

三井建設(株) 正員 三上 浩
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 三井建設(株) 正員 田村富雄
 三井建設(株) 正員 加藤正利

1. はじめに

既報¹⁾において、組紐状AFRPロッドで補強したコンクリートスラブに衝突速度を4m/secに制限して重量70kgfの鋼製の円柱(重錘)を自由落下させた際の衝撃挙動を報告した。本報では、衝撃荷重をすでに受けた試験体と処女荷重を受ける試験体の静的な耐荷性状ならびに既報よりも高速の衝突速度(最高速度 $V_{max}=7.7m/sec$)における衝撃挙動を組紐状AFRPロッドの付着特性に着目して検討したのでその結果を報告する。

2. 実験の概要

衝撃試験は室蘭工業大学の落下衝撃万能試験機を用いて行なった。試験に用いたコンクリートスラブの寸法は150cm×150cm×10cm(支点間距離は125cm)で、配筋は直交する複筋配置として片側約1%の配筋比(ピッチ=33.3mm)とした。スラブは矩形板の4辺を上下から鋼製のローを用いて支持した。静的耐荷試験は衝撃試験と同一の形状寸法および配筋比のスラブを用いて同一の支持条件で行なった。加力は油圧ジャッキを用いて重錘と同一径の鋼製円柱(直径15cm)をロッドセルと試験体の間に挿入して中央一点荷重により行なった。

表-2 ロッドの特性

ロッドの呼称	K32	K32S
砂の有無	無	有
公称直径(mm)	6.0	7.0
公称断面積(cm ²)	0.25	
密度(gf/cm ³)	1.44	
引張耐力(tonf)	2.80	
弾性係数(kgf/cm ²)	6.45×10 ⁵	
破断伸度(%)	1.74	
ポアソン比	0.60	

表-1、2に使用したコンクリートおよびロッドの特性を、表-3に実験ケースの一覧を示す。一覧中、-23、-27の静的試験の材令は約1年であり他はすべて約1か月である。組紐状AFRPロッドはロッド表面に珪砂を接着したものと無処理のもの2種類を用いた。表-3中のsは珪砂を接着したロッドを補強筋に用いたことを示す。衝撃試験では重錘に取りつけた加速度計とスラブの中心から0度(測点1~6)および90度(測点1、7~11)方向のロッドに10cm間隔で貼りつけたひずみゲージ(上下端ロッド各々11点の合計22点)により計測を行なった。静的耐荷試験ではひずみおよびスラブ中央のたわみを計測した。

表-3 実験ケースの一覧

試験体名	第1回目		第2回目	
	載荷番号	衝突速度(m/sec)	載荷番号	衝突速度(m/sec)
AC-SLB-23 AsC-SLB-27	-1	1.0	静的試験	
	-2	1.0		
	-3	2.0		
	-4	3.0		
	-5	4.0		
	-6	4.0		
AC-SLB-25 AsC-SLB-26	-1	2.0	-5	6.0
	-2	4.0	-6	7.0
	-3	4.0	-7	7.7
	-4	4.0	-8	7.7
AC-SLB-24 AsC-SLB-28	-1	3.0	-5	5.0
	-2	3.0	-6	6.0
	-3	4.0	-7	7.0
	-4	4.0	-8	7.7
AC-SLB-29 AsC-SLB-30			静的試験	

3. 実験結果

図-1、2にスラブ-23、-27(衝撃荷重を受けた後のスラブに静的に加力した場合)の載荷点近傍のロッドの荷重-ひずみ関係を示す。測点Aは上端ロッド、Bは下端ロッドを示す。

試験体名	-SLB -23~28
σ_{28} (kgf/cm ²)	502
E ($\times 10^5$ kgf/cm ²)	2.95
ν	0.201
試験体名	-SLB -29、30
σ_{28} (kgf/cm ²)	611
E ($\times 10^5$ kgf/cm ²)	2.98
ν	0.195

