

V-249

コンクリートの衝撃摩耗特性とその評価方法について

岐阜大学 正会員 小柳 治
 岐阜大学 学生員 ○河合 敦
 岐阜大学 学生員 近藤吉信

1. はじめに

コンクリート構造物の中で、舗装、工場の床面あるいは土石流やキャビテーションを受ける水理構造物などのように表面に激しい外力が作用する構造物では、コンクリートのすりへり耐久性が特に重要になる。コンクリートの摩耗は表面の複雑な破壊現象であり、種々の条件下での摩耗特性の全容を定量的に明らかにするにはなお不十分な状態にあると考えられる。本研究は、コンクリートの摩耗特性を機構的に解明する目的で鋼球落下方式による衝撃摩耗試験機を試作し数種類のコンクリートについて衝撃摩耗試験を行ない、衝撃摩耗特性に及ぼすコンクリートの強度および鋼繊維混入量の影響を実験的に明らかにし、衝撃摩耗特性の評価方法についても検討することを目的とするものである。

2. 実験概要

本研究は目標圧縮強度400, 800kgf/cm²のコンクリートに対し鋼繊維をそれぞれ 0, 1, 2%混入した計6種類（N-4, F41, F42, N-8, F81, F82と記す）の供試体について実験を実施した。表-1はコンクリートの示方配合、フレッシュコンクリートの諸試験値および衝撃摩耗試験に先立って行なわれた強度試験の結果をそれぞれ示す。衝撃摩耗試験用供試体は15x15x25cmの角柱供試体とし、試験には各シリーズ4体の供試体を用意した。供試体は打設後20日間恒温室（20±2℃）の中で水中養生し、その後は気乾養生して材令28日以上で試験を実施した。なお試験には供試体打設面に対する底面および両側面部を使用した。衝撃摩耗試験機の概略とその写真を図-1に示す。衝撃摩耗試験機は鋼球を10秒間隔で落下させる装置と落下した鋼球を所定の高さまで運ぶ装置とを組合わせたものからなっており、さらにこの試験機は鋼球の落下高さを50, 100cmのいずれかに選択できるとともに供試体の衝撃角度も10, 20, 30度と変化させることが可能である。本試験は落下高さ100cm、供試体衝撃角度20度で実施した。鋼球の直径は51mm、1個の重量は536gである。試験は各供試体とも衝撃回数800回まで行ない100, 200, 400, 600, 800回のそれぞれについて摩耗深さと表面の摩耗を生じた面積を測定した。摩耗深さは供試体の摩耗を生じた断面の中心を通る供試体の直角二方向に5mm間隔で測定した値の平均値をもって代表値とした。また衝撃回数800回においてのみ摩耗面に水を注入しその容積から摩耗体積を測定したが、これは衝撃摩耗面が水に濡れると表面エネルギーが変化し摩耗特性が変わることが考えられたためである。

3. 結果と考察

衝撃摩耗特性を評価する場合、摩耗量の定量化には水による容積法、重量減による方法、最大深さなどの方法が利用されている。本研究の場合衝撃摩耗面は衝撃回数の増加とともに複雑に変化しており最大深さの測定は困難であり、また各衝撃回数ごとに水による容積法を用い摩耗体積を測定することも前節で述

表-1 コンクリートの示方配合、フレッシュおよび硬化コンクリートの試験結果

供試体 No.	粗骨材 最大寸 法(mm)	水灰 比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)						スラブ [°] (cm)	空気 量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 X10 ⁵ (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
				W	C	S	G	Fiber	減水剤						
N-4	10	52	50	182	350	866	866	—	0.70	10.0	3.2	23.0	512	2.66	43.1
F41	10	46	50	175	384	870	865	78.5	1.14	6.5	5.4	18.5	606	2.78	47.2
F42	10	50	50	200	400	822	822	157.0	1.20	8.0	3.9	19.0	622	2.81	54.8
N-8	10	30	45	157	525	792	966	—	13.12	9.0	2.0	13.5	995	3.91	53.8
F81	10	30	47	160	533	770	868	78.5	13.32	14.0	0.9	21.0	1110	4.08	62.4
F82	10	30	47	164	547	749	842	157.0	16.41	5.5	1.1	21.0	1200	4.17	72.8

注1) セメント：早強ポルトランドセメント

注2) 鋼繊維：ストレートファイバー（φ0.5x30）

細骨材：川砂，比重2.60，F.M2.67

粗骨材：玉砕石，比重2.60，F.M6.49

減水剤：N-4, F41, F42：PZ.70 N-8, F81, F82：PZ-4000

べたような理由により問題がある。そこで本研究は各供試体の摩耗深さと摩耗断面積との積の平均値である摩耗体積を衝撃摩耗特性を定量化するパラメータと考えるとともに衝撃回数800回における水による容積法の測定値との比較検討も行った。衝撃摩耗試験の結果を表-2および図-2にそれぞれ示す。ただし表-2中のカッコ内の数字は各シリーズのN-4の値に対する比率を示す。

