V－90　飽水状態のモルタルにおける破過圧に関する実験的研究

愛媛大学工学部　正会員　氏家　勲
三井建設株式会社　正会員　河野　俊一

１．はじめに

放射性廃棄物処分施設では処分環境下で金属廃棄物が腐食し水素ガスを発生することが予測され，その際に処分施設の機能を損なうことなく処分施設の各材料からガスを透気させる必要がある。本研究では飽水状態のモルタルを用いて透気試験を実施し，圧力を徐々に増加させて透気し始める圧力（以下，破過圧と呼ぶ）について検討し，さらに，破過後も圧力を増加させモルタルからの透気を計測し破過後の透気性状についても検討している。

２．実験概要

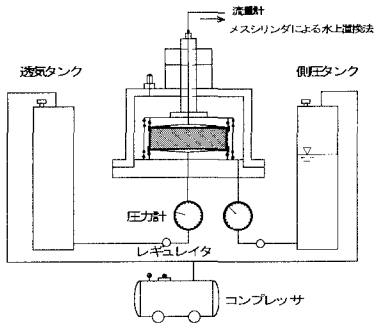
本実験に用いたモルタルにはセメントには普通ポルトランドセメント，細骨材には海砂(比重 2.54)を使用した。また，微粒分を補うためにフライアッシュを細骨材の質量に対して 5%用いた。モルタルの配合を表－１に示す。供試体はφ15cm で厚さ 2～5cm の円柱供試体と断面 15×15cm で厚さ 5～10cm の角柱供試体である。供試体は材齢 28 日まで水中養生を行った。水中養生終了後，供試体は側面をシールし，図－１に示す透気試験装置（円柱供試体）に取り付け，透気試験を行った。本研究では水中養生終了後の供試体を飽水状態としている。試験では２時間の時間間隔で圧力を 0.02N/mm^2 の間隔で昇圧し，１時間で 0.1cm^3 以上の透気量が連続して観察された場合の最初の圧力を破過圧とした。破過後は 0.1N/mm^2 の間隔で昇圧し透気量を測定した。破過後の透気量から次式を用いて透気係数(K)を算出した。

$$K = \frac{2LP_2}{P_1^2 - P_2^2} \cdot \frac{Q}{A}$$

ここで，Q は透気量，A は透気断面積，L は供試体厚さ，P_1，P_2 は作用圧力および大気圧である。

表－１　モルタルの配合

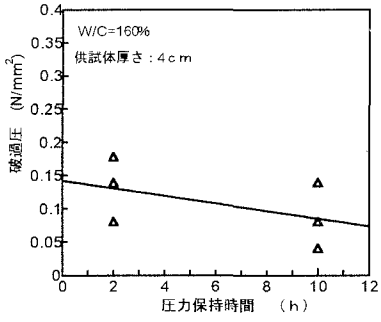
W/C (%)	単位量 (kg/m^3)			
	水	ｾﾒﾝﾄ	細骨材	ﾌﾗｲｱｯｼｭ
50	250	500	1317	66
70	250	357	1428	71
100	250	250	1511	76
130	250	192	1555	78
160	250	156	1583	80



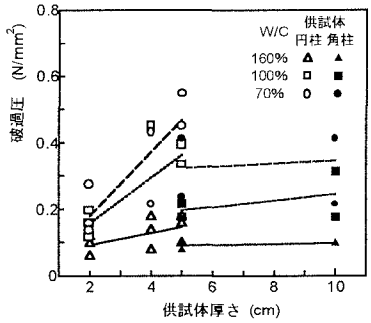
図－１　透気試験装置概要

３．実験結果および考察

図－２は段階的に昇圧する際に昇圧後の圧力の保持時間が破過圧に及ぼす影響を示す。圧力保持時間を１０時間にすると２時間よりも供試体３体の平均では若干破過圧が低くなる傾向にが，破過圧にはばらつきもあり，差はあまりないと考えられる。また，１０時間の保持時間においても昇圧後１時間までに透気が確認された。従って，本実験では以下の実験では圧力保持時間を２時間とした。図－３は供試体の厚さが破過圧に与える影響を示す。供試体厚さが薄い場合には破過圧に水セメント比の違いによる差があまり見られないが，4cm 以上では水セメント比による違いが見られる。なお，