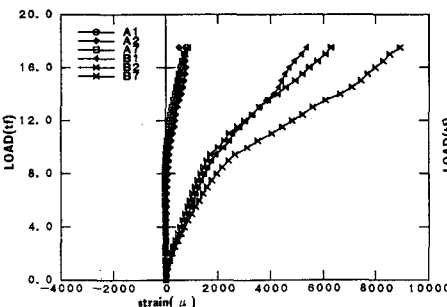


図-1 スラブ-23の荷重-ひずみ関係

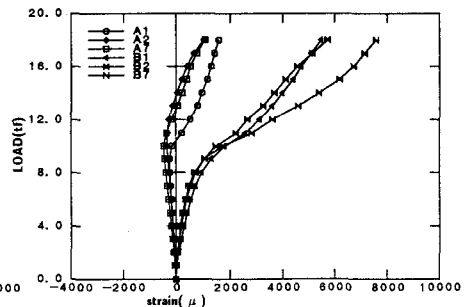


図-2 スラブ-27の荷重-ひずみ関係

表-1 コンクリートの特性

-23の砂なしワットを用いたスラブは約10tonfで荷重-ひずみ関係に変曲点が現われ、以後ひずみは単調に増加している。また、上端ワットのひずみは下端ワットのひずみと同様に低荷重段階より引張ひずみを示している。一方、-27の砂付きワットを用いたスラブも10tonf近傍に変曲点が見られるが10tonf以下での荷重-ひずみ曲線の勾配は-23よりも大きく荷重に対するひずみ量が-23に比べて小さい。しかし、変曲点以後の勾配は両者でほぼ同様である。また、上端ワットのひずみは変曲点を示す荷重までは圧縮ひずみが単調に増加するが変曲点以後は引張に移行し荷重とともに増加している。これらから、ワットの付着性能が衝撃载荷によるひびわれの性状に大きな影響を与え、衝撃载荷後の中立軸の位置が両者で大きく異なることが推察される。なお、破壊形式はともに押抜きせん断破壊であり、耐力は-23、-27で17.5、18.0tonf程度と顕著な差異はなかった。

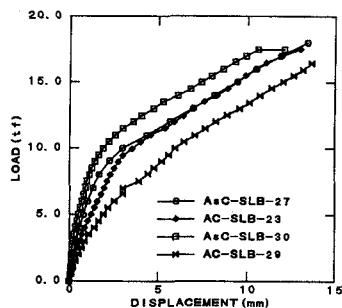
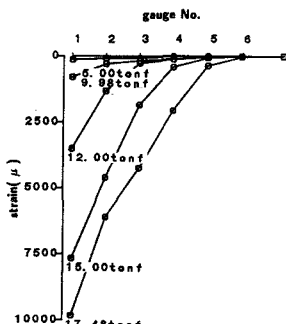
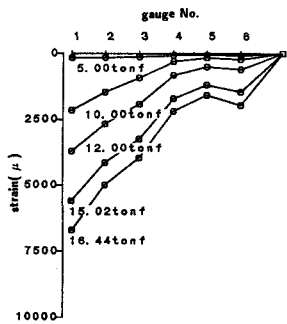


図-3 スラブ-29の下端ワットのひずみ分布 図-4 スラブ-30の下端ワットのひずみ分布 図-5 荷重-たわみ関係

図-3、4に処女荷重を静的に载荷したスラブ-29、-30の下端ワットのひずみ分布を示す。-29の砂なしワットを用いたスラブの終局段階でのひずみは測点B1で約7000 μ 、支点近傍の測点B6で約2500 μ であり、ひずみは低荷重段階より広範囲に分布している。一方、-30の砂付きワットを用いたスラブでは载荷点近傍が約10000 μ と-29よりも3000 μ 程度大きいが支点近傍のひずみは終局段階でも極めて小さい。なお、下端ワットのひずみ分布は両者で大きく異なるが押抜きせん断耐力は-29で16.4、-30で17.5tonf程度と両者に顕著な差異はなかった。

図-5に4体のスラブ中央の荷重-たわみ関係を示す。変曲点以後の勾配は4体でほぼ同様であるが変曲点以前の勾配には大きな差異が見受けられ、特にスラブ-29と-30の勾配の差が大きい。しかし、4体の終局耐力および終局たわみはほぼ同様である。これは、破壊がいずれも押抜きせん断破壊であり、耐力およびたわみがコンクリート強度とワットのせん断剛性に大きく影響され、コンクリート強度およびワットのせん断剛性が各試験体でほぼ同様であるためと推察される。

図-6に最大衝撃力と衝突速度の関係を示した。最大衝撃力の実験値は加速度計より得られた最大加速度に重錘質量を乗じて求めた。なお、図中の実線は弾性接触論より得られた理論値を示す。この図から、衝突速度が4m/sec程度まではワットの付着性能に関わらず理論値と実験値は比較的良好に対応するがそれ以上の衝突速度では理論値は実験値の下限值を与えるようである。

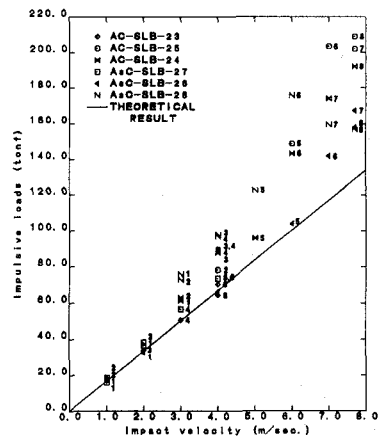


図-6 最大衝撃力と衝突速度の関係

4. まとめ

- 1)ワットに珪砂を接着すると衝撃载荷においても付着性能が向上する。
- 2)押抜きせん断耐力はワット表面の付着性能に顕著には影響されない。
- 3)衝撃载荷による劣化は本実験の範囲内では顕著ではない。
- 4)最大衝撃力の理論値はおおむね実験値の下限值を与える。

参考文献

- 1)三上他「組織状AFRPワットを用いたコンクリート床版の衝撃挙動」土木学会45年誌、V-152、330-331
- 2)岸他「組織状AFRPワットを用いたコンクリート床版の力学的性状」土木学会北海道支部論文集47号、125-130
- 3)大沼博志「コンクリート構造物の高温クリープと衝撃応答特性に関する研究」北海道学術論文、1984