

蒸気養生コンクリートの透過性に関する研究

八戸工業大学 学生員 ○砂川 達
 八戸工業大学 正会員 阿波 稔
 八戸工業大学 正会員 庄谷 征美
 東北学院大学 正会員 大塚 浩司

1. まえがき

コンクリート製品を製造する場合、一般に、常圧蒸気による促進養生が用いられている。しかし、蒸気養生コンクリート製品の表面には、肉眼では検出することが困難な非常に微細なひび割れが多数発生する場合がある[1]。このような蒸気養生コンクリートの表面に発生する微細ひび割れは、コンクリート表層部の緻密さを欠如させ、水や空気などの外界物の侵入速度を早め、コンクリートの耐久性を低下させる恐れがある[2]。そこで、本研究は、蒸気養生コンクリートの表面に発生する微細ひび割れに着目し、透水および透気の透過性について実験的に検討したものである。

2. 使用材料および実験材料

本実験で用いたセメントは、早強ポルトランドセメントである。細骨材は川砂(F.M.3.01、比重 2.54)を用い、粗骨材は最大寸法 20 mmの安山岩碎石(比重 2.69)を使用した。コンクリートは水セメント比 50%、スランプ 80±10 mmの AE コンクリート(Air=5%)とした。

供試体は、寸法 100×100×400 mmの角柱である。本実験で行った蒸気養生条件を図-1に示す。なお、蒸気養生終了後の二次養生は温度 20℃、湿度 50%の恒温恒湿室で行った。

表面微細ひび割れの検出には、造影剤を微細ひび割れに浸透させ、X線透過撮影を行い、撮影したフィルムを統影器にかけてひび割れの検出を行う X線造影撮影法を用いた。蒸気養生終了後、供試体表層部を厚さ 20 mmにダイヤモンドソーで切断し、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れを検出した。そして、X線フィルム上に検出された表面微細ひび割れを 100×100 mmの範囲トレースし、そのトレース図からひび割れの長さの総長を測定し、それをトレース面積で除したひび割れ長さ密度を求めた。その後、この供試体の表面を除く全ての面をシールし、二次養生を行い、蒸気養生過程で発生した表面微細ひび割れが、その後の二次養生の過程で変化する状況を観察した。

また、蒸気養生終了直後、二次養生開始 14 日後および 28 日後において Wet-SEM により表面微細ひび割れの最大幅の分布を測定し、ひび割れ幅の平均値を求めた。

透水・透気試験は、蒸気養生終了直後および二次養生開始 14 日後および 28 日後において行い、表面微細ひび割れ検出面より水および空気を浸透させた。透水試験は、インプット法(加圧力 980kPa, 48 時間)を採用した。試験終了後、供試体(100×100×100 mm)を割裂によって二分割し、水の浸透深さを測定した。そして、村田の提案する理論式から拡散係数 β^2 を求めた。透気試験は、定圧法(加圧力 490kPa)を採用した。透気量はコンクリート供試体(100×100×100 mm)を透過した空気を水で置換する方法で測定し、ダルシー則に従う理論式から透気係数を求めた。

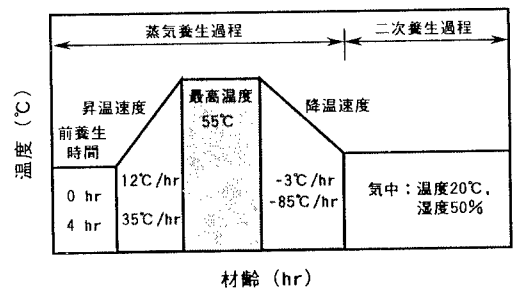


図-1 蒸気養生および二次養生の条件

3. 実験結果および考察

3. 1 透水試験結果

図-2は、透水試験より得られた拡散係数と表面微細ひび割れ平均幅との関係をプロットしたものである。この図に見られるように、蒸気養生終了直後では、養生条件が異なっても、その平均幅は 0.008 mm付近に

集中しており、拡散係数にそれ程大きな差はなかった。一方、28日間の二次養生を行った場合は、拡散係数が表面微細ひび割れ平均幅 0.06 mm 付近から急激に増加した。

