

V-48 シリカフュームを用いたコンクリートの表層強度と耐久性に関する研究

八戸工業高等専門学校 正員 菅原 隆
 北海道大学 工学部 正員 佐伯 昇
 八戸工業大学 工学部 正員 庄谷 征美

1. まえがき 寒冷地におけるコンクリート構造物の損傷は気象作用とくに凍結融解の繰り返しを受けることによって、表面剥離などの被害が進行する。しかし、使用材料の品質や配合、施工方法、養生条件などの要因を適切に取り扱うことによってはその被害を食い止めたり、進行を遅らせる事が可能である。最近、注目されているシリカフュームはコンクリートの強度増加、水密性や凍結融解抵抗性の改善に効果があるとされているが、コンクリート表層部の力学的性状からみた耐久性に関する研究は少ない。本研究ではシリカフュームを混入したコンクリートの表層強度について、混入率、水セメント比、材令の違いによる影響について検討し、さらに凍結融解試験を行って凍害を受けたコンクリートの表層強度について実験的に研究を行ったので報告するものである。

2. 使用材料および配合 普通ポルトランドセメント、奥入瀬川産砂、久慈産碎石を用い、シリカフュームは外国産のものを用いた。混和剤はAE剤、高性能減水剤を用いた。配合は表1に示すように水セメント比一定でシリカフュームの混入率を変えたものと混入率を0%、15%の2種類とし水セメント比を変えたものについて行った。いずれもAEコンクリートであり目標空気量5%とした。目標スランプは8cmである。供試体は10X10X40cmの角柱を表層強度測定用とし、型枠の打ち込み側面に深さ7mmとなるように逆円錐台形の鋼片を4本セットした。φ10X20cmの円柱を圧縮、引張強度測定用とした。

表. 1 配合表

W (Kg/m ³)	C (Kg/m ³)	W/(C+SF) (%)	SF/(C+SF) (%)	AE (C+SF) X (%)	SP (C+SF) X (%)	F-T test
160	291	55	0	0.02	—	*
			5	0.03	0.3	—
			10	0.04	0.6	—
			15	0.06	1.0	*
	356	45	0	0.02	—	*
			15	0.06	0.9	*

SP：高性能減水剤

3. 実験方法 表層強度の測定はミハエリス試験機を改良し、埋込み鋼片のボルトをカプラーで連結して引抜き、荷重の反力をとった。破壊片の厚さを測定し、深さ7mmの時の強度となるよう最小自乗法で処理したものである。シリカフュームの混入率を変えたものについては所定材令になるまで水中養生し、材令91日までの表層強度を測定した。また水セメント比を45、55%と変えたものについては材令5日、10日より凍結融解試験（気中凍結水中融解方式）を行い60、120、200、300サイクルで表層強度を測定したものである。凍結融解（F-T）作用を受ける前の基準コンクリートにおいては、圧縮強度と一部引張強度についても測定した。

4. 実験結果 図1は水セメント比55%一定でシリカフューム（SF）の混入率を変えたときの表層強度について示したもので、混入率が増すにつれて表層強度も増加していることがわかる。材令28日までの強度の伸びが大きく3日強度に比べ約2倍となっている。図2はSFの混入率とW/Cを変えた時の基準コンクリートにおける表層強度について示したもので、全体としてSF混入による強度増加のあることがわかる。図3は圧縮／表層強度の比と圧縮強度について示したものであるがSF混入に比べ無混入の値が大きく、SFの効果が現われていることがわかる。また、表層強度と引張強度との関係の水セメント比を変えた時の基準コンクリートについて見たのが図4であり、両者は直線的な関係にある事がわかる。図5は材令10日からF-T試験を行った時の表層強度とF-Tサイクル数との関係について示してある。図1に示すように表層

強度は初期材令での強度増加が大きいことから、材令10日よりF-T作用を受けても表層強度はF-T 100サイクル前後まで微増し、その後ゆるやかに強度が低下する傾向にあったがSFを用いたものは無混入に比べその低下

