

敷設した低衝撃コンクリートブロックの衝撃経年変化に関する研究

日大生産工(院) 山口 晋 日大生産工 越川 茂雄
 日大生産工(院) 伊藤 義也

1 目的

ゴムロール製品等は、その表面を研磨により平滑に仕上げ製造する。この場合、多量のゴム研磨粉(以下、研磨粉)が発生し(表 1)¹⁾、この研磨粉の処理処分が問題となり再利用が検討課題となっている。

以上のことから、筆者らは舗設用コンクリートブロックに研磨粉を混入した低衝撃性のILBの製造を1992年に開始し、低衝撃ILB製造法と品質について実験検討を行ってきた。²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ その結果、低衝撃ILBの歩行時衝撃は普通ILBの約1/2に低減することを明らかにした。⁴⁾⁵⁾ また、1995年9月には、耐久性能を検討する目的により本生産工学部校地内に約10m²の舗設試験施工を行った。

本研究は、試験施工後今年で10年経過した低衝撃性ILBの衝撃性と耐久性について実験検討したものである。

2 使用材料およびILBの配合

2-1 ゴム研磨粉

研磨粉は、その物性を表2に示すニトリルゴム(NBR)、ウレタンとナイロンの混合(UN)およびシリコンゴム(SC)の製品を研磨して発生したものである。

2-2 セメントおよび細骨材

セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.16)および細骨材は茨城県鹿島産の陸砂(密度:2.62, 吸水率:1.13, F.M:2.61)を使用した。

2-3 ILBの配合

表3に各種ILBの配合および品質を示す。

表1 ゴム工場より発生する廃棄物¹⁾

単位 千ton/月平均

処理処分種別	埋立て	焼却	その他	再利用 (売却含む)	合計	
処分量	千ton	1,567	1,131	127	1,680	4,505
処分率	%	34.8	25.1	2.8	37.3	100
研磨粉	250ton/年/5工場				15%	

表2 切削ゴム粉の物性試験結果

種類	比重	硬さ	100%引張応力 (kgf/cm ²)	引張強さ (kgf/cm ²)	伸び (%)	引裂強さ (kgf/cm)
ニトリルゴム	1.2	56	23	60	300	30
ウレタン/ナイロン (80/20) 混合ゴム	1.15	85	50	400	500	85
シリコンゴム	1.32	34	—	30	180	4

表3 各種ILBの配合および品質

ILB	W/C (%)	S/G (%)	S/C	単位量 (kg/m ³)					混和剤		曲げ強度 (N/mm ²)	
				C	W	S	G (5~15)mm	ゴム研磨粉	C×B (%)	即脱用 分散剤(%)		
普通	30	60	—	333	100	1194	827	—	—	C×0.25	6.0	
低 衝 撃	基層		普通ILB									
	表層 ゴムモルタル	NBR	45	—	3.03	450	203	1362	—	150	C×0.10	—
		UN	50	—	2.86		225	1287				
SC		35	—	3.35	158		1495					
極 低 衝 撃	表層 ゴムセメントペースト	NBR	45.4	—	—	841	382	—	—	422	C×0.05	—

JIS A 5371 :3~5 N/mm²以上

A study about an aging change of shock of low shock concrete block

Shin YAMAGUCHI, Shigeo KOSHIKAWA, and Yoshinari ITOH

3 歩行時衝撃加速度の測定方法および測定値の整理

人体下肢への歩行時衝撃は、定めた ILB 面上での図 1 に示す足裏着床部順位による定点足踏み法によって測定した。すなわち、下肢部位測定位置は右足に図 2 に示すくるぶし、ひざ、および腰の 3ヶ所とし、足踏み歩行はリズム計による足踏みテンポ 80 回/分および足上げ高さ約 20cm を目標とし、10 秒間の測定を 3 回/1ヶ所行った。測定 1 回当りの歩行数は約 6~7 歩であった。なお、衝撃加速度(G)の測定は、表 4 に示す衝撃度解析装置を用いて行った。また、歩行被験者は、体重 60.0kg、身長 168.0cm および布製床履き用シューズサイズ 26.0cm の卒研小田嶋君である。

