

大林道路株式会社 正員 国分修一

同上

大島明三

同上

正員 高橋 省

1. 緒言

近年、道路舗装・オーバーレイにおいて鋼繊維補強コンクリートを使用した試験施工例が注目を集めてきている。その理由として、普通コンクリートに較べて曲げ強度・疲労特性・耐衝撃性等において優れており、特に舗装においては、収縮目地の本数を大幅に減少させることができ兼に、施工において非常に有利にすることがあげられる。しかし、この鋼繊維補強コンクリートの熱的性質に関する研究は極めて少い。舗装のように温度変化をうけるコンクリート構造物において、熱的性質を把握することは極めて重要なこととされる。本実験は熱的性質の一つである熱伝散率に注目して鋼繊維の影響を調べたものである。

2. 実験方法

実験に用いたコンクリートの配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメント($P=3.17$)、細骨材は川砂($P=2.61$)、粗骨材は砕石($P=2.66$)、鋼繊維は剪断ファイバー($P=7.85, 0.5 \times 0.5 \times 30^{\text{mm}}$)を用いた。水セメント比は45%、細骨材率は60%の一定とし、粗骨材最大寸法は 10.25^{mm} 、鋼繊維混入率は0.8、20%の外割とした。練り混ぜは可傾式ミキサー(容量40ℓ)で行ない、振動台によって締固めた。供試体は $\phi 10 \times 20^{\text{cm}}$ とし、各配合において鋼繊維補強コンクリート、それから鋼繊維を抜いたコンクリート、さらに粗骨材を抜いたモルタルの各供試体を作製した。また粗骨材最大寸法 10^{mm} 、鋼繊維混入率20%の配合においては、型枠の打込み面を 3^{cm} の格子に分割して鋼繊維の配向を強制した供試体も作製した。打込後、供試体にビニール袋を被せ水分の逸散を防ぎ翌日脱型し、 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ で水中養生をし、材令7日で実験を行なった。測定はGloverの方法を用い、供試体の加熱温度は $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、冷却水温度は $20 \sim 21^{\circ}\text{C}$ とした。なお、熱伝散率の計算においてアメリカ開拓局Boulder Dam報告書中の図表を用いた。

表-1

種別	最大骨材寸法 (mm)	鋼繊維量 (%)	スラン プ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量					
							W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)	F (kg)	混和利 (cc)
1	10	0.8	5 ± 0.5	25 ± 0.5	45	60	195	433	1008	685	628	788
2	10	2.0	〃	〃	〃	〃	209	464	970	659	570	844
3	25	0.8	〃	〃	〃	〃	183	418	1026	697	628	761
4	25	2.0	〃	〃	〃	〃	204	453	983	668	570	824

練り混ぜは可傾式ミキサー(容量40ℓ)で行ない、振動台によって締固めた。供試体は $\phi 10 \times 20^{\text{cm}}$ とし、各配合において鋼繊維補強コンクリート、それから鋼繊維を抜いたコンクリート、さらに粗骨材を抜いたモルタルの各供試体を作製した。また粗骨材最大寸法 10^{mm} 、鋼繊維混入率20%の配合においては、型枠の打込み面を 3^{cm} の格子に分割して鋼繊維の配向を強制した供試体も作製した。打込後、供試体にビニール袋を被せ水分の逸散を防ぎ翌日脱型し、 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ で水中養生をし、材令7日で実験を行なった。測定はGloverの方法を用い、供試体の加熱温度は $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、冷却水温度は $20 \sim 21^{\circ}\text{C}$ とした。なお、熱伝散率の計算においてアメリカ開拓局Boulder Dam報告書中の図表を用いた。

3. 実験結果及び考察

徳田氏はコンクリートがモルタルと粗骨材からなる二相材料であるとみはして、コンクリート・モルタル・粗骨材の熱伝散率を k_c, k_m, k_g とし、それぞれの絶対容積を V_c, V_m, V_g としたとき、次式が成立するとし実験を通してそれを確認している。

$$k_c \cdot V_c = k_m \cdot V_m + k_g \cdot V_g \quad \cdots \cdots (1)$$

そこで、鋼繊維補強コンクリートがコンクリートと鋼繊維からなる二相材料であるとみはして、鋼繊維補強コンクリート、鋼繊維の熱伝散率を k_{sfrc}, k_{sf} 、それぞれの絶対容積を V_{sfrc}, V_{sf} とすれば次式が成立するとした。

$$k_{sfrc} \cdot V_{sfrc} = k_c \cdot V_c + k_{sf} \cdot V_{sf} \quad \cdots \cdots (2)$$

この式は、一般的に $k_{sf}(4700 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s})$ とコンクリートの実験

表-2

配合 種類	供試体 番号	k_{sfrc}^2		配合 種類	供試体 番号	k_{sfrc}^2	
		実験値	計算値			実験値	計算値
M.S. 10^{mm} F 0.8%	1	294.2	311.5	M.S. 25^{mm} F 0.8%	1	307.2	318.7
	2	287.2			2	294.2	
	3	287.9			3	295.2	
	4	281.8			4	292.2	
	5	280.2			5	290.4	
M.S. 10^{mm} F 2.0%	6		355.9	M.S. 25^{mm} F 2.0%	6	308.5	357.9
	1	303.5			1	302.4	
	2	301.4			2	304.0	
	3	303.3			3	298.0	
	4	294.7			4	296.9	
	5	289.3			5	297.6	
	6	298.6					
	1'	291.1					
	2'	309.7	} 配向				
	3'	301.2					

