

フライアッシュを添加した膨張コンクリートの挙動と若材齢時強度発現の関係

函館工業高等専門学校 環境システム工学専攻 学生員 ○熊城 圭佑
北海道ガス(株) 塚田 晃佑
函館工業高等専門学校 社会基盤工学科 正会員 澤村 秀治

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れ制御対策として膨張コンクリート使用は優れた選択肢であるが、事前に膨張コンクリートの効果を定量的に把握することは難しい。これは、膨張材が活発に反応するのが打設後1～2日の若材齢時であること、膨張ひずみの発生がコンクリートの初期強度発現の影響を強く受けることが理由である。いずれにせよ、膨張コンクリートの効果を正しく評価するためには、若材齢時における強度発現を正確に把握する必要がある。

本研究では、3水準のフライアッシュ置換率を与え、その結果異なった初期強度発現特性を有する膨張コンクリートの自由膨張ひずみ、一軸拘束状態のケミカルプレストレス、超音波による初期強度発現の測定を行い、フライアッシュを添加した膨張コンクリートの挙動と初期強度発現の関係を考察した。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準及び使用材料

表1に本実験で用いた材料の一覧、表2に膨張コンクリートの配合を示す。実験の要因はFA置換率とし、水準をセメント量に対して0%、15%、30%の3水準に設定した。膨張材はJIS A 6202に適合するCSA系低添加タイプのものを使用し、添加量は標準添加量である20kg/m³に統一した。

2.2 供試体および計測方法

実験では、それぞれの配合に対してコンクリートの打設直後から、自由膨張ひずみ、超音波速度の変化、一軸拘束膨張力(ケミカルプレストレス)の測定を行った。

自由膨張ひずみの実験では、150×150×500mmの角柱供試体を打設し、中心部に設置した低弾性タイプのひずみゲージで膨張ひずみを測定した。超音波速度の変化の測定には、図1に示す超音波計測システム

表1 使用材料一覧

名称	仕様等	密度(g/cm3)
セメント(C)	普通ポルトランドセメント	3.16
膨張材(EX)	CSA系低添加タイプ	3.05
フライアッシュ(FA)	北海道産フライアッシュ	2.13
細骨材(S)	瀬棚産天然砂	2.63
粗骨材(G)	峯朗産碎石	2.70
混和剤(SP)	No.78	1.07
助剤(AE)	micro-air 101 (1000倍希釈)	1.00

表2 コンクリートの配合

NAME	W/C	s/a	単位質量(kg/m3)							
	(%)	(%)	W	C	EX	FA	S	G	減水剤	AE剤
FA00	55.0	43.0	165.0	280.0		0.0	768.8	1046.3	3.00	1.32
FA15			162.0	230.4	20.0	44.2	768.4	1045.6	2.95	1.30
FA30			159.0	182.2		86.7	768.1	1045.3	2.89	1.27



図1 超音波計測システム

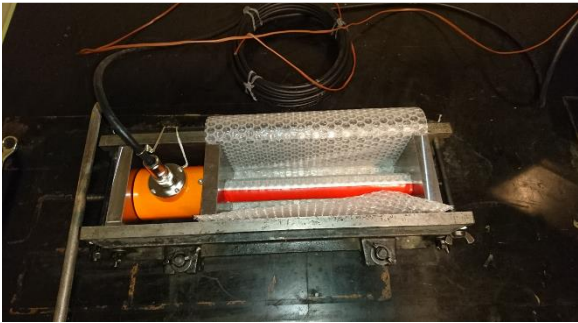


図2 一軸ケミカルプレストレス測定装置

μ^[1]を使用した。ケミカルプレストレスの実験は、図2に示す装置を用いて行った。供試体の型枠には100×100×400mm 曲げ試験用供試体の型枠を用い、供試体軸方向の変位の拘束には全ねじのPC鋼棒と厚さ20mmの鋼板を用い、両端をナットで固定している。膨張力はセンターホールロードセルで計測した。

キーワード 膨張コンクリート, 若材齢, 自由膨張ひずみ, 超音波計測, ケミカルプレストレス

連絡先 〒042-8501 北海道函館市戸倉町14-1 函館工業高等専門学校 社会基盤工学科 TEL:0138-59-6489

3. 実験結果および考察

3.1 自由膨張ひずみ

図 3 に自由膨張ひずみの計測結果を示す。ここでは膨張材添加量を等しくしているにもかかわらず、FA 置換率が大きいほど自由膨張ひずみは大きくなり、FA30 で異常なほどの大きな自由膨張ひずみとなった。

