

リチウムを含有するHPFRCCの諸特性に関する基礎的検討

徳島大学 学生会員 ○宮崎裕之
 徳島大学 正会員 上田隆雄
 徳島大学 フェロー 水口裕之

1. はじめに

近年コンクリート構造物の早期劣化現象が深刻な問題となっているが、その中でも対策の困難な現象がアルカリ骨材反応である。そこで本研究では、膨張抑制が可能な表面保護材料として複数微細ひび割れ型繊維補強セメント(HPFRCC)に着目し、このHPFRCCにさらにASR抑制効果が期待されているリチウム塩を加えることで、HPFRCCによる膨張拘束効果と、リチウムの供給によるASR抑制効果の両方が期待できる工法を想定し、リチウムを含んだHPFRCCの基礎的性状について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験で用いたモルタル及びHPFRCCの配合を表-1に示す。普通モルタルとHPFRCC供試体それぞれに、リチウムを含有している供試体と、含有していない供試体を作成した。普通モルタル供試体は

表-1 配合表

モルタル種類	配合名	W/B (%)	S/C	単位量(kg/m ³)							
				C	W	S	FA	Li ₂ CO ₃	繊維	増粘剤	SP
普通	N45	45	2.5	464	261	1160	116	0	—	—	—
普通(Li含有)	N45Li	45	2.5	464	261	1151	116	9.28	—	—	—
HPFRCC	H37	37	0.5	817	378	409	204	0	19.5	1.13	2.04
	H45	45	0.5	750	422	375	188	0	19.5	1.27	0.94
HPFRCC (Li含有)	H37Li	37	0.5	817	378	399	204	9.28	19.5	1.13	2.04
	H45Li	45	0.5	750	422	366	188	9.28	19.5	1.27	0.94

W/Bを45%とし、HPFRCC供試体はそれぞれ45%と37%とした。この他に、FAはJIS A 6201で規定されているⅡ種をセメント質量の20%置換混入し、増粘剤は単位水量×0.28%、SP剤は単位粉体量×0.1%(W/B=45%)、×0.2%(W/B=37%)で混入した。混入繊維は付着強度が強いことが特徴のPVA繊維(直径40μm、長さ12mm、密度1.3g/cm³)を使用し、この繊維の混入率は1.5vol.%とした。今回、リチウム塩としてはLi₂CO₃を用いた。

2.2 実験項目

フレッシュ時の試験としては、空気量試験とモルタルフロー試験を行い、硬化後、圧縮試験、曲げ試験、両引き試験、及び、試験後の供試体破断面の観察を行った。この曲げ供試体には、破壊状況や進展状況等を見るために、30×100mm、厚さ3mmの亚克力板を使って切り欠きを設けたものと設けてない供試体二種類を作製した。両引試験用には50×50×560mmの角柱モルタル断面中央に長さ900mmの異型鉄筋D13を一本配置したものを作成した。

3. 実験結果と考察

スランプフローの測定結果を図-1に、空気量と材齢28日における圧縮強度測定結果を図-2に示す。図-2において、黒い点が空気量、棒線部分が圧縮強度を示している。図-1、図-2のグラフから、Li₂CO₃を加えることによって、加えてない供試体に比べて、スランプフロー、空気量、圧縮強度が共に低下していることがわかる。これは、Li₂CO₃の添加によるセメントの凝結促進効果と水和反応の阻害により、練り混ぜ時の流動性が低下し、施工性が悪くなった結果、圧縮強度と空気量が低下したものと考えられる。

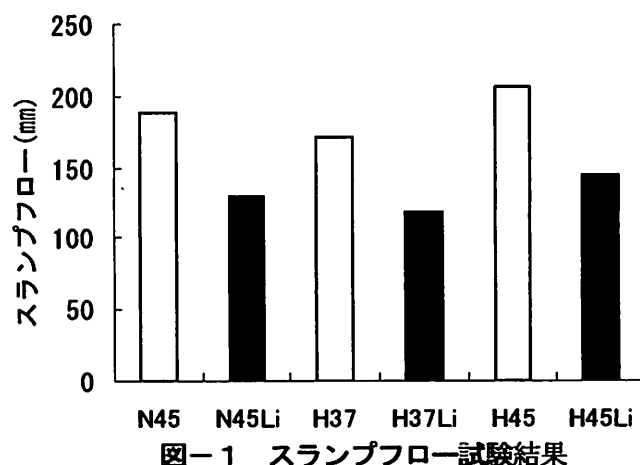


図-1 スランプフロー試験結果

図-3に曲げ試験における切欠きなしの供試体の荷

重一中央変位曲線を示す。ひし形の点はN45の破壊点、星型の点はN45Liの破壊点を示している。これらの普通モルタルは、切欠きの有無にかかわらず、ひび割れ発生後、脆性的に破壊した。グラフの曲線で囲まれた部分をじん性の大きさと定義すると、N45とH45を比較すると、H45のほうがN45よりも圧縮強度が低下したものの、曲げ強度や曲げじん性が大幅に改善していることがわかる。同一のW/Bで比較すると、本研究で作成したHPFRCCは空気量が大きく、圧縮試験の際は比較的早期に破壊が進行したが、曲げ载荷を受けた場合には、引張応力に対する抵抗性能が強度やじん性の支配要因となるため、モルタルマトリックスの強度が小さくても繊維による架橋効果が発揮されれば大きな曲げ強度やじん性が得られたものと考えられる。また、W/Bが37%の場合には Li_2CO_3 を添加することにより、曲げ強度及びじん性が低下しているが、これに対して、W/Bが45%の場合には Li_2CO_3 を添加することによる影響がほとんど見られない。このメカニズムは明らかではないが、リチウム塩の添加により、モルタルマトリックスの強度が低下しても、配合条件を適切に行えば、ある程度の曲げじん性が得られると考えられる。

