

1. はじめに

本研究では超高強度モルタルの引張破壊特性を明らかにすることを目的とし、切欠きを有するはりの三点曲げ試験を行った。ここで超高強度モルタルは自己収縮が大きくなる性質を有している。そこで実験では、収縮量の異なる供試体、さらに寸法、切欠き高さの異なる供試体について三点曲げ試験を行い、それぞれの引張破壊特性を求め、違いを比較検討した。また、画像解析により各供試体のひび割れ進展の様子も捉えた。

2. 実験概要

(1) 収縮ひずみ測定

収縮ひずみ測定に用いた供試体は、 $100 \times 100 \times 400$ mm の角柱供試体である。図-1 にひずみゲージの設置位置を示す。埋め込み型ひずみゲージは端から 100 mm、表面から 50 mm の位置に固定した。供試体条件は表-1 に示す 4 種類とし、7 日間脱型せずに各条件下で 1 時間毎にひずみを計測した。

(2) 三点曲げ試験

実験に用いた供試体条件を表-2 に示す。供試体寸法の小さい $50 \times 50 \times 400$ mm のものは各条件 3 体ずつ、大きい $100 \times 100 \times 400$ mm のものは各条件 2 体ずつ供試体を作製した。載荷方法は荷重が低下した直後に除荷する繰返し載荷で行い、測定項目は荷重、変位、水平方向開口変位とした。

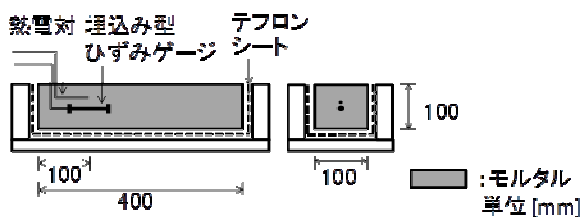


図-1 ひずみゲージ設置位置

表-1 収縮ひずみ計測用供試体条件¹⁾

養生条件			収縮低減剤
材齢12時間まで	材齢12時間以降	記号	
封緘	気中	SD	×
気中	封緘	DS	×
気中	気中	(DD)	SRA1
気中	気中	(DD)	SRA2

表-2 三点曲げ試験用供試体条件

供試体寸法	養生条件	収縮低減剤	切欠き高さ
$50 \times 50 \times 400$	SD	×	5mm
	DS		
	SD		12.5mm
	DS		
	(DD)	SRA1	12.5mm
	(DD)	SRA2	
$100 \times 100 \times 840$	SD	×	25mm
	DS		

3. 実験結果と考察

(1) 収縮ひずみ測定

図-2 に各条件の収縮ひずみの測定結果を示す。収縮ひずみの大小関係は SD, DS, SRA1, SRA2 の順に大きく、DS と SRA1 の収縮ひずみは同程度であった。

(2) 三点曲げ試験

図-3 に収縮量の異なる供試体の荷重－変位関係を、図-4 に収縮量の異なる供試体の引張軟化曲線を示す。図-3 より、収縮ひずみが大きい場合、ピーク荷重が小さいことがわかる。このことより、収縮が大きくなったことにより曲げ強度が低下したことが考えられる。また図-4 より、引張軟化応力が 0 となる時の値は 0.05 mm 程度と極めて小さく、非常に脆性的な破壊が起こっていることがわかる。

図-5 に収縮量の異なる供試体を用いて求めた破壊エネルギーを、図-6 に切欠き高さの異なる供試体を用いて求めた破壊エネルギーを示す。ここで、破壊エネルギーは荷重変位関係下の面積と外力仕事の和として

