圧縮応力下のコンクリートの透気性

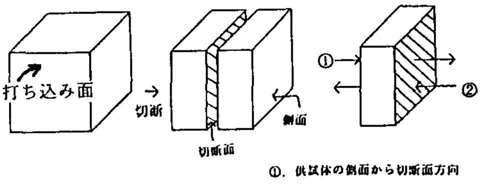
広島大学　正員　田澤　栄一
広島大学　正員　○米倉　亜州夫
宇部興産　正員　黒澤　功
（株）鹿島建設　正員　鹿糠　耕治

1．まえがき

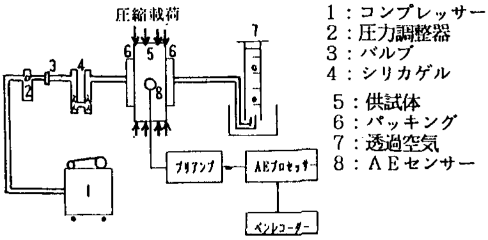
コンクリートの透気性は、コンクリート中のセメントペーストの細孔構造やブリージングによって骨材下面に生じる欠陥等に影響されることや、応力強度比0.3以下の圧縮応力を受けた水セメント比0.5のコンクリートの場合には、透気速度が無応力の場合より小さくなることを報告したが[1]、さらに大きな応力を受けた場合には、マイクロクラックの発生により、透気速度は著しく増大することが予想される。そこで本研究では、圧縮載荷過程において透気性試験とアコーステックエミッション（ＡＥ）の測定を同時に行い、コンクリート内部の破壊の進行と透気性との関係を、水セメント比、混和材種別、粗骨材最大寸法、載荷応力を変化させて検討することを目的とした。

2．試験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、混和材として高炉スラグ微粉末およびシリカヒュームを使用し、置換率はそれぞれ55％および10％とした。Ｗ／Ｃ＝35，50および60％とし、Ｗ／Ｃ＝50％の場合のみ、混和材種別、粗骨材最大寸法を10,15および20mmに変化させた。供試体は図－１に示すように10×10×10cmの立方供試体を作製し、材令28日まで標準養生を行った後、20℃、50％Ｒ.Ｈ.の室内で56日間静置し、その後、乾燥炉に入れ、10℃／hrで昇温し、110℃で24時間炉乾燥した。その後ダイヤモンドカッターでゆっくり切断し、10×10×5cmとしたものを透気性試験に用いた。その際、供試体表面は空気透過部分をのぞいて、すべてアルミテープでシールした。透気性試験は図－２に示す装置を用い、3 kgf／cm²の圧力で空気を打込面と垂直方向に透過させ、圧縮応力を作用させる場合は、耐圧試験機にて供試体に載荷し、ＡＥを荷重増大中に連続的に測定するとともに、２トンごとに荷重を一定に保持し、透気性試験を行った。



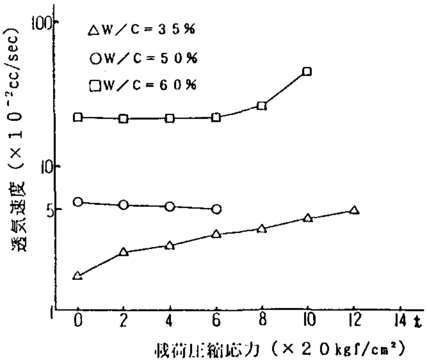
図－１　切断面および透気方向



図－２　透気性およびＡＥ試験装置

3．試験結果および考察

図－３に、載荷過程における透気性と載荷応力との関係を示す。透気方向は図－１に示す①の方向である。無応力状態の透気速度は水セメント比が小さいほど小さくなっている。圧縮載荷をはじめると、Ｗ／Ｃ＝60％の場合、透気速度は載荷応力120Kgf／cm²（応力強度比σc'／σc＝0.45）程度まではやや減少し、その後徐々に増大し、240Kgf／cm²（σc'／σc＝0.9）で測定不能となった。Ｗ／Ｃ＝50％の場合も、σc'／σc＝0.5程度までは透気速度が減少する傾向にある。このように、σc'／σc＝0.5前後までは、載荷応力の増大とともに透気速度が減少する傾向に