値 f_{lc} を用いて算出した f_{sfrc} と実験から求めた鋼繊維補強コンクリートの f_{sfrc} を表-2に示す。また図-1に同配合のコンクリートの実験値 f_{lc} に対する f_{sfrc} の実験値と計算値の比の関係を示す。表-2により f_{sfrc} の実験値と計算値にかかりの差があることが明らかである。さらに図-1により混入率2.0%の f_{sfrc} の計算値と実験値の差が混入率0.8%の場合の差に較べ大きいのがわかる。混入率0%の場合も含めて考えると直線関係にあることから、鋼繊維混入率が増加するほどその差が大きくなると思われる。これは鋼繊維の混入率が増加するに従って、熱的性質に影響を及ぼさない鋼繊維も増加するからであろうと考えられる。そこで(2)式を書き直して次式を仮定し、さらに熱伝対を埋めた供試体中心面の鋼繊維の本数を調べた。

$$f_{sfrc} \cdot V_{sfrc} = f_{lc} \cdot V_c + f_{sf} \cdot \alpha \cdot V_{sf} \cdots \cdots (3)$$

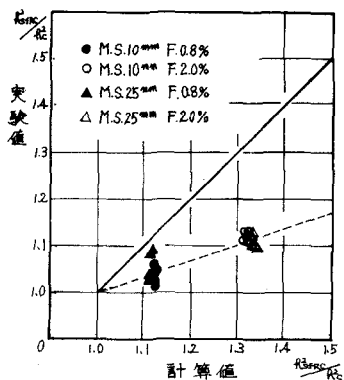


図-1

実験値の f_{sfrc} 、 f_{lc} 一般値 f_{sf} を用いて求めた α と鋼繊維が全て鉛直方向に均一分散したときに円形断面に出現する理論的本数に対する実際に出現した本数の比の関係を図-2、図-3に示す。順序統計量の理論を適用して6個の供試体から鋼繊維本数の出現率(P)を求めた。

$$P = 1 - \frac{1}{n+1} \cdots \cdots (4)$$

ここで n は供試体本数で、1は小さい方からの順番である。図-4にPと出現本数の関係を正規確率紙にプロットしたものを示す。これらの関係が直線で近似できることより正規分布することがわかり、 $P = 50\%$ を各混入率における平均的鋼繊維本数とした。そこで鋼繊維が供試体中に均一分散しているとしたとき、(3)式が成立するためには、図-2、3の各点は図中に引いた直線で近似されなければならない。ところが各点は直線の上側にありこれは鋼繊維が全て有効に働いてはならず無効なものが存在していることを示している。さらに鋼繊維混入率2.0%の各点のほうが0.8%よりも直線から離れているので、0.8%と2.0%の場合における実験値と計算値のようは差がでたと思われる。熱的性質に影響を及ぼさない鋼繊維の出現は $f_{sf} \gg f_{lc}$ であることから粗骨材が熱の折散を妨げるものとして働き、粗骨材と中心を結ぶ扇形部分の鋼繊維を無効にすることが考えられる。

鋼繊維量 0.8%

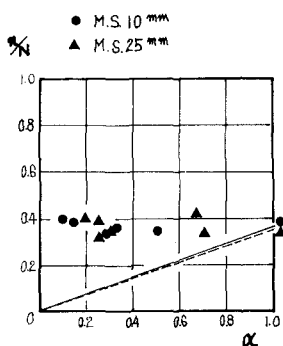


図-2

鋼繊維量 2.0%

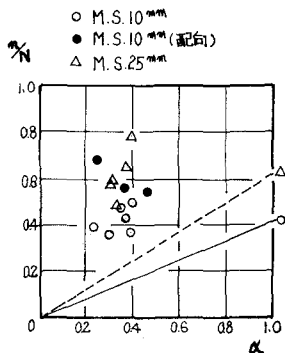


図-3

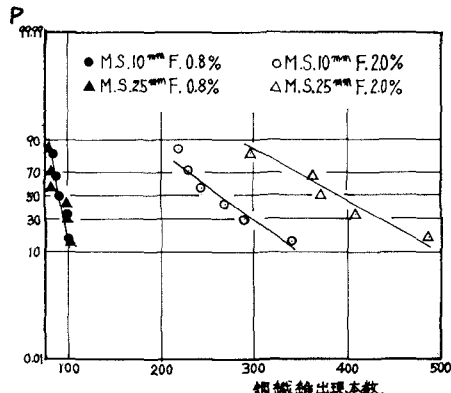


図-4

4. おわりに

本報告は極めて狭い範囲の実験結果であり、今後、含水率の影響はらびにより詳細に鋼繊維の影響の検討と加える予定である。

参考文献

- 1) 徳田弘, 戸谷征美: コンクリートの熱折散率に及ぼす配合諸条件の影響 (土木学会講演概算集 No. 27 V-91)