

1. まえがき

コンクリートの耐久性、特に凍結融解に対する抵抗性に関しては多くの研究報告があり、その機構に関しては定性的に解明されているが、野外調査を行なった結果、凍害をうけたコンクリートはすべてコンクリートの吸水量が大きいことがわかった。したがって、在来から考えられている凍害の機構について再検討するため、凍害の直接の原因となるコンクリートの含水量に着目し、室内試験を行なうとともに、凍害の機構に関する問題点をあげることにした。

2. 1, 凍害に与える混和剤の影響について

凍害の原因としては、コンクリート内の自由水の凍結による膨張圧と、一部未凍結の水が圧力水となって、周辺のコンクリートに圧力を及ぼし、内部組織が破壊される場合の二者によると考えられているが、特に後者の理由による場合が支配的な原因と考えられ、未凍結水の圧力を軽減するために微細な空気がないと圧力水はこの空気に進入して未凍結水の圧力を軽減することになる。この目的のためにAE剤を混入し微細な独立した気泡をコンクリート内に発生させると圧力の緩和に有効であることが通説となっている。すなわち、凍結融解に対する抵抗性はエントレーンドエアの効果によるものとされている。一方、凍害に対する抵抗性は凍害の原因となるコンクリートの吸水量を減少させ密実なコンクリートにすることによって凍害を防止できることが過去の施工例、ならびに実験例によってあきらかにされている。一般に減水剤を用いたコンクリートは単位水量が少なく硬化後においてもコンクリートの吸水量が少なかったため凍害に対する抵抗性が大きいのもこのためと考えられる。また、AE剤の効果については硬化前はコンクリートの単位水量を減少させるとともにワーカビリティの改善に効果があるが、一方、単位水量の減少自体がコンクリートの凍害防止にも効果があることが考えられる。在来の考えによると、この問題点に関する検討が不足していると見え、AE剤の凍害防止に関する効果について再検討するため、次の種の配合について凍結融解試験を行ない比較検討した結果、AE剤の凍害防止効果はエントレーンドエアによる圧力緩和効果と単位水量の減少による硬化後におけるコンクリートの直接の原因となるコンクリートの吸水量の減少による減水効果よりなることはすでに前々回にその一部を報告した。この結果をまとめたのが図-1, 2である。

図-1はAE剤の効果に関する在来の考えであり、図-2は今度の実験結果による考えであり、凍結融解に対する抵抗性は圧力緩和効果と減水効果よりなることがわかる。また、図-3, 4を参照すると圧力緩和効果と減水効果は水セメント比、構造物のおかれる環境によって異

