

補修剤封入セラミック骨材によるコンクリートの自己修復機能付加に関する基礎的研究

茨城大学 大学院 ○ 学生会員 須藤秀人
茨城大学 工学部 正会員 沼尾達弥
茨城大学 工学部 正会員 木村 亨

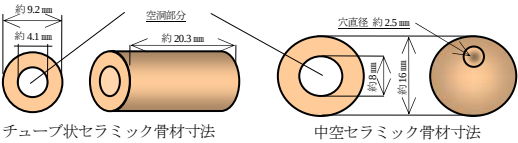
1. 目的

コンクリートの損傷および劣化を防ぐことは、高水準の安全性と長期使用に関連して非常に重要な課題である。その対策として材料に知性化をもたらすインテリジェントマテリアル¹⁾に関心が高まっている。本研究におけるインテリジェントマテリアルとは、補強やサブシステムを持つ複雑化した構造体ではなく、単純で作製やメンテナンスが容易な建設材料となる機能性付加型コンクリートの提案を目的としている。そのための一つの手法として補修剤を内包したセラミック製の骨材を用い、機能性付加型コンクリートの可能性を実験的に検討した。

2. 実験方法

2.1 補修剤封入セラミック骨材の概要

本実験で用いたセラミック骨材の寸法を図1に示す。チューブ状および中空セラミック骨材の空洞部分に補修剤（コンクリート改質剤）を注入作製した。



2.2 試験体

試験体の概要を図2に、試験体の種類を表1に示す。本実験ではセラミック骨材は荷重支点間の引張側および圧縮側のみの配置とした。破壊型式を変化させるため主筋量(P/P_b)を圧縮側破壊 $P/P_b=0.90\sim0.95$ 、引張側破壊 $P/P_b=0.70\sim0.75$ の2種類とし、 $150\times200\times1700\text{ mm}$ の鉄筋コンクリート（以下、RC）梁を作製した。養生は湿布養生とし、養生28日目に曲げ試験を行った。また、同時に円柱供試体（ $\phi100\times200$ ）を作製した。

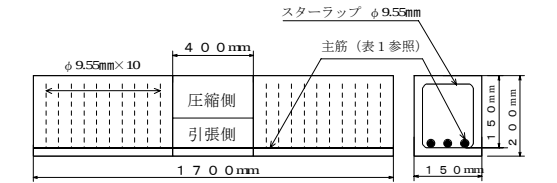


図2 試験体概要

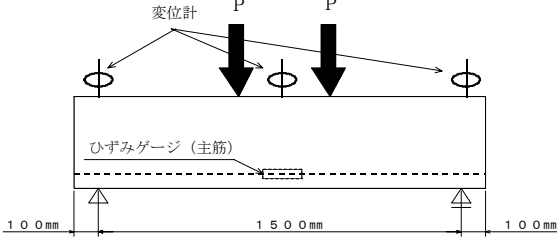


図3 荷重試験方法

2.3 試験方法

荷重試験方法を図3に示す。荷重時には、梁中央のたわみと主筋ひずみを測定した。荷重試験では、5回の繰り返し荷重を行った。荷重2回目までは、ひび割れ発生を統一するために、鉄筋ひずみが 1200μ まで荷重後、直ちに除荷した。3～5回目は最大荷重載荷後、直ちに除荷した。なお、3回目および4回目は荷重後、補修効果を高めるため、ひび割れ部に散水した。また、円柱供試体は最大荷重載荷後、直ちに除荷した。円柱供試体の繰り返し圧縮荷重試験は荷重回数4回で行った。