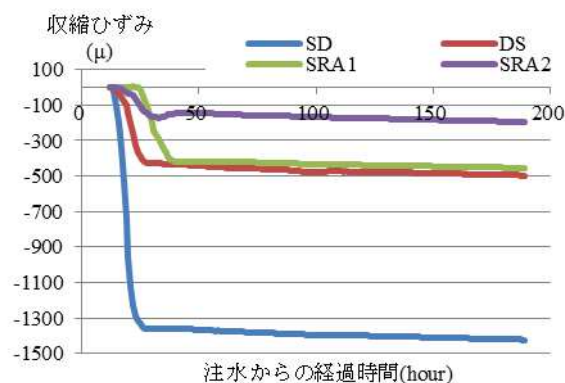


図-2 収縮ひずみの経時変化

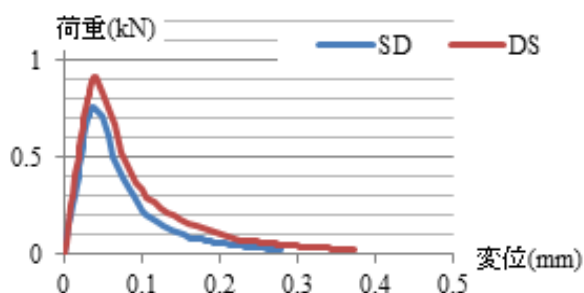


図-3 収縮量の異なる供試体の荷重－変位関係

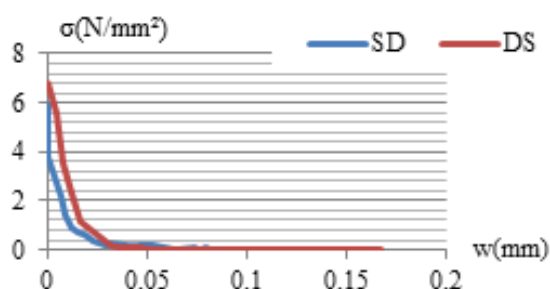


図-4 収縮量の異なる供試体の引張軟化曲線

算出した。図-5 より、供試体寸法が小さい場合には、収縮量が大きいと破壊エネルギーが大きくなっていることがわかる。一方、供試体寸法が大きい場合、供試体寸法が小さい場合に比べると、破壊エネルギーは大きく、収縮量による差はほとんど見られない。これはひび割れ進展の影響であると考えられる。

図-6 より、切欠き高さが小さい場合、破壊エネルギーが大きくなっていることがわかる。また、収縮ひずみが大きいとその差が大きくなっていることより、収縮ひずみが大きい場合、切欠き高さの影響が大きくなると考えられる。

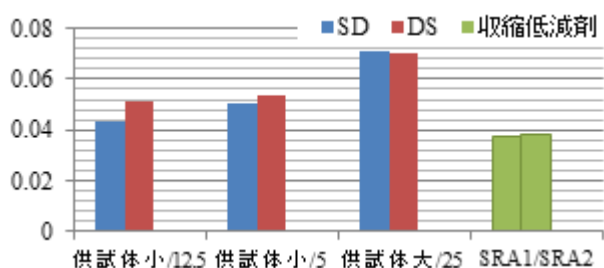


図-5 収縮量の異なる供試体の破壊エネルギー

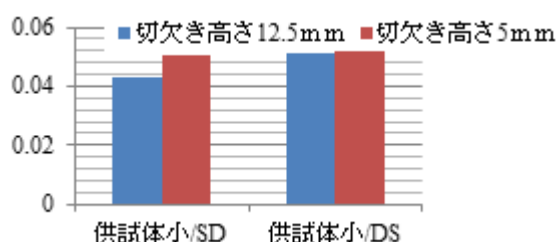


図-6 切欠き高さの異なる供試体の破壊エネルギー

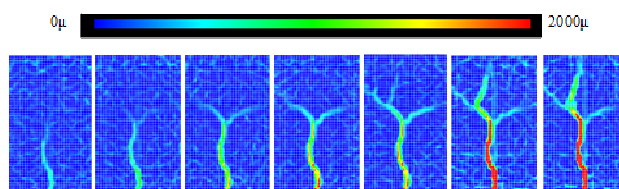


図-7 ひび割れ進展(供試体寸法の大きい場合)

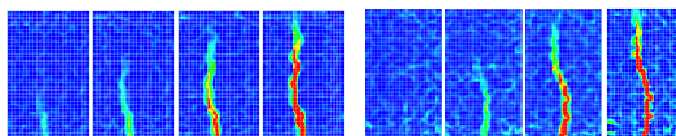


図-8 ひび割れ進展(左：収縮ひずみの大きい場合、右：収縮ひずみの小さい場合)

図-7 に供試体寸法の大きい場合のひび割れ進展の様子を示す。供試体寸法が大きい場合、ひび割れが途中で分かれて進展していることがわかる。本実験では、養生中に1面のみを乾燥させたため、供試体の収縮ひずみ分布が一樣ではない。また、供試体が大きい場合、収縮ひずみの分布の差が大きく、このことによりひび割れが分岐して進展することに影響したと考えられる。また、ひび割れが分岐して進展したことにより、供試体寸法が小さい場合に比べて破壊エネルギーは大きくなったとの推察する。

図-8 に収縮ひずみの異なる供試体のひび割れ進展の様子を示す。1枚目がピーク荷重時のひび割れの様子であるが、収縮ひずみが大きい場合、ピーク荷重時にすでにひび割れが確認できる。このことより、収縮ひずみが大きい場合はピーク荷重時において、すでにひび割れが発生していたことがわかる。

4. 結論

超高強度モルタルの非常に脆性的な引張破壊特性を実験的に測定できた。実験結果より得られた結論を以下に述べる。収縮ひずみが大きい場合、収縮ひずみが大きい場合に比べて曲げ強度が低下した。また、収縮ひずみが大きい場合、破壊エネルギーに与える供試体の切欠き高さの影響が大きくなった。供試体寸法が100 mm のとき、収縮ひずみの影響がひび割れ進展に影響することがわかった。

参考文献

- 1) 生田麻実, 三木朋広, 河野克哉: 超高強度繊維補強コンクリートの内部および表面の収縮特性に関する実験的研究, 土木学会第 67 回年次学術講演会, V-490, pp.979-980, 2012