

PSV-26 真空環境下における硬化モルタルの質量変化ならびに収縮ひずみ性状

清水建設技術研究所 正会員 金森 洋史
 清水建設技術研究所 松本 信二
 清水建設技術研究所 石川 登

1 はじめに

月面基地の建設は、宇宙ステーション計画の次の大型宇宙開発プロジェクトとして大きな関心を集めており、既に様々な研究が開始されている。それらの中で、基地の建設材料に関してはコンクリートが有望であると考えられている。コンクリートの製造に必要な原料の大部分が月に存在していること、ならびにその製造エネルギーが比較的小さいと考えられることがその理由である。

月面特有の環境としては、低重力加速度、高真空、過酷な温度差、放射線、さらには隕石やダスト等が主なものとして挙げられる。これらの環境要因は、月面における人間の生活環境のみならず、基地の建設材料となるコンクリートの製造プロセスや品質にも大きな影響を与えるものと考えられる。

筆者等は、以上に挙げた様々な環境要因の中から重力加速度の影響ならびに真空の影響に着目し、既に2、3の実験を行っている。その結果、モルタルの物性に及ぼす月面上の重力加速度（ $1/6\text{ G}$ ）の影響は比較的小さく、地上における強度の90%程度の強度は確保できると考えられること¹⁾、また図-1に示すように、打込み後10時間程度以内に真空環境下に暴露したコンクリートの強度は極端に低下すること²⁾、などが明らかとなっている。

以上の結果は、初期材令のコンクリートには、ある程度の与圧環境が必要であることを示している。

従って月面基地の開発当初は、工場内の与圧環境下においてプレキャストコンクリートを製造し、それを順次搬出し組み立てる方法が採られるものと考えられる。工場内で製造されたコンクリートは、一定の養生期間を経た後、最終的には真空環境下に置かれ、長期的に構造物としての機能を果たすことになる。しかしながら、真空環境下にコンクリートを暴露する前に必要な養生条件や、長期的に真空環境下に置かれたコンクリートの物性の変化などについては、現在までに研究が行われていない。

本報告は、様々な養生期間を経た後、真空環境下に長期間暴露されたコンクリート系材料の、長期的な物性に関して行った実験の結果から、特にその質量変化ならびに収縮ひずみの性状について報告するものである。

2 実験方法

試験体にはモルタル（ $S/C = 2$ ， $W/C = 65\%$ ）を使用した。セメントには比重 3.15，ブレン値 $3250\text{ cm}^2/\text{g}$ の普通ポルトランドセメント，細骨材には豊浦標準砂を使用した。

実験は、試験体の真空暴露開始時期を要因として行った。表-1に真空暴露開始時期と試験材令の関係を示す。

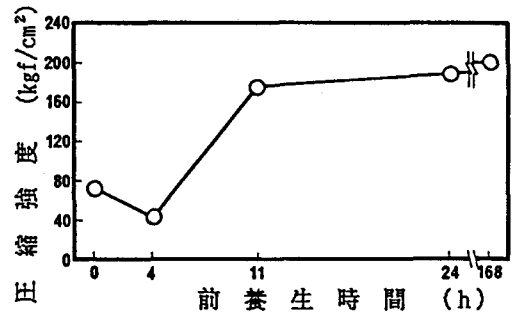


図-1 前養生時間と圧縮強度の関係

表-1 真空暴露開始時期と試験材令

真空容器 投入時期	試験材令 (日)			
	3	7	28	91
1 日	○	○	○	○
3 日		○	○	○
7 日			○	○
28 日				○

実験手順は以下の通りである。4×4×16cmの鋼製三連型わくにモルタルを打込み、材令1日で脱型して試験体の初期質量を測定した。次に、長さ変化測定用のゲージ標点を試験体側面に貼付し、コンタクトゲージにて初期長さを測定し、その後水中養生（20℃）を行った。所定の真空暴露開始時期に試験体を真空容器内に設置し、所定の試験材令に至るまで真空暴露を行った。試験材令に達した試験体は真空容器から取り出し、質量ならびに長さを測定した。比較のため、標準水中養生を行った同一材令の試験体についても同様の測定を行った。