図 3 に測定した加速度波形を示す。衝撃加速度の測定値は、図 3 に示す着床直後に発生する反重力方向の衝撃加速度(G)の平均値とした。

表 4 衝撃解析装置

機器名	仕様
動ひずみ計	T社製DRA - 101L 10測点用
加速度計	T社製ARS - 20TB 3軸、容量20G
データ解析ソフト	N社製



図 1 足着床部順位

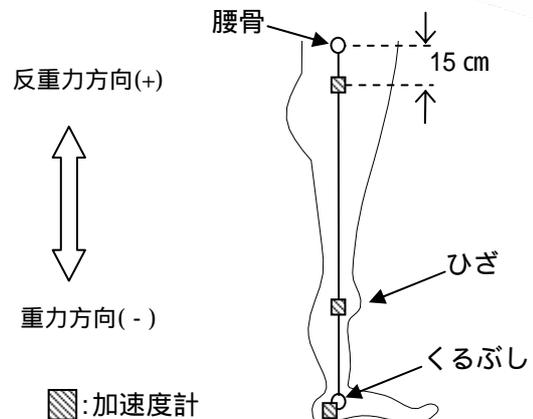


図 2 衝撃加速度測定位置

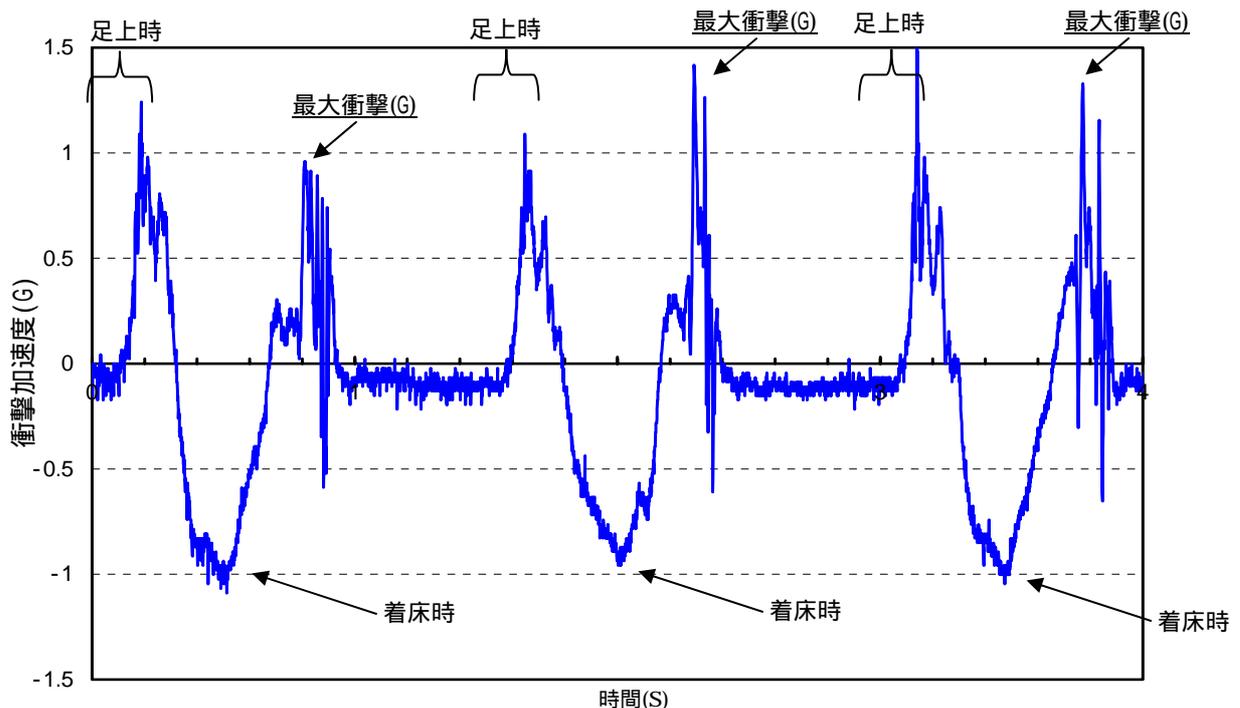


図 3 衝撃加速度(G)波形測定結果

4 試験結果および考察

4-1 衝撃特性について

表5に各ILBの衝撃加速度(G)の測定結果を示す。

4-1-1 ゴム研磨粉混入による衝撃低減効果について

図5に各ILBの衝撃加速度(G)の低減比を示す。この結果によれば施工10年後においても、研磨粉を混入した(極)低衝撃ILBは、いずれの種類のILBとも施工前の低減比^{4) 5)}とほぼ同等の低衝撃性能を維持していることが認められた。特に普通ILBに比してもともと極低衝撃特性を有するNBR(CP)ILBが約0.43~0.55と大きかった。

4-1-2 測定各部位における衝撃加速度(G)の低減効果について

4-1-1で述べた様に低減効果の最も大きい表層をゴムセメントペーストとしたものは、いずれの部位においてもその低減効果は同等であることを示したが、表層をゴムモルタルとしたものは、部位により低減効果が相違することを示した。すなわち低減比は、くるぶし:1.00~0.94、ひざ:1.00~0.73および腰:0.97~0.81で、低減効果はひざ>腰>くるぶしの順となることが認められた。

