

V-24 真空処理を施したコンクリートに関する研究

室蘭工業大学 学生員 細川 潮

室蘭工業大学 正 員 尾崎 詔

室蘭工業大学 正 員 菅田 紀之

1. はじめに

真空処理工法は、打設終了直後のフレッシュコンクリートの表面に真空による大気圧を作用させてコンクリート中の不要な水を吸い出し、空隙を小さくすることによってコンクリートを密実にすると共に圧密によって表面の硬さも増す。これにより、強度は勿論のこと耐摩耗性、乾燥収縮、耐凍害性の改善に効果があると言われている。現在、主に欧州で橋脚、床版の工事に用いられているほか、その効果、適応に関して研究が行なわれている。

耐久性の向上と、強度の増加を考慮するうえでコンクリートの配合を決定する場合、水セメント比を低くし単位水量を少なくすることが基本である。しかし、ワーカビリティの点から、それにはおのずと限界がある。このような、打設時のワーカビリティと、処理後のコンクリートの特性を考えると、施工にはこの真空処理工法が適しているものと思われる。

本研究では、現場施工用の真空処理装置とレデーミクストコンクリートを用いて屋外に床版を打設し、自然環境下で養生を行なうことにより、真空処理を施したコンクリートの性質のうち、これを寒冷地の舗装版に用いた時にまず問題となるスパイクタイヤに対する耐摩耗性について検討を行なった。

2. 真空処理工法の原理

本研究で用いた真空処理装置は、国外で開発されたもので、その内容は、プラスチックシート製サクシヨンマット、フィルターマット、サーフェイスバイブレーター、スキムフローター（動力ごて）、真空ポンプからなっている。コンクリートを打ち込み、表面をサーフェイスバイブレーターでならし終えた直後、コンクリート表面をフィルターマットでおおい、更なる上からサクシヨンマットでおおう。図-1に示すようにマットからは

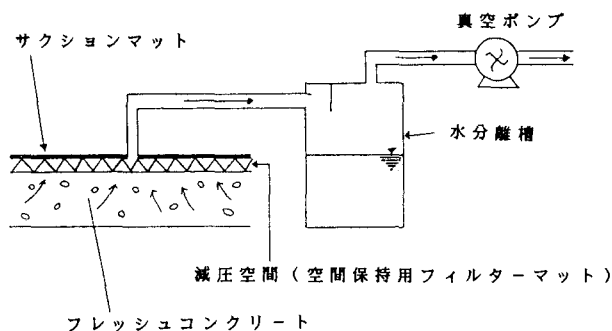


図-1 真空処理システムの概略

ホースで水分離槽を通じて真空ポンプに接続されている。真空ポンプを作動させると、上部サクシヨンマットとコンクリート表面の間のフィルターマットの部分が減圧され、この部分の減圧度と大気圧の差に相当する圧力がサクシヨンマット上に作用し、コンクリートを押し固める。この場合、コンクリートはまだ固まっていないので、脱気と同時にコンクリート中の水分は上昇し、フィルターマットを通じてサクシヨンマットの部分に入り、上部サクシヨンマットの表面を伝わり、ホースを通じて水分離槽中に吸引される。サクシヨンマット上に作用する圧力は、 $7\sim 9 \text{ t/m}^2$ であり、この圧力は大気圧であるので、コンクリート表面に一樣に作用し、コンクリートを一樣に押し固める。

3. 実験概要

使用したセメントは普通ポルトランドセメント（比重3.15）、粗骨材は敷生川産碎石（比重2.70）、細骨材は登別産陸砂（比重2.67）、混和剤はA EコンクリートではA E減水剤、non A Eコンクリートでは減水剤

を用いた、真空処理前のコンクリートの配合を表-1に示す。

	W/C (%)	細骨材率 (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	単位量 (kg/m ³)					スランプ (cm)	空気量 (%)
				水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤(cc)		
AE	48.5	41.5	20	149	307	783	1104	768	9.4	5.0
nonAE	53.4	44.0	20	162	303	852	1083	758	3.0	2.1