図-2に実験に使用した真空容器を示す。容器は鋼製で、外部の温度変化の影響を少なくするため、内部に試験体台を設置した。真空ポンプには200ℓ/分の油回転型ポンプを使用した。

3 実験結果

図-3に試験体の質量変化率の経時変化を示す。ある程度水和が進行してから真空環境下に置いた試験体の方が、水の逸散量ならびに逸散速度は小さくなっている。しかしながら、試験体中のすべての水が逸散した場合の質量変化率が約18%であることから、かなりの割合の水が逸散していると考えられる。例えば、材令91日で真空環境に置いた試験体の材令91日におけるみかけの水セメント比は約18%となり、すべてのセメントが水和するために必要な水量は残留していないことが分る。

図-4にひずみの経時変化を示す。いずれの試験体も真空環境下に置くことにより、急激な収縮ひずみを生じている。材令91日のひずみ量は約1400μで、乾燥下における通常のモルタルの乾燥収縮ひずみ量と同程度である。しかしながら、これらのひずみは長期的にはさらに増加する傾向にあり、真空暴露時期を遅くするほどその傾向は顕著となっている。

4 まとめ

今回の実験では、試料としてモルタルを使用したこと、試験体が小さかったこと、また全面から真空環境の影響を受けたことなどの条件により、その質量変化率ならびに収縮ひずみ量は比較的大きな値となっている。コンクリート製の部材を製造する場合には、これらの値は実験の結果よりもかなり小さくなると考えられる。しかしながら、その場合においても、セメントの水和を十分に促進させ、収縮ひずみの発生を低く抑えるためには、材料、配合あるいは養生方法などに何らかの工夫を行う必要があるものと考えられる。

今後は、さらに長期の特性や強度特性などに及ぼす真空環境の影響について、検討を行う予定である。

〔参考文献〕 1) 金森, 石川, 今井, “セメントペーストおよびモルタルの脱水性状に及ぼす加速度の影響”, 2) 岡田, 橋, “真空中に暴露したコンクリートの物性について”, 以上, 土木学会第43回年次学術講演会, 第V部門, 1988年, 10月

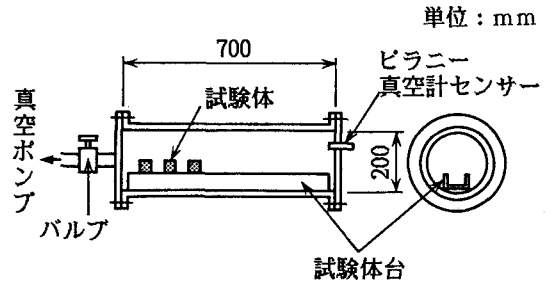


図-2 真空容器

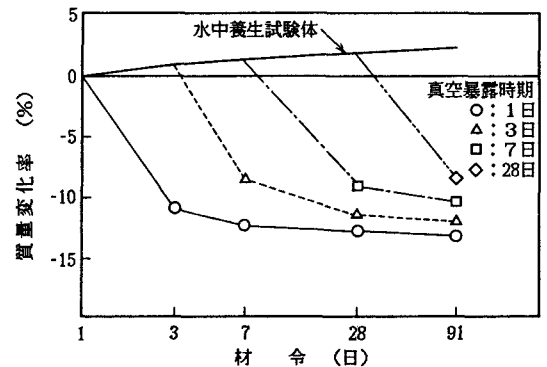


図-3 質量変化率の経時変化

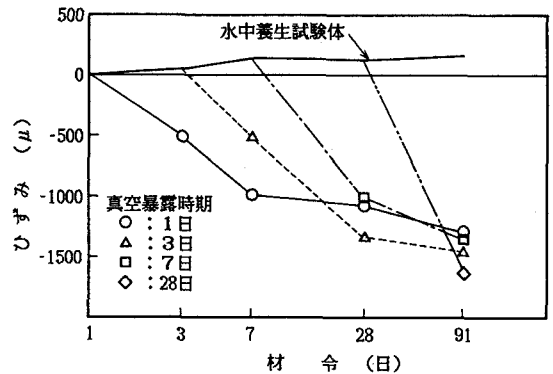


図-4 ひずみの経時変化