

V-127

繊維補強コンクリートの摩耗性状について

北海道工業大学 学生員 加藤 宣幸

北海道工業大学 正 員 堀口 敏

1. まえがき

繊維補強コンクリートは、コンクリート中に鋼繊維や合成樹脂などの繊維を混入させたものである。これは、ひびわれの分散や靱性の増加などコンクリートの耐久性を向上させることが可能であり、様々な構造物に適用されている¹⁾。これらの構造物のコンクリートに生じる劣化は様々なものがあり、摩耗現象もその内の一つである。ところが、摩耗現象は、複雑な形態であるためにその性状が明確にされていないのが現状である²⁾。

本研究は、4種類の摩耗試験による重量法、体積法、レーザ法の3種類の摩耗量の測定法から、繊維補強コンクリートの強度に寄与されると思われる代表的な因子が摩耗量にどのように影響されるか検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体を使用した材料は、普通ポルトランドセメント、細骨材、鋼繊維（コンクリート補強用スチールファイバー、比重7.85）、ビニロン繊維（比重1.3）である。表1に本研究で設定した5因子と3水準を示す。この因子と水準をそれぞれ考慮し、実験計画法による3水準系L₂₇直行配列表を用いて配合を設定した。この配合から各試験の供試体（φ150×50mm）を製作し、水中養生で材令28日で各実験を行った。

表1 設定した因子と水準

因子	水準		
	1	2	3
繊維 (F)	ビニロン	鋼	ビニロン+鋼
長さ (L)	30mm	50mm	30+50mm
混入率 (Vf)	1.0%	1.5%	2.0%
水セメント比 (W/C)	40%	45%	50%
セメント砂比 (C:S)	1:1	1:2	1:3

2.2 摩耗試験方法

摩耗試験は、ASTM C 944 に規定されている小型のドッレッシングホイールを用いる試験（RC試験）、ASTM C 779 B法に規定されている大型のドッレッシングホイール（DW試験）、C法のボールベアリングを用いる試験（BB試験）、及び表面疲労試験（SF試験）を実施した。SF試験は、鋼球8個（直径9mm）を用いて、試験機内部を水で満たし8 Hzの周波数で行った³⁾。これらの供試体の摩耗量についてRC試験は10分ごと3回、DW試験は30分ごと3回、BB試験は5分ごと2回、SF試験は15分後に1回、その後60分ごと2回について重量法、体積法（オートビューレットによる水置換法）、レーザ法の3種類の方法で摩耗量を測定した。レーザ法は可視光レーザ式変位センサを用い、図1、2の様に供試体の断面の摩耗深さを測定した。

3. 実験結果及び考察

表2は、レーザ法で得られた摩耗量を分散分析した結果である。この表の*,**の印がついた値はそれぞれ5%、1%有意水準を満足した因子である。これらの因子の効果グラフを図3～6に示す。摩耗指数I_wは、次式で定義し⁴⁾、この値が大きいほど耐摩耗性が高いことを意味する。

$$I_w = \sqrt{N} / h_w$$

（I_w: 摩耗指数 N: 回転数もしくは振動数/1000
h_w: 摩耗量）

図3は、SF試験における摩耗指数と繊維の種類の関係を表したものである。この図からビニロン

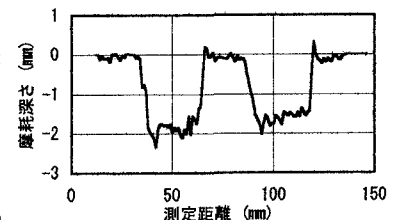


図1 供試体の摩耗断面（RC試験）

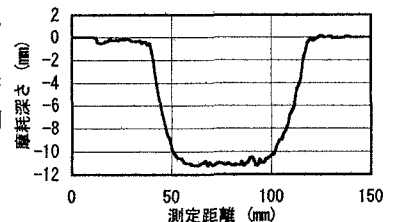


図2 供試体の摩耗断面（SF試験）

表2 分散分析表（レーザ法）

因子	RC試験		DW試験		BB試験		SF試験	
	F値	寄与率	F値	寄与率	F値	寄与率	F値	寄与率
F			0.980				6.100**	15.9%
L	1.468	3.1%	0.013		2.647	3.3%	1.530	1.6%
Vf	1.363	2.5%	0.094					
F・L			0.805		7.832**	27.6%		
F・Vf			0.074		2.737	7.0%		
L・Vf			0.510		5.055*	16.4%		
W/C	1.905	6.1%	0.644				2.854	5.7%
C:S			0.147		10.504**	19.3%	12.887**	36.7%
e		88.2%				26.3%		40.1%