表-1 コンクリートの配合

床版の寸法は、出来高が3.8 m×1.55 m×0.1 mとなるように型枠を設置し、AEコンクリート、nonAEコンクリート、それぞれについて真空処理用、無処理用にそれぞれ2面ずつ、計4面打設した。荷おろし時のレーダミクストコンクリートの測定値は、AEコンクリートでスランプ9.4 cm、空気量5.0%、nonAEコンクリートでスランプ3 cm、空気量2.1%であった。締固めは棒状振動機で行ない、表面仕上げは、サーフェイスバイブレーターを2往復させて行なった。その後フィルターマット、サクシヨンマットを敷き、30分間真空処理を行なった。真空到達度は、AEコンクリートでは0.90、nonAEコンクリートでは0.89であった、なお、真空処理開始後15分には、一度ポンプを停止し、吸引水量の測定を行なった。なお、無処理のコンクリート床版については、サーフェイスバイブレーターによる表面仕上げの後、左官ごてにて表面仕上げをおこなった。

養生は、打設後ブリージングが終了するのを待ち、第一回めの散水を行ない、その後に床版周囲にビニールと砂を用いて堤防を作り、コンクリート床版上に水を張って所定材齢まで養生を行なった。空隙率の測定、耐摩耗性試験は、材齢28日に行なった。硬化したコンクリートの供試体はダイヤモンドカッターを用いて床版より切出し、角柱供試体寸法は10 cm×10 cm×50 cm、耐摩耗性試験用平板供試体寸法は30 cm×30 cm×4.5 cmに整形した。また、細孔径分布測定用の試料は、材齢28日のコンクリート表面より、モルタル部分を採取し、アセトンで洗浄した後、乾燥器にて110 °cで一定重量となるまで乾燥したものを用いた。

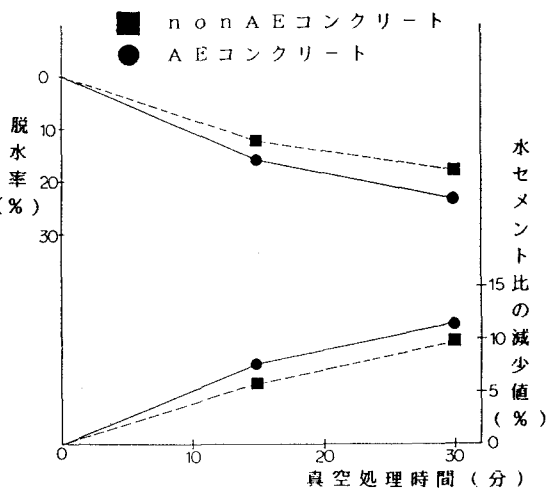


図-2 脱水率と水セメント比減少値

4. 実験結果

真空処理中に測定した吸引水量から求めた脱水率と、水セメント比の減少値を図-2に示す。これより、真空処理によって水セメント比はAEコンクリートでは48.5 %→37.1 %、nonAEコンクリートでは53.4 %→44.0 %と変化した。nonAEコンクリートの単位水量は 162kg/m³で、AEコンクリート単位水量149kg/m³に比べて多いにも拘らず脱水量は nonAEコンクリートでは19.13 ℓ (脱水率17.8 %)、AEコンクリートでは25.09 ℓ (脱水率23.5 %)となりAEコンクリートよりも脱水率が低かった。これは、二種類のコンクリートでサクシヨンマットとコンクリート表面との密着性に差があったためと思われる。締固めも考慮したうえで、短時間に脱水し、水セメント比を減少させるには、ワーカビリチーの良いコンクリートが効果的であると思われる。空隙率の測定は、