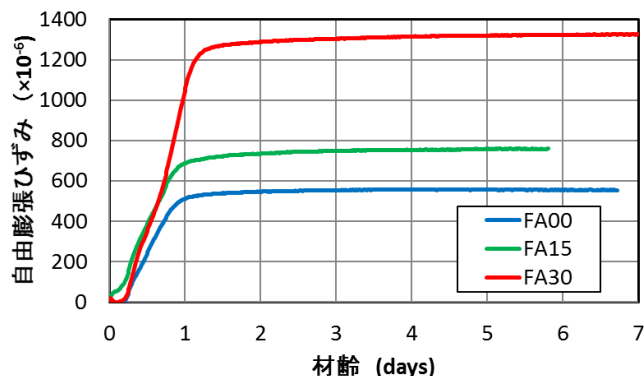


図 3 自由膨張ひずみの測定結果

3.2 超音波速度の変化と動弾性係数

図 4 に超音波速度の変化の測定結果を示す。材齢 0.5 日未満ではデータに乱れがあるが、打設直後の超若材齢時からの超音波速度の変化が捉えられている。

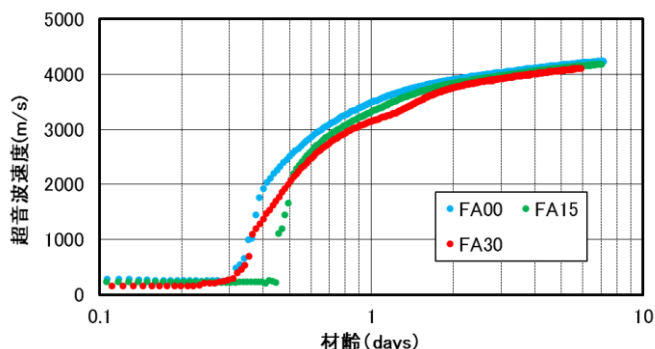


図 4 超音波速度の変化の測定結果

超音波速度の変化は間接的にコンクリートの弾性係数の変化を表している。筆者らの既往の研究^[2]による動弾性係数と超音波速度の関係である式 1 を図 4 に適用し動弾性係数を求めた結果を図 5 に示す。

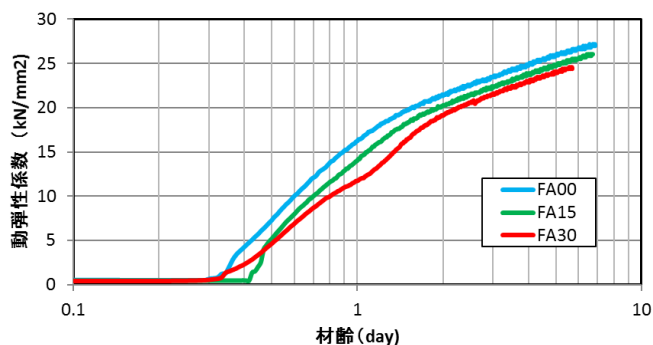


図 5 動弾性係数の計算結果

$$E_d = e^{-5.83 \times 10^{-8} V_p^2 + 1.26 \times 10^{-3} V_p - 0.99} \quad \text{式 1}$$

E_d : 動弾性係数(kN/mm²), V_p : 超音波速度(m/s)

FA30 では、膨張材が活発に反応する材齢 2 日までの領域でコンクリートの弾性係数が著しく低いことがわかる。FA30 で異常な自由膨張ひずみとなったのは、膨張時のコンクリートの弾性係数が低く、膨張の自己拘束効果が低いことに起因している。

3.3 ケミカルプレストレス

図 6 にケミカルプレストレスの測定結果を示す。自由膨張ひずみは FA30 で最も大きくなったが、ケミカルプレストレスは逆に最小となった。ケミカルプレストレスの大きさは、自由膨張膨張ひずみの大きさだけでは決まらないことが明らかになった。ケミカルプレストレスには、膨張ひずみ発生時のコンクリートの弾性係数、クリープによる応力緩和が複雑に関与していると考えられる。

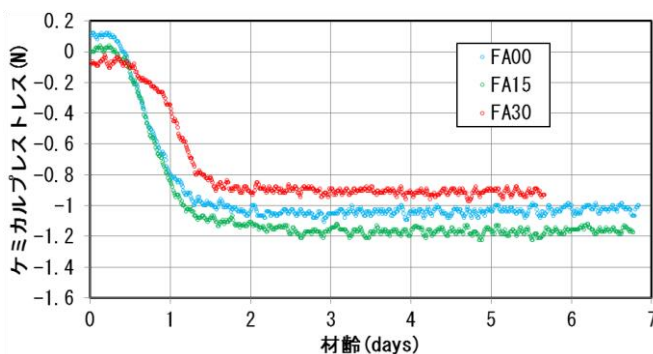


図 6 ケミカルプレストレスの測定結果

4. まとめ

膨張コンクリートの挙動、自由膨張ひずみやケミカルプレストレスの大きさは、膨張材の種類や添加量だけでは決まらず、膨張材が反応する時期のコンクリートの弾性係数の影響を強く受ける。膨張材の効果を定量的に把握するためには、若材齢時の強度発現、クリープによる応力緩和、およびそれらの温度依存性等を適切に評価することが課題である。

参考文献

- [1] 澤村秀治・須藤卓哉・丸山久一・永島裕二：超音波伝播速度による水和熱抑制型膨張コンクリートの強度発現特性の評価，コンクリート工学年次論文集，第 29 巻，pp.705-710，2007.7
- [2] 澤村秀治，丸山久一，永島裕二：若材齢コンクリートの超音波速度と弾性係数に対する骨材の影響，コンクリート工学年次論文集，第 30 巻，pp.525-530，2008.7