

清水建設 正会員 ○内田裕市
岐阜大学 正会員 六郷恵智
岐阜大学 正会員 小柳 治

1. まえがき

本研究においては、衝撃荷重下におけるコンクリートの破壊性状を評価する手法を確立することを目的として、衝撃荷重を受けるモルタルならびに鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRCと略す）の曲げ供試体の荷重変位関係を実験的に明らかにするとともに、この関係をもとに衝撃曲げ荷重下における破壊性状を静的曲げ荷重下における破壊性状と比較検討した。

2. 実験概要

モルタル曲げ供試体（Mシリーズ）ならびに SFRC 曲げ供試体（Fシリーズ）について、衝撃を供試体中央部に 1 回だけ加える落錐式衝撃試験を行い、図-1 に示すように、供試体の中央部（スパン中央から 1 cm の位置）ならびに支点部（F シリーズのみ）の加速度、および落錐の加速度も計測した。供試体寸法は $75 \times 75 \times 66$ cm とし、載荷スパンは 60 cm とした。供試体の両支点上には、浮き上がり防止のため 30 kg の重りをおいた。落錐が衝突する供試体中央部には厚さ 3 mm の硬質ゴム板を原則として 1 枚おいた。加速度計（容量：1000 g）は、ストレインアンプを介しデジタルウェーブメモリー（計測時のサンプリング間隔：20 μ sec）に接続した。ウェーブメモリーに記憶したデータは、X-Y レコーダーで波形を確認した後、フロッピーディスクに記憶させ、その後の演算処理に用いた。供試体に作用する荷重は、落錐の衝撃後のマイナスの加速度に落錐の質量を乗じて求めた。供試体中央の変位（たわみ）は、供試体中央部の加速度を時間で 2 回積分して算定した。F シリーズでは、この値から供試体支点部の変位（支点の沈下等）を差し引いたものを供試体の変位とした。供試体の運動エネルギーは、供試体中央部の加速度を 1 回積分して得られる速度をもとに算定した。なお、静的曲げ試験においても、載荷スパンを 60 cm とし、中央に載荷し、供試体の破断に至るまでの完全な荷重変位曲線を計測した。

3. 荷重変位関係

モルタル供試体が衝撃を受けて破断した場合と破断しなかった場合の荷重変位曲線の例をそれぞれ図-2、3 に示す。SFRC 供試体の荷重変位曲線については、緩衝材である硬質ゴム板を衝撃位置に 1 枚おいた場合と 3 枚おいた場合の計測例を図-4、5 に示す。静的荷重下におけるモルタルならびに SFRC 供試体の荷重変位曲線（それぞれ 3 個の供試体の平均）を図-6 に示す。衝撃荷重下における荷重変位曲線（図-2～5）の土上からの部分の傾きは無限大となっているが、これは供試体のもつ慣性のためと考えられる。衝撃荷重によってモルタル供試体が破断した場合（図-2）には破断直で荷重が急激に低下したか、供試体が破断しなかった場合（図-3）には変位が最大となった後に荷重も変位もともに減少した。衝撃荷重下の SFRC 供試体の荷重変位曲線では、硬質ゴム板が 3 枚の場合

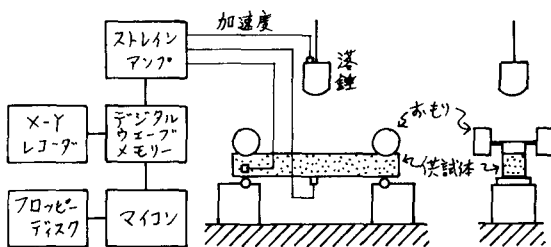


図-1 落錐式衝撃試験装置

表-1 モルタル供試体の試験結果

		試験条件			試験結果		
試験の種類と供試体名		落錐質量 (kg)	落下高さ (mm)	ゴム枚数	最大荷重 (kN)	破断時の吸収エネルギー (J)	破壊状況
衝撃試験	M-1	2.8	17.5	1	3.09	-	破壊しない } ちようて破壊 激しく破壊
	M-2	2.8	20.0	1	3.41	0.92	
	M-3	2.8	25.0	1	3.92	0.90	
	M-4	2.8	35.0	1	5.81	0.94	
静的試験		-	-	-	3.33	0.58	- - - - -

合(図-5)には1枚の場合(図-4)に比べ 最大荷重は約1/2となり、最大荷重点の変位は約2倍となった。衝撃荷重下における荷重変位曲線の全体の形状は、慣性や運動エネルギーの影響をうけて静的荷重下とは異なっていた。

4. 最大荷重と吸収エネルギー

衝撃試験時のモルタル供試体の荷重変位曲線から 破断時の吸収エネルギーと最大荷重を算定し表-2に示す。同様に、SFRC 供試体についても 変位の各段階(～16mm)における吸収エネルギーと最大荷重とを表-2に示す。左方、衝撃荷重下における吸収エネルギーは、荷重変位曲線下の面積によって表わされる供試体全体に加わったエネルギーから供試体の運動エネルギーを差し引いたものである。比較のため、静的試験時の吸収エネルギーと最大荷重も表-1、2に併記する。