4-1-3 測定値の信頼度について

表6に測定値の変動係数を示す。この結果によれば変動係数は10.4~32.5%、平均16.3%で施工前の変動係数^{4) 5)}とほぼ同等の結果であった。

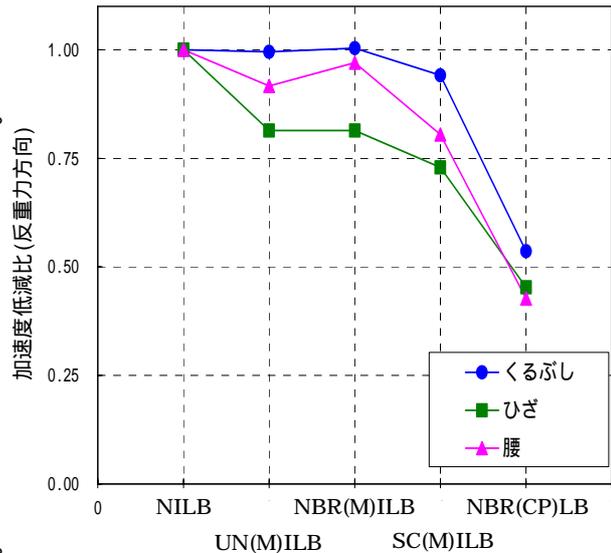


図5 各ILBの衝撃加速度低減比

表6 測定値の変動係数

種類		くるぶし	ひざ	腰
		平均 (G)	1.47	0.74
NILB	標準偏差 (G)	0.20	0.07	0.05
	変動係数 (%)	13.6	9.2	15.4
	平均 (G)	1.46	0.65	0.28
UN(M)ILB	標準偏差 (G)	0.47	0.13	0.07
	変動係数 (%)	32.5	20.5	24.5
	平均 (G)	1.47	0.60	0.29
NBR(M)ILB	標準偏差 (G)	0.36	0.07	0.03
	変動係数 (%)	24.7	12.0	10.4
	平均 (G)	1.38	0.54	0.24
SC(M)ILB	標準偏差 (G)	0.24	0.03	0.03
	変動係数 (%)	17.1	5.0	12.3
	平均 (G)	0.79	0.34	0.13
NBR(CP)ILB	標準偏差 (G)	0.10	0.06	0.07
	変動係数 (%)	12.4	18.5	52.1
	平均	20.06	13.04	22.94
変動係数 (%)	範囲	12.4~32.5	5.0~20.5	10.4~52.1

