

1. はじめに

セメント系材料には、収縮とそれに伴うひび割れが生じやすい。収縮低減剤や膨張材などが使用されているが、長期にわたり収縮させないことは容易ではない。長期にわたって安定して膨張しうる性能も持ったセメント系材料が実用化されれば、セメント系材料の適用の可能性が広がる。

この研究では、膨張材を混入した HPFRCC(膨張材混入型 HPFRCC)および ASR 膨張を組み込んだ HPFRCC(ASR 膨張組込み型 HPFRCC)の 2 種類の微膨張型 HPFRCC を使用し、膨張圧による母材のコンクリートへのひび割れ発生について確認した。

2. 実験概要

予備試験では、ASR 膨張組込み型 HPFRCC を使用せずに膨張材混入型 HPFRCC のみを使用し、孔の形状と位置の影響等を検討した。

予備試験の結果をもとに試験方法等を決定し、本試験では、膨張材混入型 HPFRCC と ASR 膨張組込み型 HPFRCC を使用し、ドーナツ型の母材の厚みの影響等を検討した。

2.1 予備試験の供試体

母材供試体を作製する際には円柱供試体の型枠を使用し、孔の作製には塩ビ管を使用した。予備試験における供試体概要を表-1 に示す。予備試験では表-1 のように孔および供試体の形状を変えて、5 種類 5 体の供試体を作製した。打設方法は、孔を作製する位置に塩ビ管を押しえつけながらコンクリートを打設した。作製した孔の部分に膨張材混入型 HPFRCC を打設する際、発生を検出する目的で貯水スペースが必要となるため、上部下部ともに 20mm ずつ深さスペースを設けた。母材と微膨張 HPFRCC の寸法を図-1 に示す。

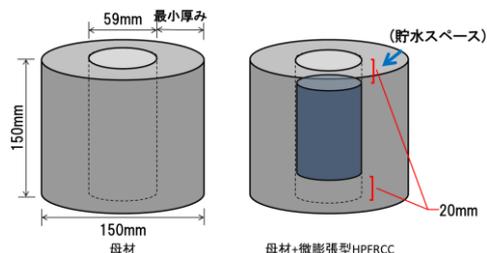


図-1 母材と微膨張 HPFRCC の寸法

表-1 予備試験の供試体概要

連番	厚み(mm)	孔の位置	形状
1	30	偏心	ノッチをつけてない
2	30	中央	内側・外側ともにノッチをつけたもの
3	40	中央	外側にノッチをつけたもの
4	40	中央	内側にノッチをつけたもの
5	50	中央	ノッチをつけてない

2.2 本試験の供試体

後述するように、予備試験の結果より本試験では母材の最小厚みを変化させる方法として、間詰め部分を偏心させる方法を採用した。母材の最小厚みを 15~45mm、間隔を 5mm として、最小厚みを 7 種類に変え、計 22 体とした。概要図を図-2 に示す。

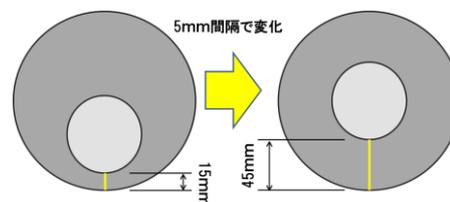


図-2 本試験概要図

2.3 ひび割れ発生の検出

ひび割れ発生を可視的に観察しやすくするために、間詰め部分の上部に常時水を供給しておき、ひび割れが生じると、水がひび割れ部分から漏れ出し母材を濡らすことでひび割れのラインを視覚化できるように工夫した。この水には、微膨張型 HPFRCC への水の供給の役割も持たせた。間詰め部に打設後の供試体は、気温 20~25℃、湿度 20~50%に維持した室内で保管し、デジタルカメラを用いてインターバル撮影することによって、発生時期等をわかるようにしている。

3. 実験結果および考察

3.1 予備試験の結果について

予備試験では、偏心させた最小厚み 30mm の供試体とノッチをつけた最小厚み 30mm の 2 つの供試体にひび割れが生じた。

ノッチがあることで、ひび割れが発生する位置が指定されてしまったことと、孔が中央にあったため膨張圧が全域に分布して作用したことなどが考えられる。偏心させた供試体では、ひび割れ面を指定されることもなかったため、コンクリートの脆い部分

