

透気試験方法の違いが養生条件の異なるコンクリートの透気係数と含水率の関係に及ぼす影響

愛媛大学 学生会員 ○柴田真帆 正会員 氏家勲 河合慶有
四国建設コンサルタント(株) 太田賢治

1. はじめに

コンクリート構造物の耐久性能の評価には強度だけでなく物質移動抵抗性を考慮する必要がある。物質移動抵抗性を評価する手法の1つとして、透気試験がある。しかし、透気試験から算出される透気係数はコンクリートの含水状態に大きく依存してしまうため、コンクリートの密実性の適切な評価が難しい。そこで本研究では、養生条件の異なるコンクリートの含水率および乾燥空隙率と透気係数の関係の把握を目的とする。透気試験には、アウトプット法、トレント法、シール法の3手法を用い、これらを比較し検討する。

2. 供試体の作製および実験概要

透気試験および含水率測定試験には15×15×5cmの角柱供試体を使用した。水セメント比を65%、50%、40%とし各4体(水中養生2体、気中養生2体)、計12体作製した。供試体側面はエポキシ樹脂を塗布し水分の逸散を一方向とした。供試体の作製および試験は20℃に設定された恒温室で実施した。透気試験はアウトプット法、シール法、トレント法の3手法を用いた。また、コンクリートの含水状態は高周波容量式水分計による含水率と重量変化から求めた乾燥空隙率(= {重量変化(g)/水の密度(g/cm³)} / 供試体の体積(m³) × 100) によって評価した。

3. 実験結果

図1に乾燥空隙率と透気係数の関係を示す。乾燥空隙率と透気係数は両対数グラフにおいて、既往の研究¹⁾で報告があるように、直線関係にあることが確認された。図から分かるように、同じ乾燥空隙率で比較した場合、水中養生したコンクリートの透気係数は気中養生したものより小さい。さらに、乾燥空隙率の増加に対する透気係数の増加割合が大きい。これは気中養生の供試体は水中養生の供試体に比べ空隙構造が疎であり空隙同士の連続性が高いため、透気係数の増加にあまり影響しなかったと考えられる。なお、気中養生に関しては乾燥開始時に飽和していないため、図に示す乾燥空隙率より実際の値は高いと考えられる。

乾燥空隙率は重量変化から算出しているため実構造物に適用するのは難しい。そのため実構造物でも測定可能な含水率を用いて透気係数の変化を検討する。

図2に乾燥空隙率と含水率の関係を示す。乾燥空隙率と含水率の関係には相関があることが確認された。したがって、乾燥空隙率と透気係数が直線関係にあることを考慮すると、含水率と透気係数の関係にも相関があると考えられる。

図3に含水率と透気係数の関係を示す。含水率と透気係数の関係は、測定した範囲では線形関係にあるとみなすことができる。図に示す直線は、養生条件や水セメント比によって傾きが異なるため、空隙構造の違いを表しているものと考えられる。したがって、含水率と透気係数の関係を用いることによって、空隙構造の違いによるコンクリートの密実性あるいは物質移動抵抗性を評価できるといえる。