3. 実験結果および考察

3.1 円柱供試体を用いた繰り返し圧縮荷重試験結果

水セメント比40%および60%における荷重回数ごとの圧縮強度比の変化を図4に示す。なお、圧縮強度比とは、荷重回数1回目の圧縮強度と荷重回数時の圧縮

表1 供試体の種類

W/C (%)	セラミック骨材の種類	補修剤混入率 (vol.%)	配置	RC梁記号	RC梁の主筋種類と本数	円柱供試体記号
40	チューブ状	0	引張側	40NS	D22×2, D13	40N
			圧縮側	40NC	D25×2, D13	
		2.5	引張側	40TS2.5S	D22×2, D13	40TS2.5
			圧縮側	40TS2.5C	D19×2, D22	
		5	引張側	40TS5.0S	D22×2, D13	40TS5.0
			圧縮側	40TS5.0C	D22×2, D10	
	中空	0	引張側	40NS	D10×2, D19	40N
		2.5	引張側	40ES2.5S	D10×2, D19	
			圧縮側	40ES2.5C	D16×2, D10	
60	チューブ状	0	引張側	60NS	D22×2, D13	60N
			圧縮側	60NC	D25×2, D13	
		2.5	引張側	60TS2.5S	D22×2, D13	60TS2.5
			圧縮側	60TS2.5C	D19×2, D22	
		5	引張側	60TS5.0S	D22×2, D13	60TS5.0
			圧縮側	60TS5.0C	D19×3	
	中空	0	引張側	60NS	D10×2, D19	60N
		2.5	引張側	60ES2.5S	D10×2, D19	
			圧縮側	60ES2.5C	D16×2, D13	
60	中空	5	引張側	60ES5.0S	D10×2, D19	60TS5.0
		5	引張側	60ES5.0S	D10×2, D19	
			圧縮側	60ES5.0C	D16×2, D10	

※鉄筋はSD345

強度との比である。W/C=40%および60%で圧縮強度比は、載荷回数が多くなるにつれ、補修剤封入供試体は補修剤無混入供試体よりも圧縮強度比の低下が小さかった。特にW/C=40%で補修剤無混入供試体と補修剤封入供試体との強度比の差が顕著に現れた。なお、セラミック骨材の形状による違いは見られなかった。

3.2 セラミック骨材の形状および混入率が曲げ強度に及ぼす影響

W/C=40%および60%における載荷回数3～5回目と破壊荷重比の関係を図5、図6にそれぞれ示す。W/C=60%を示す。なお、破壊荷重比とは3回目破壊荷重と載荷回数時の破壊荷重との比である。圧縮側配置では、W/C=40%およびW/C=60%どちらも、補修剤無混入試験体より補修剤混入試験体の方が、破壊荷重比が大きくなる傾向が見られた。これは、圧縮側に配置した場合、セラミック骨材が圧壊し補修剤が効率良く放出されることにより、ひび割れを補修し強度低下を防いだものと考えられる。

一方、引張側配置では補修剤混入の効果は見られなかった。これは、引張側配置試験体の破壊荷重は主筋に依存することにより、差が見られなかったと考えられる。また、セラミック骨材と躯体との付着力が弱い場合、セラミック骨材が破壊しない状態で躯体にひび割れが生じてしまう。未破壊のセラミック骨材では補修剤が放出せず、十分な補修が行われなかったと考えられる。なお、セラミック骨材の形状による違いは見られなかった。

3.3 セラミック骨材の形状および混入率が曲げ剛性に及ぼす影響

W/C=40%および60%における3回目の最大荷重の1/3荷重とその荷重時のたわみから求めた曲げ剛性の比を図7、図8にそれぞれ示す。全ての場合において補修剤無混入および補修剤混入供試体の曲げ剛性の変化傾向には明確な違いが見られなかった。この結果より、繰り返し載荷した際の曲げ剛性の低下に対する補修剤封入セラミック骨材の効果はみられない。

4. 結論

- ① セラミック骨材の形状による圧縮強度比、破壊荷重比、荷重たわみ比の違いは見られない。
- ② 圧縮強度および曲げ強度ともW/C=60%よりも40%の方が補修効果を得やすい。しかし、曲げ試験の引張側破壊では、その効果は見られなかった。
- ③ 供試体に補修剤封入セラミックを混入したもので曲げ剛性の低下に対する効果はなかった。