図-2より衝撃摩耗特性を示す摩耗体積と衝撃回数との間にはすべての供試体においてほぼ比例関係が認められる。表-2および図-2より衝撃摩耗特性に及ぼすコンクリートの強度および鋼繊維混入量の影響を検討する。従来耐摩耗性はコンクリート強度に依存すると考えられてきたが普通コンクリートの供試体 N-4, N-8を比較すると、N-4の方が摩耗量は N-8よりも大きい、その差は顕著ではない。また目標強度 400kgf/cm^2 のシリーズでは鋼繊維混入量の増加により摩耗量が減少しているが、目標強度 800kgf/cm^2 のそれでは鋼繊維混入量が1%と2%での摩耗量の差はほとんど見られない。すなわち普通コンクリートでは摩耗量に対するコンクリートの圧縮強度の影響は顕著ではないが、鋼繊維を混入することにより摩耗抵抗性は大きく改善された。鋼繊維を1%混入した場合には、摩耗量はコンクリートと鋼繊維の付着強度の違いによる影響が認められたが、鋼繊維混入量を2%とした場合の摩耗量は強度によらずほぼ一定となった。これは摩耗面に現われた鋼繊維が鋼球により押し潰され防護片として表面にへばりつく現象によるものと考えられる。また衝撃回数800回における容積法による摩耗体積と本研究で用いた摩耗体積（深さ×面積）の値を比較検討する。摩耗量については摩耗体積（深さ×面積）の方が全般的に大きな値を示しているが、N-4の値に対する比率をみると各シリーズとも互いにほぼ同様な傾向を示している。すなわち本研究で用いた摩耗体積（深さ×面積）は衝撃摩耗特性を示すパラメータとして有効であると考えられる。

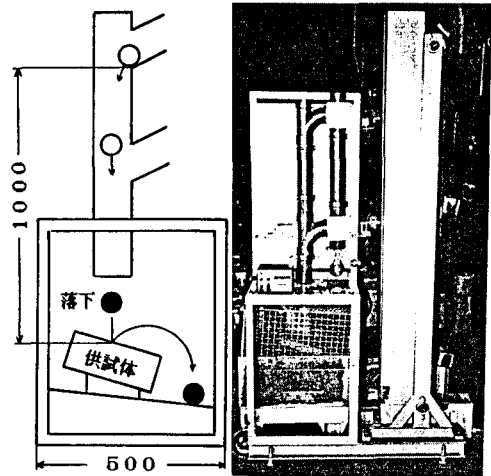


図-1 衝撃摩耗試験機の概略図

表-2 衝撃摩耗試験結果（摩耗体積： cm^3 ）

回数 供試体No.	100	200	400	600	800	容積法による 摩耗体積値 (800)
N-4	1.8	4.9	11.4	17.9	23.5 (1.00)	20.5 (1.00)
F41	1.9	4.6	8.9	13.7	18.1 (0.77)	15.1 (0.74)
F42	1.4	3.3	7.8	11.8	15.4 (0.66)	15.5 (0.76)
N-8	2.9	5.4	11.7	15.7	21.6 (0.92)	18.6 (0.91)
F81	1.8	3.8	7.0	10.8	14.3 (0.61)	13.5 (0.66)
F82	1.7	3.5	7.4	11.8	15.2 (0.65)	13.4 (0.65)

注) () 内の数字はN-4の値に対する比率を示す

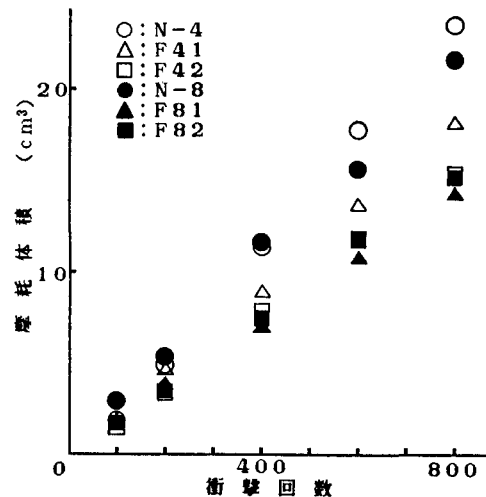


図-2 衝撃回数と摩耗体積の関係

4. 結論

本研究の範囲内で得られた主な結論を以下に示す。

(1) 本研究で用いた衝撃摩耗試験方法は衝撃摩耗特性を解明するには良い方法であり、また摩耗体積（深さ×面積）は衝撃摩耗特性を定量化する上では有効なパラメータであると考えられる。(2) 普通コンクリートでは圧縮強度を増加させても本試験のような衝撃摩耗抵抗性はあまり上昇しなかったが、鋼繊維補強とすることにより摩耗抵抗性は大きく改善された。しかしながら高強度コンクリートでは鋼繊維混入量1%と2%での差はみられず鋼繊維混入量にともなう耐摩耗性はマトリックス強度によって必ずしも一様ではなかった。