図－２　破過圧と圧力保持時間の関係

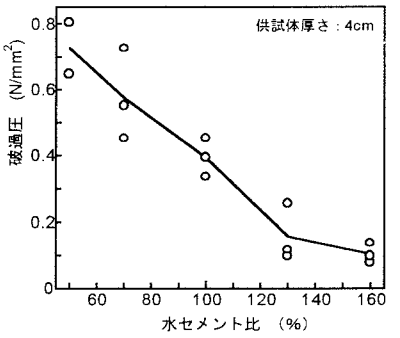


図－３　供試体厚さと破過圧の関係

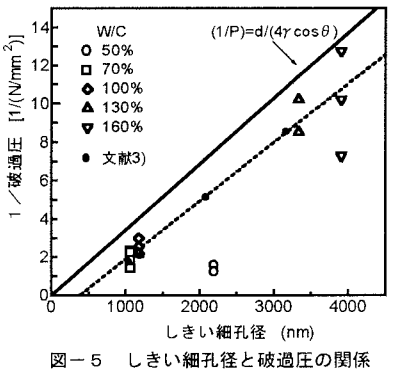
キーワード：飽水状態，破過圧，しきい細孔径，透気性
連絡先：〒790-8577 松山市文京町３ 愛媛大学工学部環境建設工学科 TEL089-927-9819 FAX089-927-9842

供試体厚さが同じでも角柱供試体のほうが円柱供試体より破過圧が小さくなっている。種々検討したが原因については明らかにできなかった。

図－４は水セメント比と破過圧の関係を示す。水セメント比が小さくなると破過圧は大きくなっている。飽水状態のモルタルにおいて，内部の細孔にある水が作用した空気圧により押出されて透気し始めることから，水セメント比が小さい場合には細孔構造も緻密であるので破過圧が小さくなっている。多孔材料において飽水試料の破過圧は連続する細孔に関係するといわれている[1]。図－５はしきい細孔径と破過圧の逆数との関係を示す。しきい細孔径は水銀圧入法による細孔径分布の計測で細孔量の累積曲線おいて，細孔量が連続して増加し始める細孔径である[2]。図には既往の結果も含めて示してあるが[3]，しきい細孔径と破過圧の逆数とは水セメント比 50%の結果を除いて良い相関関係がある。図中の式は毛細管の法則に従う圧力の逆数と細孔径の関係であり，図中の破線は水の表面エネルギー（γ）を 0.073N/m，試料と水の接触角（θ）を０として求めたものである。また図中の実線は水セメント５０%を除いて最小２乗法で近似した直線である。実測値の回帰直線は毛細管の法則による関係とほぼ並行になっているが，同じ細孔径では実測値のほうが破過圧の逆数が小さく，すなわち破過圧が大きくなっている。これは毛細管の法則による関係では細孔は一定の大きさの径を仮定しているが，実際の透気している細孔は細孔径が異なり，しきい径はそれらの最大径を意味する細孔径であると考えられる。

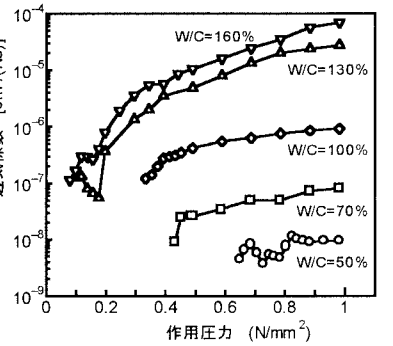


図－４　水セメント比と破過圧の関係



図－５　しきい細孔径と破過圧の関係

図－６は破過後にさらに圧力を上昇させた場合の透気係数を示す。透気係数はどの水セメント比においても圧力が増加するにつれて大きくなっており圧力依存性を示している。試験機の関係から作用圧力は最大 1N/mm² としたが，1N/mm² で比較すると破過後の透気係数も水セメント比が大きくなるにつれて大きくなっている。不飽和状態のモルタルでは透気係数は基本的には圧力に依存しない。この破過後の圧力の増加による透気係数の増加は圧力が高くなるにつれて，透気していなかった細孔で水分が圧力の増加で押し出され，透気する細孔が増加したためと考えられる。また，透気係数の増加の程度は圧力が高くなると小さくなる傾向がある。



図－６　破過後の透気係数

４．まとめ

本実験の範囲では破過圧に及ぼす圧力保持時間の影響はほとんどみれれなかったが，供試体厚さが薄い場合にはコンクリートの品質の違いが破過圧の差に顕著に表れない。また，破過圧はしきい細孔径と比較的良い相関関係にある。破過後のモルタルの透気係数は圧力に依存するが，その場合の透気係数の大きさは作用圧力により水分が押し出される細孔の観点から検討する必要がある。

本研究は文部省科学研究費補助金（基盤研究(C)，No. 09650510）の一部として行ったことを付記いたします。

参考文献：1）近藤連一編：多孔材料－性質と利用－，技報堂出版，1973. 2）後藤孝治：セメント水和反応の強度発現のモデルに関する研究，東京大学学位論文，1996. 3）河野俊一，氏家勲：セメント硬化体の細孔径の透気性による評価に関する研究，コンクリート工学協会論文報告集，Vol.20，No.2，pp.745-750，1998.