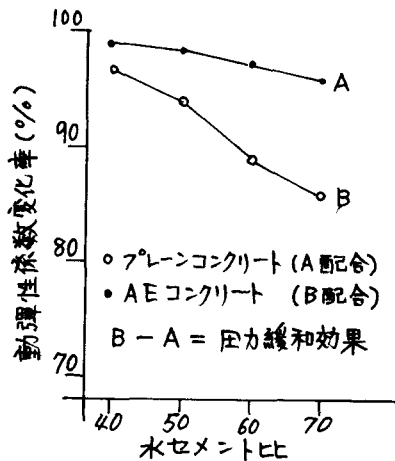


図-1 AE剤の効果に関する在来の考え方

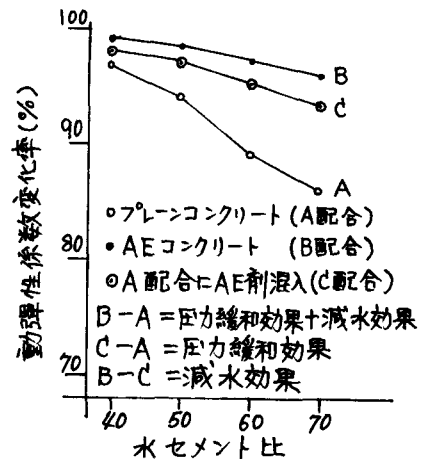


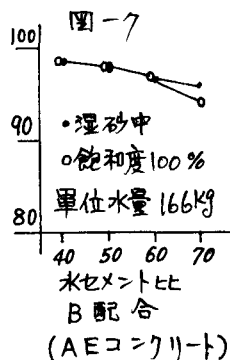
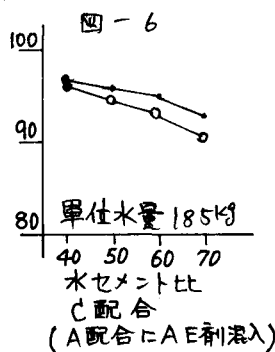
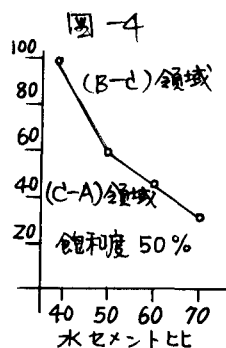
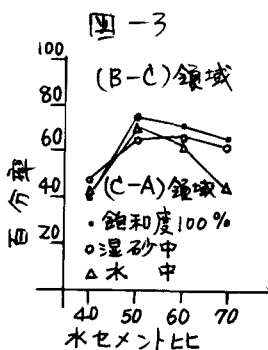
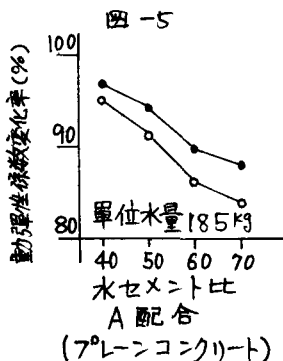
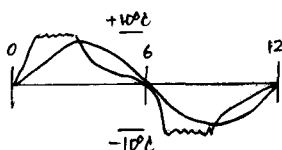
図-2 今度の試験結果

なることが推定できる。すなわち、不飽和の場合は水セメント比が大きくなると減水効果が大きくなり、圧力緩和効果が小さくなっていること、ならびに水分を含まない空気があることから考えると、AE剤よりは減水剤を用いコンクリート内の吸水量を少なくするのがよいことを示し、また、飽和度100%、水中にある場合は水セメント比50%と60%の場合以外は減水効果が大きい。以上のことから考えると、圧力緩和効果だけで凍害防止効果を説明することには問題があることを示している。

2. 2. 凍害に与える凍結速度の影響について

凍害は凍結温度とその継続時間、ならびに凍結速度の影響を与えるといわれているが、このうち凍結速度の変化が凍害に与える影響

図-8 凍結融解サイクル



について試験した結果が図-5~7である。試験は飽和度100%の場合と湿砂中に入れた場合について行ない、図-8のごとく凍結融解速度を変化させた場合について比較検討した。試験結果を参照するとA配合の場合は凍結速度が速い場合に劣化が著しい。C配合の場合はAE剤の混入があるためA配合よりも耐久力であるが水セメント比が大きき場合に凍結融解速度の影響があらわれている。B配合の場合は前二者にくらべて凍結融解速度の影響は少ないが水セメント比70%の場合に影響があらわれている。このことから単位水量が大きいと凍結融解速度の影響があらわれている。また、単位水量ほどではないが水セメント比が大きくなると影響があらわれるようである。一般に毛管水の凍結は比較的大きい毛管水の凍結にはじまり、以後小さい毛管水が凍結するといわれているが、小さい毛管水は吸着水のごとく凍結速度が小さいためと考えられる。ここで、コンクリート内の空気の大きい毛管管と小さい毛管管にわけて考え、これらの空気のブリッジ等によつてたがいに連結していると考え、凍害は大きい毛管管、ならびに空気の場合は凍結田の影響が大きいと考えられ、この空気がブリッジ等によつて小さい毛管管に連結していると、この小さい毛管水は凍結せず圧力水となって作用すると考えられる。単位水量が少なく水セメント比が小さい場合は強度も大きく内部組織が緻密であるため、コンクリートの吸水量も少なく小さい毛管管が多いわけであるが、この小さい毛管水が圧力水となって作用する下めの比較的大きい毛管水が不足すると圧力水も小さいものとなって凍害をうけないと考えられる。このようなコンクリートはブリッジも少なく大きい空気の少ないため、凍結速度の影響が少なく、単位水量が大きい場合に凍結速度が速いと多量の大きい毛管水が急激に凍結するため、小さい毛管管の未凍結水の圧力も大きくなり凍害が進行するものと考えられる。

3. 結論、一般に凍害はコンクリート内の水分の凍結による膨張圧よりは未凍結の圧力水によると考えられているが、コンクリート内の空気のうち比較的大きい空気が多い場合は水分の凍結による膨張圧の影響を無視できなとと考えられ、コンクリートの細孔構造に關係すること、また、ブリッジによる粗骨材周辺に生ずる比較的大きい空気の内の水分が凍害に与える影響について定量化する必要があり、現在検討中であるが、まとまり次第報告する予定である。