図-3は、拡散係数と表面微細ひび割れ長さ密度との関係をプロットしたものである。この図より、蒸気養生終了直後の表面微細ひび割れ幅が非常に小さい場合は、ひび割れ長さ密度が増加しても、拡散係数にそれ程大きな差はない。しかし、28日間の二次養生を行い表面微細ひび割れ幅が増大すると、微細ひび割れ長さ密度 5 mm/cm² 付近からひび割れ長さ密度の増加につれて拡散係数は増加した。

これらの結果は、表面微細ひび割れの影響が極めて小さくなる限界のひび割れ幅および長さ密度が存在することを示唆しているものと考えられる。

3. 2 透気試験結果

図-4は、透気試験より得られた透気係数と表面微細ひび割れ平均幅との関係をプロットしたものである。この図から分かるように、蒸気養生終了直後では、ひび割れ平均幅の増加に伴い透気係数は増大した。また、二次養生開始 28 日後においても蒸気養生直後の場合と同様の傾向が見られ、平均幅の増加に伴い透気係数は増大した。

図-5は、透気係数と表面微細ひび割れ長さ密度との関係をプロットしたものである。この図に見られるように、蒸気養生終了直後の表面微細ひび割れ幅が非常に小さい場合でも、長さ密度の増加に伴い透気係数は増加する傾向が見られた。

これらの結果から、透気係数の場合は、水の拡散係数の場合と比べ、ひび割れ幅による依存性が比較的低いものと考えられる。これは、空気は、水と違いある程度狭いところでも容易に通過できるためであると考えられる。

4. まとめ

蒸気養生終了直後の表面微細ひび割れ幅が非常に小さい段階では、ひび割れが多く発生していても、表面微細ひび割れが水の拡散係数に与える影響は小さい。しかし、透気係数の場合は、ひび割れ幅による依存性が比較的低く、ひび割れの幅が極めて小さい場合でも透気係数に影響を与えることが分った。

参考文献

- [1] 大塚浩司, 庄谷征美, 小関憲一, 阿波 稔: コンクリートの蒸気養生過程で発生する表面微細ひび割れに関する研究, 土木学会論文集, No.520, V-28, pp.143-155, 1995.8.
- [2] 大塚浩司, 庄谷征美, 阿波 稔: 蒸気養生コンクリートの耐久性に及ぼす表面微細ひび割れの影響, 土木学会論文集, No.585, V-38, 1998.2.

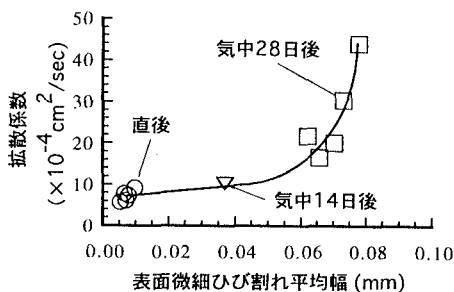


図-2 拡散係数と表面微細ひび割れ平均幅との関係

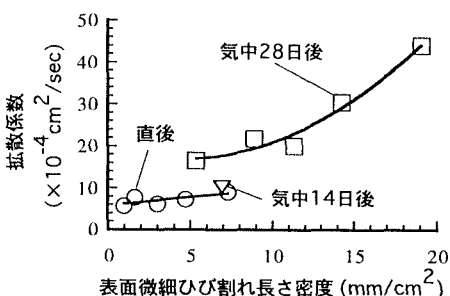


図-3 拡散係数と表面微細ひび割れ長さ密度との関係

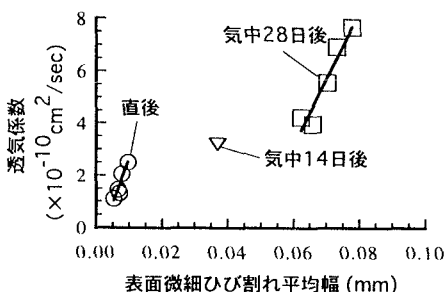


図-4 透気係数と表面微細ひび割れ平均幅との関係

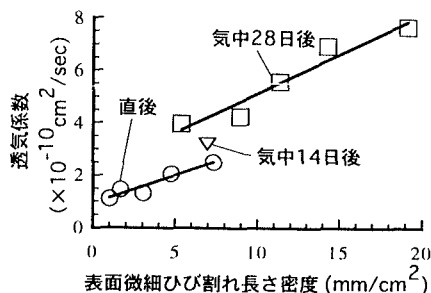


図-5 透気係数と表面微細ひび割れ長さ密度との関係