SFRC 供試体の衝撃試験時の最大荷重は、静的試験時の最大荷重より3～7倍大きく、落錘の落下高さが高い場合(衝撃速度が大)なるとに緩衝材が少ないう場合は大となった。モルタル供試体が衝撃荷重により激しく破断する場合の最大荷重は静的試験時の約2倍となった。

SFRC 供試体の衝撃試験時の各変位に対応する吸収エネルギーは、硬質ゴム板が1枚の場合には 変位が小さい区間(2mm以下)を除けば 静的試験時の1.2～2倍となり、硬質ゴム板が3枚の場合(F-7f)には 静的試験時のものとほぼ等しくなった。モルタル供試体が衝撃荷重により破断する場合の吸収エネルギーは、静的試験時の約1.5倍であった。

5. まとめ

落錘と供試体の加速度を測定しこれを演算処理することによって衝撃荷重下におけるモルタルならびにSFRC曲

げ供試体の荷重変位曲線を計測した。

荷重変位曲線より算定された吸収エネルギーは、衝撃荷重下における供試体の破壊性状を静的荷重下における破壊性状と関連づけるための指標として有効なことが示された。

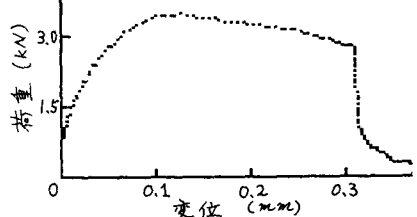


図-2 M-2の荷重変位曲線(ちょうど破断)

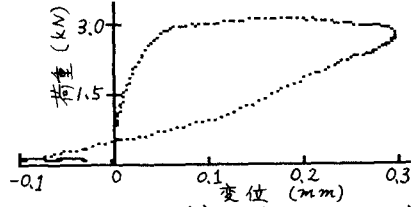


図-3 M-1の荷重変位曲線(破断せず)

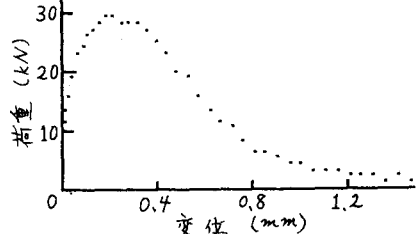


図-4 F-6の荷重変位曲線(ゴム1枚)

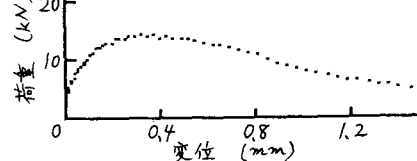


図-5 F-7の荷重変位曲線(ゴム3枚)

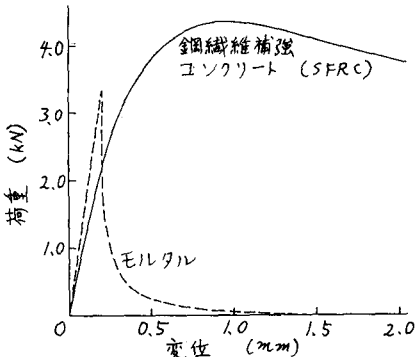


図-6 静的試験時の荷重変位曲線

表-2 SFRC 供試体の試験結果

試験の種類 と供試体名		試験条件			最大 荷重 (kN)	試験結果											
		落錘 質量 (kg)	落下 高さ (mm)	ゴムの 枚数		各変位に対応する吸収エネルギー (J)											
						変位 (mm)											
					0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	16.0			
衝撃試験	F-1	13.0	200	1	19.8	1.7	4.6	6.8	7.9	9.8	18.9	25.7	27.0	-	-		
	F-2	13.0	200	1	20.3	2.9	6.1	8.2	10.0	12.8	20.9	25.3	26.4	-	-		
	F-3	13.0	200	1	20.3	2.5	5.3	8.9	10.8	13.2	22.9	26.5	27.5	-	-		
	F-4	13.0	200	1	20.6	2.7	6.0	9.0	11.1	14.1	24.3	25.0	-	-	-		
	F-5	13.0	400	1	29.5	1.7	5.0	6.7	9.8	10.8	19.6	26.3	32.1	41.2	48.8		
	F-6	13.0	400	1	29.3	2.0	5.5	8.6	11.8	13.5	25.2	33.2	41.5	54.0	58.1		
	F-7	13.0	400	3	14.2	0.7	2.3	3.9	5.8	7.1	14.7	18.4	23.1	29.3	33.9		
	F-8	13.0	400	3	14.6	0.1	1.3	2.5	4.4	5.9	12.0	16.6	19.8	24.3	27.9		
	F-9	21.0	150	1	15.9	2.1	4.9	7.3	10.2	13.1	24.7	33.3	34.0	-	-		
	F-10	21.0	150	1	16.6	1.7	5.6	8.0	11.2	13.8	24.3	33.3	35.4	-	-		
	F-11	21.0	250	1	23.9	1.7	3.9	6.2	7.9	9.4	18.3	25.0	30.5	38.6	44.9		
	F-12	21.0	200	1	19.2	2.2	5.4	8.0	10.4	12.7	25.2	33.8	41.3	54.2	58.8		
静的試験		-	-	-	4.4	0.8	2.3	4.0	5.7	7.2	13.8	18.7	22.4	27.9	31.3		