を縫うようにしてひび割れを生じる結果となった。

ノッチをつける試験より偏心させた方がひび割れを生じやすいことを確認できた。

3.2 本試験の結果について

ひび割れ発生の検出は、水の漏出による供試体の濡色の変化をひび割れ発生として考えた。写真を見ることで発生時間等がわかるようになり、インターバル撮影を用いた簡易的な検出方法として成立した。

本試験での結果を表-2に示す。厚さ45mmの供試体では、ひび割れが発生しなかった。最小厚み20mm、25mmの供試体は、供試体がカメラの視野に含まれておらず、記録することができなかった。

表-2 本試験の結果

供試体(最小厚み:mm)	打設からの経過時間(時)
EX15-1(15)	26
EX15-2(15)	27.5
EX30-1(30)	67
EX30-2(30)	75.5
EX35(35)	78
EX40(40)	139

3.3 ひび割れ発生時期の予測

今回の試験では、材齢50日の時点で、ASR膨張組込み型HPFRCCの供試体に、ひび割れの発生を検出することはできなかった。ASRの膨張がゆっくりと進行するため、ひび割れを生じさせるような膨張圧が出るまでに時間が必要なためと考えられる。現在は引き続き温度を23℃に保った室内で、湿潤状態に保つものと、乾燥と湿潤を一週間おきに繰り返すものに分け、経過を観察中である。

3.4 用途と安全な使用方法

ASR膨張組込み型HPFRCCの用途としては、長年にわたってわずかに膨張する能力を有する特徴を生かして、コンクリート中へ挿入したアンカー鋼棒の周辺の固定、削孔した穴やセパレータコーンの密実な穴埋めなど様々な利用が考えられる。

3.5 微膨張型HPFRCCの性能確認

空気量試験とモルタルフロー試験の結果を表-3に示す。図-3、4に示すように、一軸引張試験によって得られた応力-ひずみ関係には擬似ひずみ硬化特性が認められた。

表-3 空気量試験とモルタルフロー試験の結果

	フロー試験			空気量試験 空気量平均値(%)
	0打	長辺	短辺	
ASR膨張型	0打	122	122	13.0
	15打	159	156	
膨張材混入型	0打	133	131	13.2
	15打	160	158	

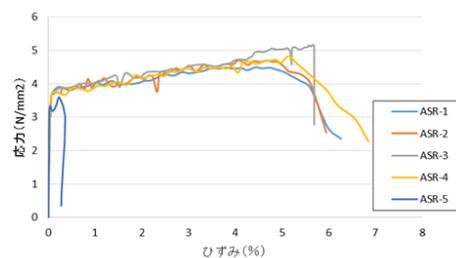


図-3 ASR膨張型の一軸引張試験結果

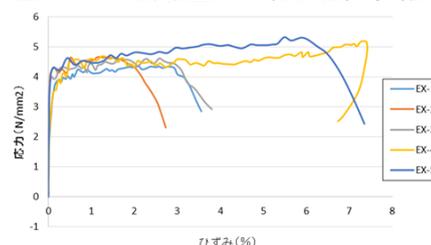


図-4 膨張混入型の一軸引張試験結果

4. まとめ

今回の試験では、一般的なHPFRCCに比べて微膨張型HPFRCCは、HPFRCCとしての基本性能が維持されたことが確認できた。

微膨張型HPFRCCによるコンクリートのひび割れ発生の確認に適した試験方法として、本試験の孔をあけた供試体による膨張圧試験を提案した。また、ひび割れ発生の検出方法として、ひび割れの可視化とインターバル撮影によって供試体の状況を写真から測定できることを確認した。

膨張材混入型HPFRCCの場合に限るが、コンクリートにひび割れを生じない限界が45mmであることが確認できた。ASR膨張組込み型HPFRCCについては、材齢50日の時点でひび割れの発生がしてないため、経過観察中である。

ASR膨張組込み型HPFRCCの用途として、の利用例を示し、この材料は少量か薄板状で使うことが望ましいことを指摘した。

5. 課題

今後の課題として供試体径、孔径、破壊箇所寸法など条件を変えた実験を行う必要がある。ASR-HPFRCCでは膨張に時間を有するため、膨張速度を速める促進試験を行うなどの工夫が必要である。

この研究を進展させ、ASR膨張組込み型HPFRCCにおいて促進試験によって膨張速度を速めたものと常温下での反応との関係を明らかにする。さらに、膨張材を混入するとともにASR膨張を組込み、初期材齢では膨張材による膨張が生じ、長期材齢ではASR膨張による膨張が生じる微膨張型HPFRCCを開発し、性能を確認したい。