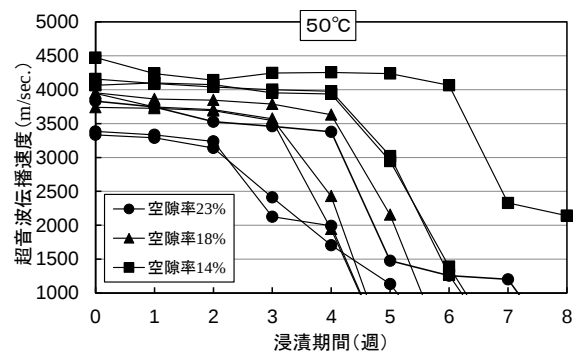
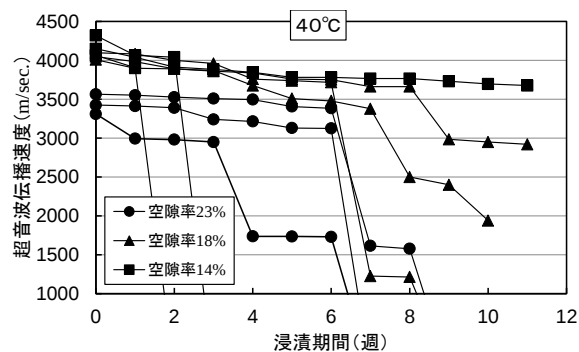
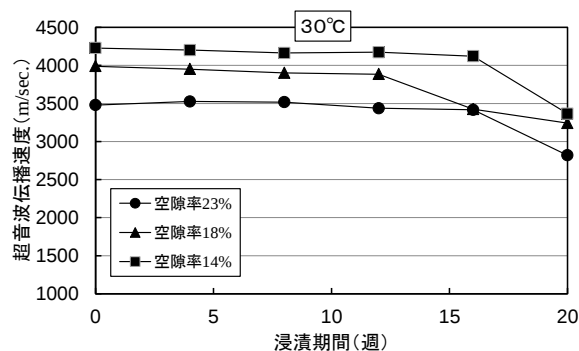


図-1 浸漬期間と超音波伝播速度の関係

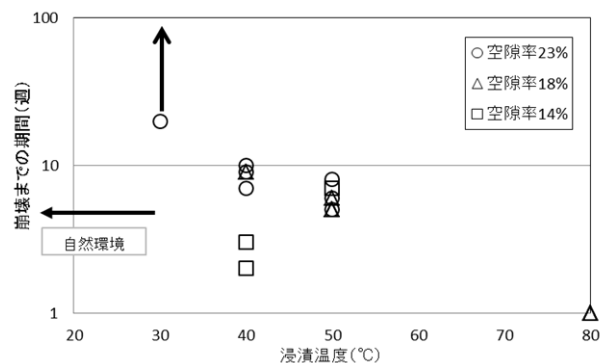


図-2 浸漬温度と崩壊に至る期間の関係