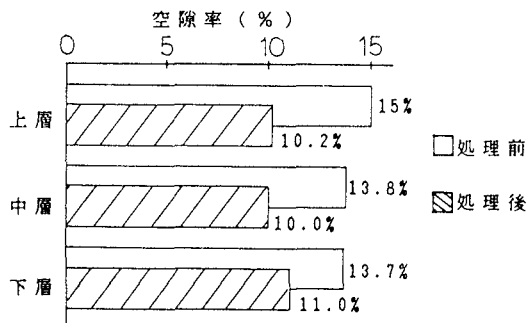
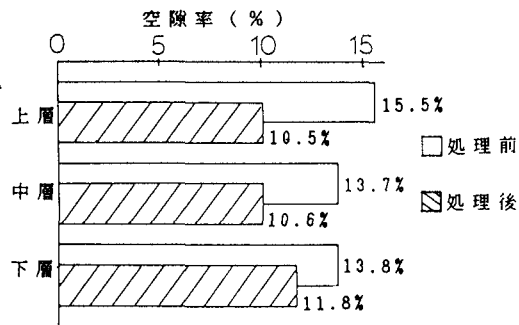


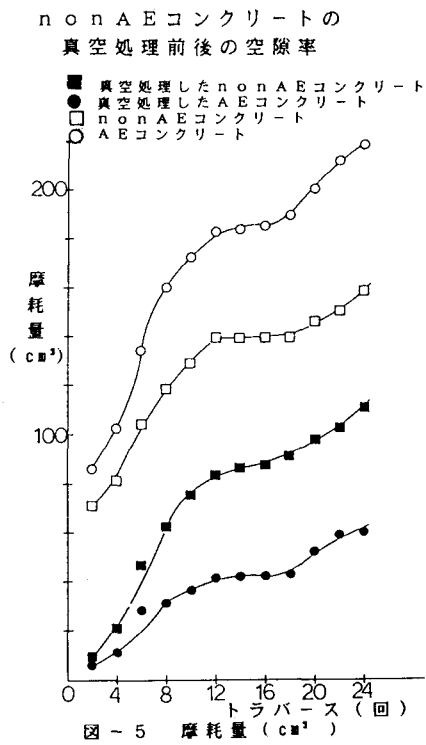
図-3 AEコンクリートの真空処理前後の空隙率

角柱供試体を用いて行なった。深さ（厚さ）方向に供試体を三層に分けて、それぞれ測定を行ない、真空処理の効果を確認した。AEコンクリートでの結果を図-3に、nonAEコンクリートでの結果を図-4に示す。AE、nonAEコンクリート共に、上層、中層、下層の順に真空処理の効果が小さくなっている。また、真空処理をしていないコンクリートの空隙が、養生中のブリージングによって上層部にて大きくなっているのに対して、真空処理をしたものは、上層から下層を通じて10%前後と大きな変化がなく、均一な組織構造をなしている。種類別に比較すると脱水前後の空隙はいずれもAEコンクリートよりも nonAEコンクリートの方が大きくなっている。



5. 耐摩耗性試験概要

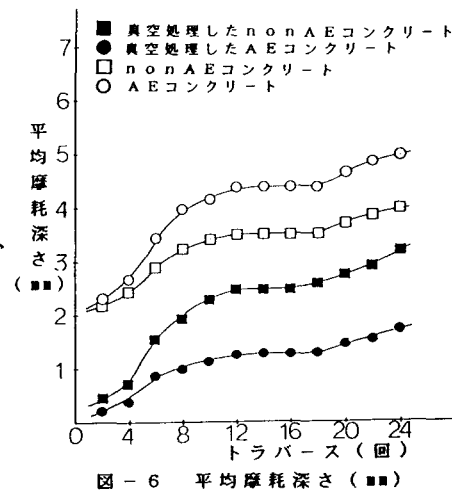
耐摩耗性試験は、本学土木工学科交通工学講座所有のトラバース型促進スパイク摩耗試験機を借用して行なった。これは、軽自動車用のスパイクタイヤ（スパイクピン本数76本、ピン径2mm、突起量1.5mm）を56 r.p.mで回転させながら供試体上を10.6 cm/minで回転軸方向に往復させる機構のものであり、接地圧5.9 kg/cm²で摩耗量の測定を行なった。摩耗量は、摩耗部分を標準砂によるサンドパッチング法で測定した体積で表した。平均摩耗深さは、摩耗部分を写真撮影し、写真からグラニメーターで摩耗面積を割りだし、この値で摩耗量を除して算出した。供試体は、各種類について2枚ずつ用意した。トラバース（車輪の回転軸方向の移動1往復で2トラバース）数と摩耗量の関係を図-5に、トラバース数と平均摩耗深さの関係を図-6に示す。



