

V-402

ケミカルプレストレスを導入した遠心力高強度鉄筋コンクリート杭の研究 (その1. 遠心力成形した膨張コンクリートの膨張特性)

日本コンクリート工業 正会員 菊 広樹、同 土田伸治

1. はじめに

遠心力鉄筋コンクリート杭(RC杭)は、比較的安価である反面、ハンドリングや施工中にひび割れが入りやすいこと、およびコンクリート強度や鉄筋強度が低いこともあって、比較的小規模な構造物の基礎として使用されている。このRC杭に高強度コンクリートおよび高強度鉄筋を使用し、らせん筋量増加、膨張コンクリートによるケミカルプレストレス導入により、変形性能が向上し、せん断耐力が増強し、ひび割れ制御が可能となり使用範囲が拡大すると考えられる。

本報告は、ケミカルプレストレス導入遠心力高強度鉄筋コンクリート杭に用いる膨張コンクリートの膨張特性について報告する。

2. 実験概要

① 使用材料および配合:セメントは普通ポルトランドセメント(C)、膨張材は石灰系膨張材(E)、減水剤は高性能減水剤(ナフソ系)、細粗骨材は岩瀬産硬質砕砂・砕石とした。本実験では、表-1の配合を基本として、膨張材使用量は表-2の水準について結合材量を固定した結合材内割りとした。膨張コンクリートの拘束筋は表-2のように3種類とし、その材質はφ11mmはJIS A 6202のB法のPC鋼棒、φ25mm・36mmはみがき棒鋼とした。

② 実験計画:表-1に示すように、要因として成形方法の相違、養生方法の相違、膨張材量、および拘束鉄筋量とした。

③ 供試体の作製方法:成形方法は、振動成形ではテーブルグラインダーを使用し、遠心力成形ではφ600mmの杭の型枠にコンクリートを詰め、遠心条件は杭と同じ(最大31G)条件とした。脱型後、遠心力成形供試体は振動成形供試体と同じ大きさにコンクリートを切断した。養生方法は、標準養生では材令28日まで水中養生し、その後気中養生とした。配合Aの蒸気養生は、1次養生(70℃、4時間)後脱型し、2次養生(70℃、10時間)を行い、その後気中養生とした。配合BのAC養生は、蒸気養生(配合Aの1次養生と同じ)後、AC養生(180℃、10気圧)を行いその後気中養生とした。

④ 試験方法:膨張率の測定はJIS A 6202のB法に準じて行い、細孔径分布の測定は水銀圧入法で行った。

3. 実験結果および考察

図-1に配合A、Bの材令と一軸拘束膨張率の関係を示す。養生方法の相違について見ると、配合Aの蒸気養生の場合、成形方法に関わらず最大膨張率が得られたのは、2次養生終了時であり、それ以降は下降しており、標準養生の場合は水中養生期間中(28日)は膨張し、その後の気中養生では膨張率は低下している。配合Bの標準養生では、水中養生期間中は配合Aより小さいが、同じ傾向を示しており、AC養生ではAC養生後にほぼ最大膨張率が得られ、それ以降ほとんど変化がない結果となった。これは膨張材無混入の場合も同じ傾向¹⁾を示し、膨張コンクリートにおいてもAC養生は比較的安定した膨張率が確保できるものと考えられる。水中養生中の配合A・Bの膨張率の相違は、配合Aは膨張性のあるエポキシ系の高強度混和材を使用したためと考えられる。次に成形方法の相違について見ると、配合および養生方法の違いにも関わらず、遠心力成形の方が振動成形より膨張率が高いことがわかる。これを成形方法の違いで分けけた図-2の膨張材量と最大膨張率の関係から、膨張材量が19kg/m³程度ではほとんど差が無いが、それ以上膨張材量を増加させると、遠心力成形は振動成形に比べて急激に膨張率が増加する。その割合は図-3の拘束鉄筋比と膨張

キーワード: 膨張コンクリート、遠心力成形、オートクレープ養生、膨張率、細孔径分布

連絡先: 〒308-8522 茨城県下館市伊佐山218-3 TEL 0296-28-3396 FAX 0296-28-3886

表-1 コンクリートの基本配合

配合	養生方法	スラン cm	単位量(kg/m ³)		
			水	C+E	高強度 混和材
A	標準・蒸気	18	155	437	42
B	標準・AC	12	145	442	-----

表-2 実験の要因と水準

要因	水準
成形方法	振動成形、遠心力成形
養生方法	標準、蒸気、オートクレープ(AC)
膨張材量(kg/m ³)	0、19、25、30、36、52
拘束鉄筋径(mm)	φ11、φ25、φ36

率の関係より、膨張材量が 36kg/m^3 の場合で 4.6 ~ 5.2 倍、 52kg/m^3 では 2.6 ~ 5.2 倍となった。また、拘束鉄筋比の影響は、拘束鉄筋比の増加に伴って膨張率が低下しているのがわかる。膨張率(ϵ)と拘束鉄筋比(P_s)の関係は、辻らの報告²⁾にもあるように単位体積当たりの膨張コンクリートの仕事量(U)を一定とすると $\epsilon = (2U/E_s)^{0.5} / P_s^{0.5}$ となる。そして、 $(2U/E_s)^{0.5} = a$ とし、コンクリートのグープおよび弾性係数等の影響を仮に定数 b とすると、 $\epsilon = a / P_s^{0.5} + b$ となる。この式を本実験結果に回帰させて求めた結果が、図-3内の式である。式より次の事がわかる。