表5 各ILBの衝撃加速度(G)の測定結果

種類	反重力方向加速度 (G)		
	くるぶし	ひざ	腰
NILB	(1.00)	(0.503)	(0.206)
	1.467	0.738	0.302
	(1.00)	(1.00)	(1.00)
	(1.00)	—	—
UN(M)ILB	(1.00)	(0.443)	(0.190)
	1.460	0.647	0.277
	(0.995)	(0.814)	(0.917)
	(0.995)	(0.441)	(0.189)
NBR(M)ILB	(1.00)	(1.08)	(1.08)
	1.473	0.601	0.293
	(1.004)	(0.814)	(0.970)
	(1.004)	(0.410)	(0.200)
SC(M)ILB	(1.00)	(1.12)	(1.12)
	1.381	0.538	0.243
	(0.941)	(0.729)	(0.805)
	(0.941)	(0.367)	(0.166)
NBR(CP)ILB	(1.00)	(0.426)	(0.164)
	0.786	0.335	0.129
	(0.536)	(0.453)	(0.427)
	(0.536)	(0.228)	(0.088)



写真1 表層 NBR モルタル



写真2 表層 NBR セメントペースト

4-2 耐久性について

耐久性は ILB 表面のひび割れ、損傷およびスケールリング等を目視観察し検討した。写真1および写真2に10年後の低衝撃 ILB の表面写真を示す。

この目視観察結果によれば、10年経過後においてもゴムモルタルおよびゴムセメントペーストの表層の場合とも、ひび割れや損傷は認められない。しかし、ゴムモルタルの場合スケールリングにより表面部の砂粒子を覆っているセメントペーストが失われて細骨材が洗い出されて表面に突出する現象が認められた。これに比して、ゴムセメントペーストの場合はほぼ施工時の状態を維持しており、10年後にもその性能および外観とも健全であることが認められた。

5 まとめ

本研究で得られた主な成果は以下の通りである。

- (1) ゴム研磨粉を混入した(極)低衝撃特性は特に衝撃低減効果の最も大きい表層がゴムセメントペーストおよびゴムモルタルの場合とも低衝撃特性は失われておらず、低減比は施工前のもとのほぼ同等であった。
- (2) 測定値の信頼度は10年経過後も施工時と同等の品質であった。
- (3) 10年経過後の(極)低衝撃 ILB の耐久性は十

分であったが表層をゴムモルタルとしたものの表面スケールリングが認められた。

謝辞：

本研究の遂行にあたり卒業研究生 加藤允裕君、小田嶋嘉彦君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表わす。

参考文献：

- 1) 日本ゴム工業協会調査結果(1986), ゴム工業便覧, 日本ゴム協会, 平成6年1月
- 2) ゴム研磨粉のコンクリートへの有効利用に関する基礎研究, 越川茂雄, 伊藤義也, 佐藤次郎, 梅純生, 平成5年9月, 土木学会, 第48回年次学術講演会
- 3) ゴム混入モルタルの物性について, 越川茂雄, 伊藤義也, 佐藤次郎, 梅谷純生, 平成5年12月, 日本大学生産工学部第26回学術講演会
- 4) コンクリートの歩行時衝撃に関する基礎的研究, 越川茂雄, 伊藤義也, 五十嵐詳和, 岡崎浩幸, 池田卓哉, 武田剛, 平成10年12月, 日本大学生産工学部第31回学術講演会
- 5) コンクリートの歩行時衝撃に関する基礎的研究, 彦田健太郎, 越川茂雄, 伊藤義也, 平成12年9月, 土木学会第55回年次学術講演会