6. 耐摩耗試験結果

無処理のコンクリートでは、24トラバース（タイヤ通過回数10728回）における摩耗量は、AEコンクリートが218.6cm³と大きな値を示し、次いで nonAEコンクリートが158.6cm³となっている。真空処理をしたものでは、nonAEコンクリートが4トラバースまでは無処理のコンクリートの摩耗量や平均摩耗深さの1/4となっているものの、その後は、トラバース数が増すに従って無処理と真空処理との差が縮小しているのに対して、AEコンクリートでは処理前の1/3~1/4と改善が著しい。

図-7は、真空処理後のAEコンクリートと nonAEコンクリートの細孔径分布の測定結果である。細孔径分布は、本学化学工学科粉体工学講座所有の水銀圧入式ポロシメーターを借用して測定した。モルタル試料は床版表層部と表層下3cmの部分にて採取した。nonAEコンクリートの全細孔容積が表層部で



0.045 cc/g、表層下3 cmで0.067 cc/gと大きくなっているほか、表層下において径の大きな細孔の容積が増えている。AEコンクリートでは、表層部で0.036 cc/g、表層下3 cmで0.032 cc/gと大きな変化はない。Pickardは、真空処理によって床版表面にセメント粒子を集めることと、動力ゴテによる表面仕上げによって、細孔径の小さな層が増加し、このため耐摩耗性が改善されること¹⁾を指摘している。nonAEコンクリートにおいては脱水が不十分であったため、耐摩耗性が著しく改善しなかったものと思われる。

7. 結 論

(1) 真空処理コンクリートは、コンクリートの空隙量を小さくする。このとき、大気圧が作用し、最も大きな脱水効果を示す表層部分に密実な層を形成する。

(2) 表層部分の密実な層のはたらきにより、摩耗量が無処理のものの1/3～1/4に減少させることができる。特にAEコンクリートの場合この改善効果が著しい。

本実験を行なうにあたり、労をわずらわした本学学部生の入谷君と三浦君、貴重な装置をお借し下さった本学交通工学講座と化学工学科粉体工学講座に対して、深く謝意を表します。

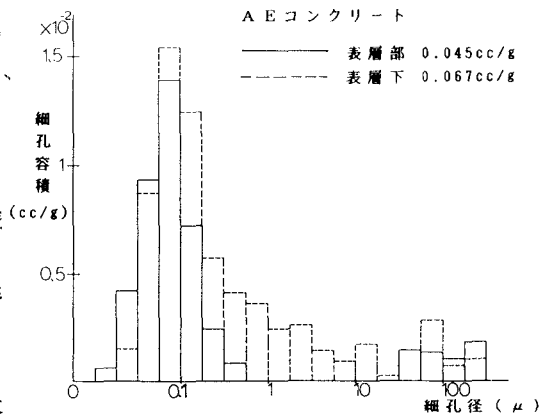
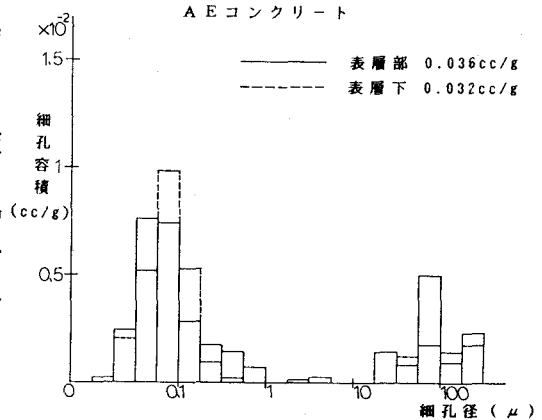


図-7 真空処理したコンクリート中のモルタルの細孔径分布

参 考 文 献

- 1) Pickard, S.S. : Vacuum-Dewatered Concrete, CONCRETE INTERNATIONAL, 1981.11.