図-4に両引試験における供試体のひび割れ分布状況を示す。図-4によると、HPFRCCは普通モルタルと比較するとひび割れ本数が増加していることが分かる。また、普通モルタルのひび割れ幅は Li_2CO_3 添加の有無にかかわらず多くが0.4mm以上なのに対し、HPFRCCは0.4mm以上のひび割れが全体的に少なく、0.2mm以下のひび割れが20~50本発生している。曲げ試験ではH37の方がH45よりも大きなじん性が得られたが、両引試験におけるひび割れ本数はH45最も大きくなっている。これは、両引試験全体に作用することから、ひび割れが分散試験は曲げ試験と異なり、一軸における引張がHPFRCC全体に作用することからひび割れが分散し、ひび割れの局所化が防がれたものと考えられる。なお、 Li_2CO_3 を添加したHPFRCCの内、W/Bが45%のH45Liはひび割れ分散性が顕著に低下した。

4. まとめ

- (1) Li_2CO_3 の添加によって普通モルタル及びHPFRCCの流動性が低下した。
- (2)W/Bが37%のHPFRCCはW/Bが45%の場合より大きな曲げ強度が得られた。
- (3)切欠きなしの供試体の曲載荷試験の結果、W/Bが37%のHPFRCCは Li_2CO_3 の添加によって曲げ強度と靱性の低下がみられた。
- (4)両引試験の結果、HPFRCCは微細ひび割れの分散により、ひび割れ幅が抑制された。このような傾向はW/Bが45%の場合には顕著であったが、 Li_2CO_3 の添加によってひび割れの分散性は低下した。

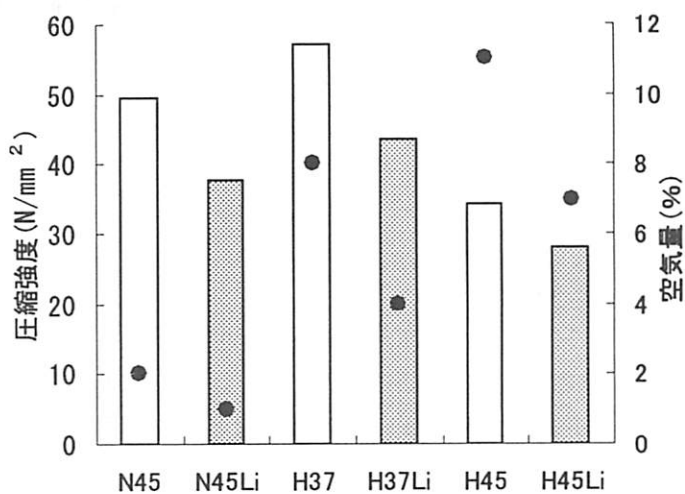


図-2 圧縮強度と空気量

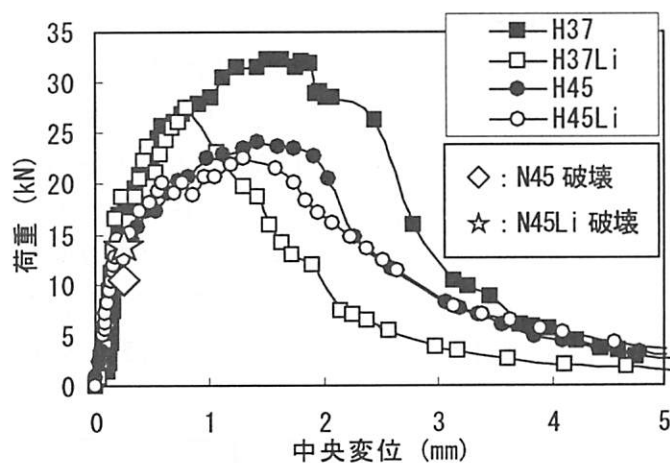


図-3 曲げ試験における荷重-中央変位 (切欠きなし)

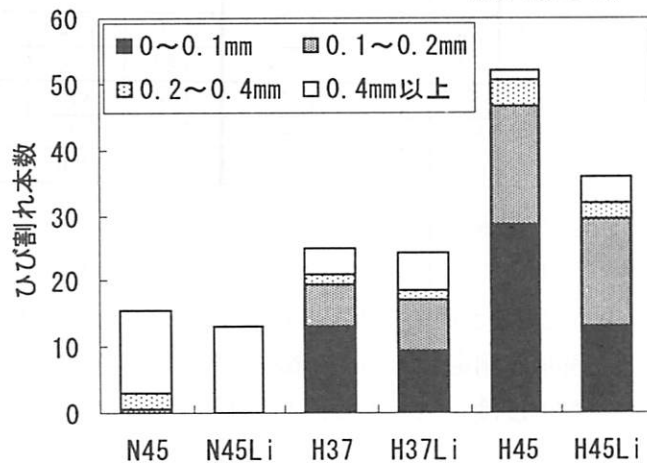


図-4 両引試験供試体のひび割れ分布状況