参考文献

- 1) 三橋博三,「インテリジェントコンクリート その展開と可能性」,セメントコンクリート, No.641, 2000年7月

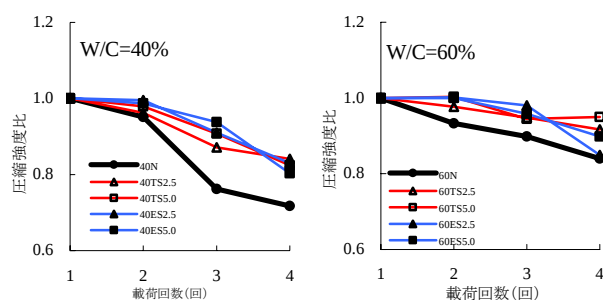


図4 載荷回数ごとの圧縮強度の変化

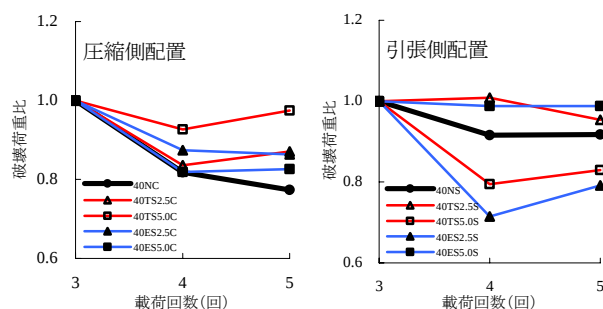


図5 載荷回数3～5回目の曲げ強度の変化(W/C=40%)

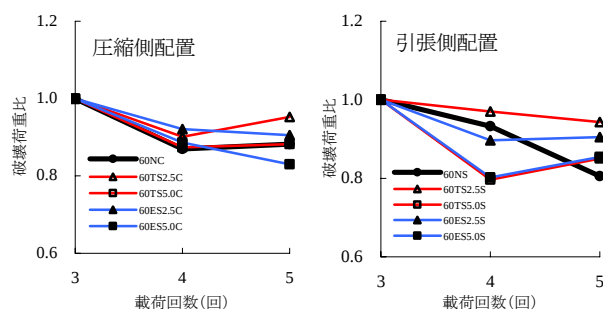


図6 載荷回数3～5回目の曲げ強度の変化(W/C=60%)

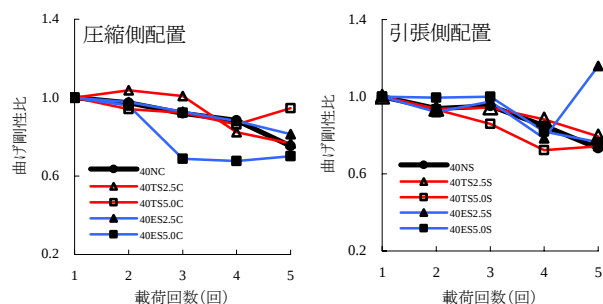


図7 載荷回数と曲げ剛性比の変化(W/C=40%)

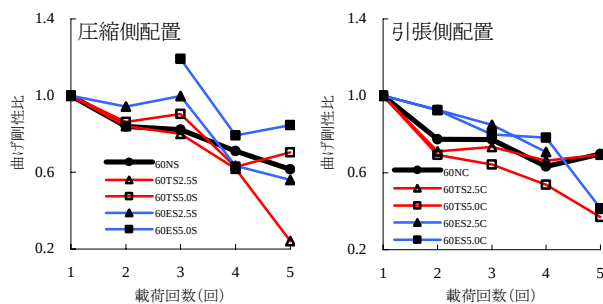


図8 載荷回数と曲げ剛性比の変化(W/C=60%)