①膨張材量が増加するにれて a が増加する。②遠心力成形は振動成形に対して b が増加する。

以上のように、膨張コンクリートの膨張率は、養生方法および成形方法により相違が生ずる。これをコンクリートの細孔構造について着目したのが、図-4の細孔半径と細孔容積の関係である。膨張材の有無による細孔容積は、膨張コンクリートは普通コンクリート($E=0$)に比べて幾分大きくなる傾向を示した。この傾向は、国府の報告³⁾と一致した結果となった。次に、養生方法の相違による全細孔容積は、AC養生の場合、全細孔容積は水中養生と同程度で蒸気養生より増加した。これが、細孔半径ではAC養生は他の養生と比べて細孔の量が、細孔半径 100nm 以下では増加し、それ以上では減少した。

成形方法の相違については、遠心力成形の方が振動成形より全細孔容積が減少し、細孔容積のピークが微細な細孔の方へ移行した。すなわち、膨張コンクリートの膨張率は、コンクリート中の空隙に入り込む効果とコンクリートを押し広げる効果に分かれるが、遠心力成形すると細孔容積が減少することもあり、膨張コンクリートの膨張率はコンクリートを押し広げる方向に有効に働くことが推測される。よって、膨張コンクリートを遠心力成形すると、細孔構造の変化が膨張率の増大につながったのではないかと考えられる。

4. まとめ

- ①遠心力膨張コンクリートの膨張率は振動より増大する。
- ②AC養生した膨張コンクリートは安定性に優れる。
- ③遠心力成形の場合でも仕事量の概念で膨張率を推定できる。
- ④遠心力成形でAC養生した膨張コンクリートの細孔容積は、粗大な細孔が微細な細孔に移行する。

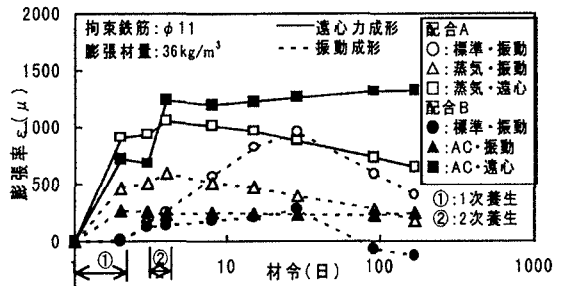


図-1 材令と一軸拘束膨張率の関係

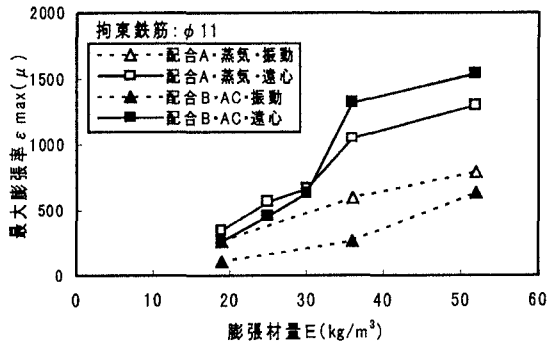


図-2 膨張材量と最大膨張率の関係

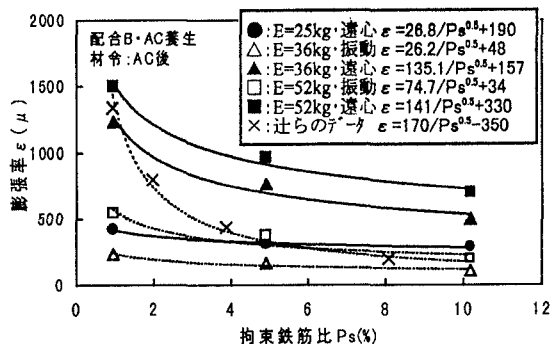


図-3 拘束鉄筋比と膨張率の関係

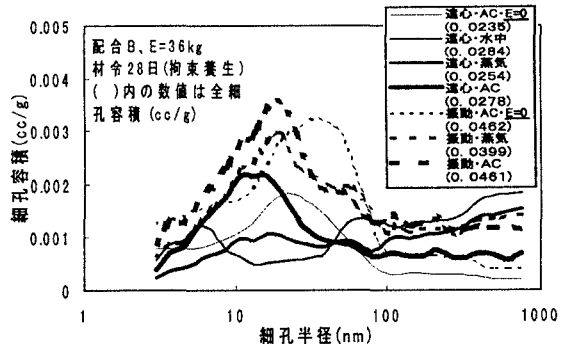


図-4 細孔半径と細孔容積の関係

(参考文献) 1) 菊・土田:遠心力成形を施した膨張コンクリートの膨張率に関する研究, JCI 大会, 1998 2) 辻ほか:膨張コンクリートの弾塑性を考慮した仕事量の概念について, JCI 大会, 1989 3) 国府:膨張コンクリートの凍結融解抵抗性に関する基礎研究, 土木学会大会, 1983