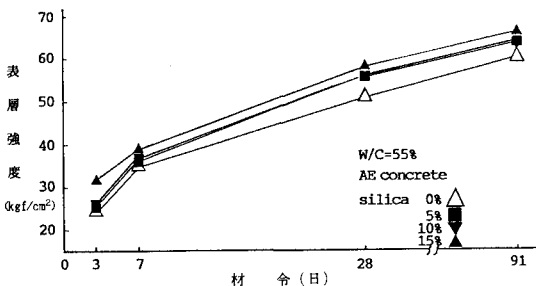


図1. 材令の違いによる表層強度

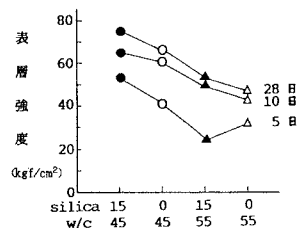


図2. 配合の違いによる表層強度

割合が小さい。その時の相対動弾性係数とF-Tについて示したのが図6であるがF-T 300サイクルにおけるD.F.はほぼ100%に近い。同様に材令5日でF-T試験を開始し200サイクルまで試験したときの表層強度について示したのが図7である。SF混入のものがF-T 200

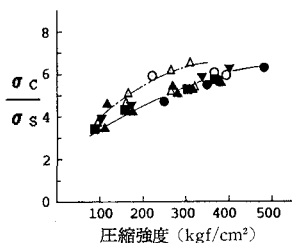


図3. 圧縮・表層強度比の関係

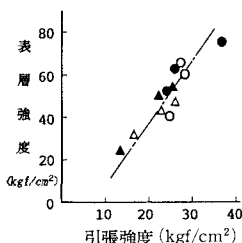


図4. 表層強度と引張強度との関係

サイクルまでにおいて微増の傾向を示している事がわかる。これらの事から、SFを15%混入した場合F-T作用を受けても表層強度は大きな低下は示さず、基準コンクリートと同程度の値を保っている事がわかる。しかし、W/C一定で混入率を変えたものについて一部材令91日よりF-T試験を行った結果、F-T 200サイクルにおいて、いずれも強度低下の傾向を示し、混入率15%の値が他に比べてその低下割合が大きかった。

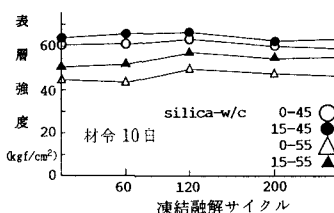


図5. 表層強度と凍結融解サイクル数との関係

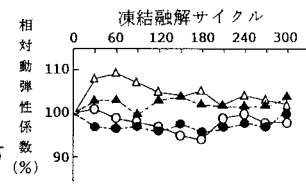


図6. 凍結融解サイクルと相対動弾性係数との関係

F-T初期に表層強度増加の傾向を示した材令5日、10日と91日の

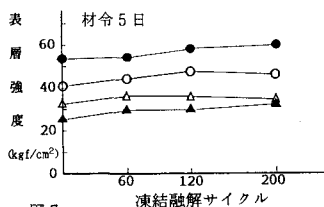


図7. 表層強度と凍結融解サイクル数との関係

試験結果について表層強度比と相対動弾性係数との関係についてまとめたのが図8である。この図より両者の間には高い相関性があり、材令、水セメント比、シリカフューム混入の有無に関係なく同一の直線上の関係で表される事が示されている。

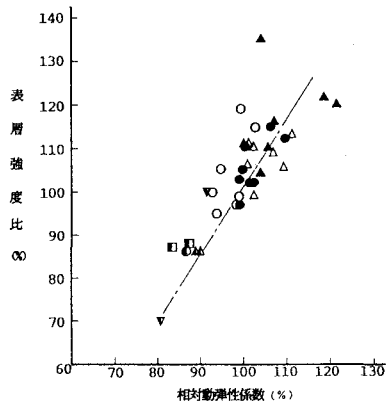


図8. 表層強度比と相対動弾性係数との関係

まとめ 本実験の範囲内で次のような事が言える。

シリカフュームを5～15%混入する事により表層強度は無混入に比べ約1.02～1.29倍程度増加する。また、比較的早期に凍結融解作用を受けた場合、シリカフュームを混入したコンクリートの表層強度は無混入に比べて低下割合の小さい傾向は見られるものの必ずしも明確ではなく、更に実験要因を増やして判断する必要がある。しかし、全般的にコンクリートの耐久性を知る上で表層強度はその変化性状を良く表している事が分った。

謝辞： 本研究の実施に際して、御指導を頂いた北海道大学 藤田嘉夫教授に深く感謝する次第です。

また本研究に対し、昭和61年度吉田研究奨励金を授与されました。記して感謝の意を表します。