繊維よりも鋼繊維を混入しているものが耐摩耗性が高く、両者を混合するとその中間にあることがわかる。図4は、BB、SF試験における摩耗指数とセメント砂比の関係を表したものである。この図からコンクリート中の砂の割合が増加すると耐摩耗性が低下することがわかる。図5は、BB試験における摩耗指数と繊維の種類・長さ（交互作用）についての関係を表したものである。この図からBB試験においては50mmのビニロン繊維を混入した場合、耐摩耗性が著しく向上することがわかる。図6は、BB試験における摩耗指数と繊維の長さ・混入率（交互作用）の関係を表したものである。この図から、長い繊維を使用した場合は、繊維混入率の増加とともに耐摩耗性が向上するが、繊維長が短くなると逆の傾向を示すことがわかる。図7、8は、RC、BB、SF試験における重量法、体積法、レーザ法の測定方法を摩耗指数で比較したものである。これらの図から測定方法の違いが摩耗量の測定に大きく影響していること、更にそれぞれの関係は線形関係であるが大きく異なることがわかる。これらの結果から摩耗測定法の選択は、摩耗試験法の選択とともに重要な要素であると言える。

4. まとめ

- 1) ビニロン繊維よりも鋼繊維を用いたものが耐摩耗性が高く、両者を混合した場合はその中間か、多少高くなることが判明した。
- 2) セメント砂比が増加すると耐摩耗性が直線的に低下することが判明した。
- 3) ビニロン繊維は、長い繊維の場合に耐摩耗性が高くなることが判明した。
- 4) 長い繊維の場合に繊維混入率の増加により耐摩耗性が高くなるが、短い繊維を用いた場合はその逆の傾向を示すことが判明した。
- 5) 測定法の違いが摩耗量の測定に多大な影響を与え、摩耗試験法の選択とともに、測定法の選択が重要な要素であることが判明した。

参考文献

- 1) 小林一輔: 繊維補強コンクリート, pp. 1~9, 1981
- 2) 堀口 敬: コンクリートの摩耗に関する研究の現状, コンクリート工学, Vol. 31, No. 10, 1993
- 3) Horiguchi, T.: "Surface Fatigue Wear Mechanism of Concrete", Proc. of 4th Int. Conf. on Durability of Building Materials and Components, Singapore, Nov. 1987
- 4) B. Shackel and X. Shi: "The Abrasion Testing of Concrete Pavers", Proc. of Fourth International Concrete Block Paving Conference PAVE 92, 1992

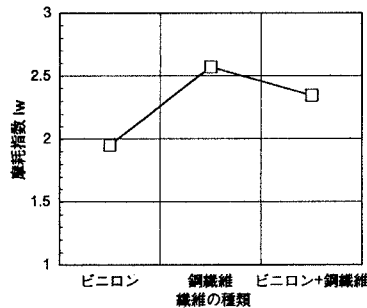


図3 摩耗指数と繊維の種類・長さの関係

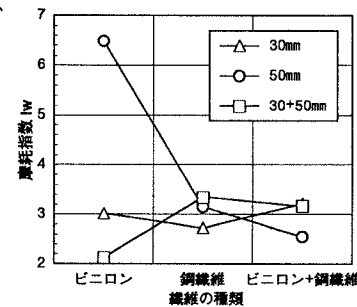


図5 摩耗指数と種類・長さの関係

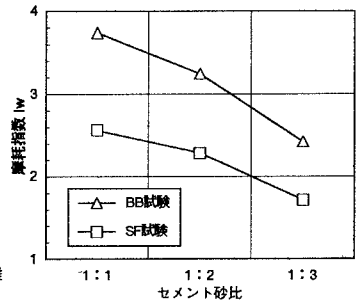


図4 摩耗指数とセメント砂比の関係

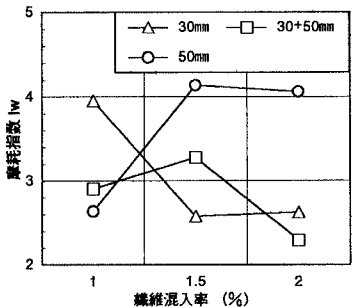


図6 摩耗指数と混入率・長さの関係

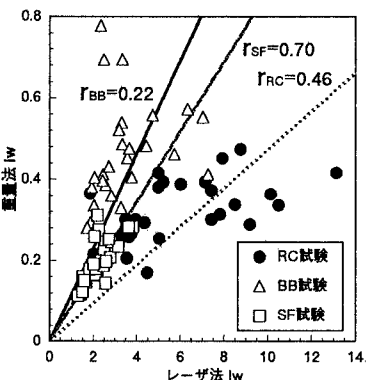


図7 重量法とレーザ法の関係

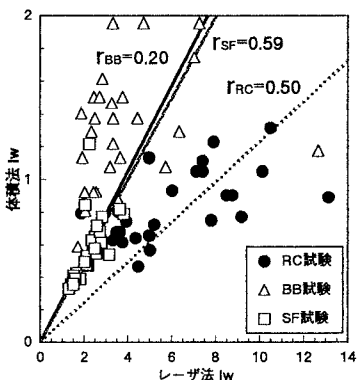


図8 体積法とレーザ法の関係