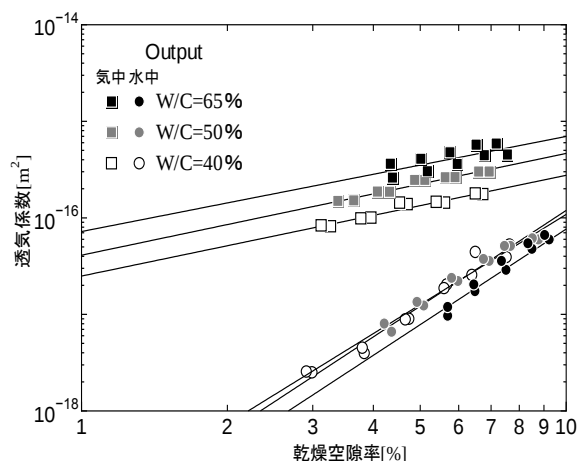


図1 乾燥空隙率と透気係数の関係

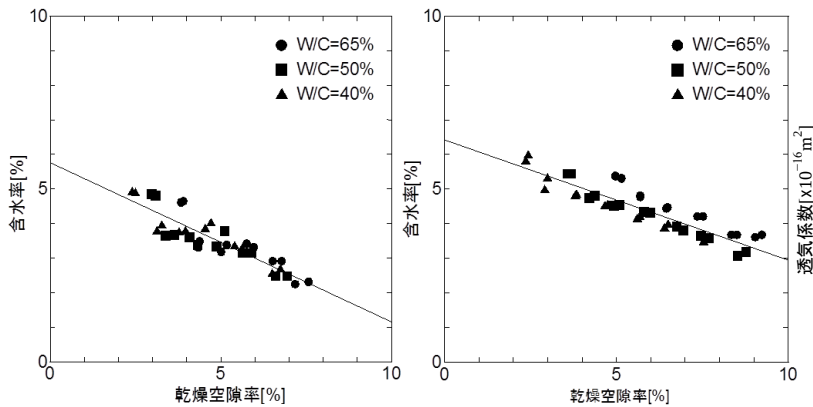


図2 乾燥空隙率と含水率の関係（左：気中養生 右：水中養生）

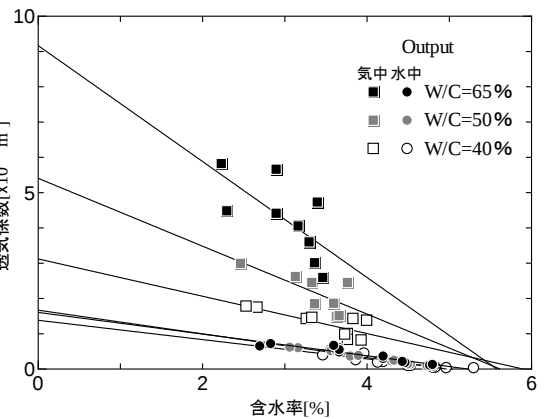


図3 含水率と透気係数の関係

図4に水セメント比65%の含水率と透気係数の関係を示す。本来ならば3手法は同じ透気係数が算出されなければならないが、異なる透気係数が算出されている。図から分かるように、アウトプット法の値に比べシル法およびトレント法の値が大きくなっている。これはアウトプット法では加圧した空気がコンクリート内を通過し測定するのに対し、シル法とトレント法は吸引によって測定するので、表面近傍の乾燥した部分が影響したことが考えられる。

気中養生の結果をみると、トレント法の低含水域で値が大きく算出されている。これは透気領域が供試体の厚さを超えたためと考えられる。また、含水率の低下に対する透気係数の増加割合はトレント法の方がシル法より大きい。水中養生の結果をみると、低含水域においてシル法およびトレント法が同程度の値を算出している。トレント法は高含水域でシル法より透気係数が小さくなっているが、シル法とトレント法はほぼ同程度の透気係数を算出している。そのため、コンクリート表層部の対象とする透気領域ではシル法およびトレント法は密実性を適切に評価していると考えられる。

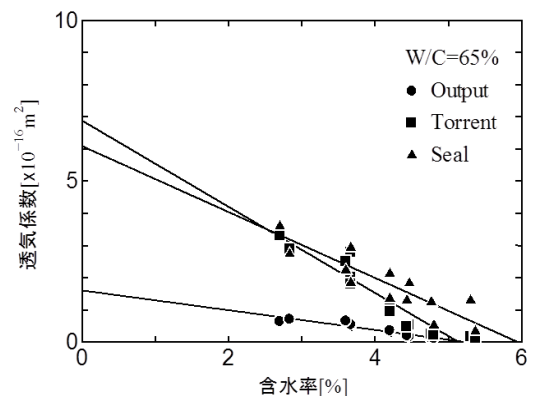
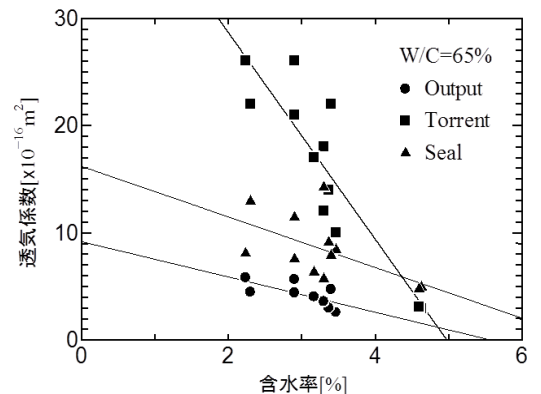


図4 含水率と透気係数の関係
（上：気中養生 下：水中養生）

4. まとめ

乾燥空隙率と含水率の関数に相関があることが確認された。透気係数と含水率の傾きの関係は直線関係にあるとみなすことができ、その傾きを用いるとコンクリートの密実性あるいは物質移動抵抗性を評価できることが示唆された。また本研究の範囲では、シル法およびトレント法はアウトプット法に比べやや過大評価となったが、シル法およびトレント法においては透気領域が所定の範囲であれば試験方法による差はないといえる。

参考文献

- 1) 河野俊一，氏家勲：乾燥によるコンクリートの透気係数の変化に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.21.No2，pp.847-852，1999