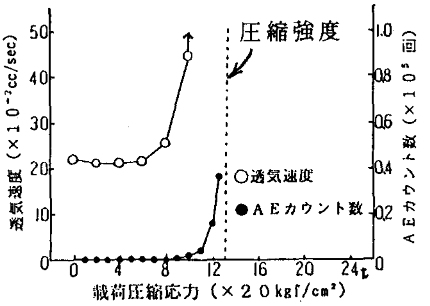


図－３　載荷圧力と透気性の関係Ｉ

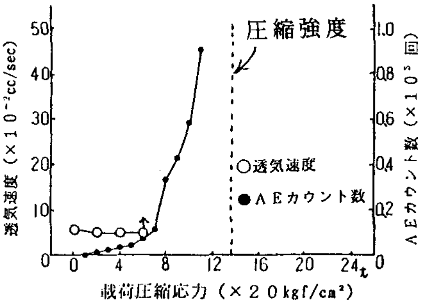
あるのは、圧縮応力による細孔または欠陥部の縮小が透気性に及ぼす影響がマイクロクラックの発生による透気性の増大の傾向より卓越するためと思われる。一方、W／C＝35%の場合、細孔および欠陥部が他のW／Cの場合より著しく小さいため、透気速度は減少せず、やや増大の傾向を示している。これは、後述するようにマイクロクラックの発生がいくらか存在するためと思われる。図－4～6に図－3に示した透気性試験と同時に測定したＡＥ発生頻度の結果を各々のW／Cの場合について示す。どの場合も、σc'／σc＝0.5前後で、透気速度が急増し、σc'／σc＝0.5～0.85でＡＥ発生頻度が急増している。このように、透気速度とＡＥカウント数が急増するσc'／σcが異っているのは、ＡＥ測定機器のしきい値の設定をノイズを感知しない値としたためで、実際は、透気速度が急増する点でマイクロクラックの発生も増大すると思われる。W／C＝60%の場合、透気速度と載荷応力との関係曲線がＡＥカウント数と載荷応力との関係曲線と値が急増する部分で極めて類似していることから、ＡＥカウント数と透気速度とは密接に関係しているといえる。すなわち、コンクリートのマイクロクラックの進展を透気性の測定によって鋭敏に検査できることを示唆している。図－7は粗骨材最大寸法と透気性との関係をW／C＝50%の場合について示したものであるが、無応力状態では透気速度は、最大寸法が大きいほど小さく、応力の増大に伴ってこの傾向が逆転している。これは、マイクロクラックの伸展の仕方が粗骨材寸法によって異なることを示すものと思われる。無応力状態における透気性が、粗骨材最大寸法が大きいほど小さくなるのは、寸法が大なほど比表面積が小さくなるので、粗骨材下面に留まるブリージング水が、総計で少なくなるためと、粗骨材部分は空気はほとんど透過しないためと思われる。また、シリカヒュームを用いた場合、細孔や欠陥が著しく小さいため、相当大きなσc'／σcになっても空気が透過せず、マイクロクラックが入って初めて、空気が透過するようになり、極めて緻密な構造を有している。一方、スラグを用いた場合には、透気性が大きいため、中性化等に注意すべきであるといえる。

参考文献

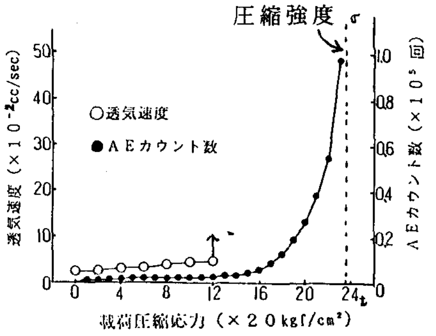
（１）米倉，田澤，黒澤，井上：一軸圧縮応力を受けるコンクリートの透気性および吸水特性、コンクリート工学年次論文報告集、12－1，1990



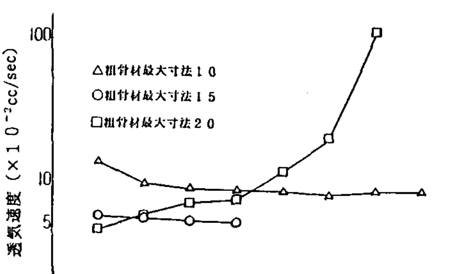
図－４　ＡＥ発生頻度と透気性の関係(W/C=60)



図－５　ＡＥ発生頻度と透気性の関係(W/C=50)



図－６　ＡＥ発生頻度と透気性の関係(W/C=35)



図－７　載荷圧力と透気性の関係Ⅱ