

フレッシュコンクリートの振動締固め時における動的性質に関する実験

立 命 館 大 学 正会員 児島孝之
明石工業高等専門学校 正会員 角田 忍
立命館大学大学院 ○学生員 浅野文男

1. まえがき

振動締固めはコンクリート施工上重要な工程であり、その効果についてもある程度明らかにされつつあるが、振動のように動的な外力を受けた場合のフレッシュコンクリートの挙動の解明やそれに基づく振動締固め効果の解明等といった基礎的な研究は十分とは言えない。

本研究では、振動下における各種フレッシュコンクリートの間隙水圧を測定することにより、フレッシュコンクリートの動的性質と振動の影響についての考察を行った。

2. 実験概要

使用材料及び配合を表1、2に示す。配合は、水セメント比 $W/C=50\%$ 、細骨材率 $s/a=48\%$ 一定とし単位水量を変化させている。普通コンクリートは、スランプを0～19cmの間で6種類に変化させ、各種コンクリートとしては、AEコンクリート、高性能減水剤添加コンクリート及び水中コンクリート用特殊混和剤添加コンクリート（以下水中コンクリートと略す）を取り上げた。実験装置を図1に示す。間隙水圧計の設置位置は、コンクリート表面から7cm, 17cmの位置であり図2に示す。テーブル振動機は偏心モーター型の振動機であり、振動数は1750v.p.m.、偏心錘の角度を操作することで振動の種類を変化させることができる。本実験では振動を4種類に変化させた。容器にコンクリートを入れた状態での各位置及び加速度の結果を図3、表3に示す。

表1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント		
細骨材	野州川産砂	比重 2.57	吸水率 1.69 F.M.=2.45
粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石	比重 2.69	吸水率 0.72%
	F.M.=6.75	最大骨材寸法 20mm	
	重量比 20～10mm : 10～5mm = 1 : 1		
AE剤	アニオン系樹脂		
高性能減水剤	ナフタリン系高性能減水剤		
特殊水中コンクリート用混和剤	水溶性高分子セルロース系		
AE減水剤	リグニンスルホン酸カルシウム		

表2 各種コンクリートの配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)				AE剤	高性能減水剤	水中不分散剤		AE減水剤
		W	C	S	G			主 剤	助 剤	
50	48	170	340	866	982					
50	48	180	360	846	959					
50	48	190	380	826	936					
50	48	200	400	806	913					
50	48	210	420	785	891					
50	48	218	436	769	872					
50	48	180	360	846	959	216g				
50	48	190	380	826	936	228g				
50	48	180	360	846	959		216g			
50	48	190	380	826	936		228g			
50	48	210	420	785	891			2520g	8400g	1050g
50	48	218	436	769	872			2616g	8720g	1090g

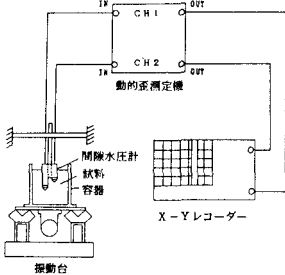


図1 実験装置

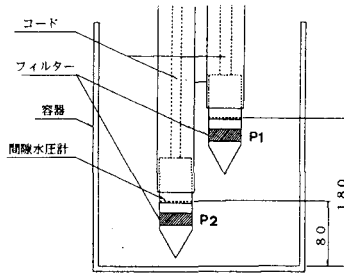


図2 間隙水圧計の設置位置

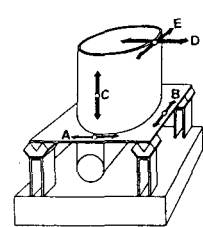


図3 振動台の加速度測定方向
表3 振動台の加速度測定結果

方向/振動	1	2	3	4
A	3.00	4.17	4.00	4.00
B	0.83	0.33	0.50	1.50
C	2.33	3.33	3.17	2.00
D	5.33	9.50	11.3	11.5
E	1.33	1.83	1.50	1.17

単位 (g)

3. 実験結果及び考察

図4は、普通コンクリートの硬練りと軟練り配合の間隙水圧の経時変化を表している。図5は、振動時間1, 5, 20秒での各位置の過剰間隙水圧を示したものである。硬練り配合の場合、液状化を起こすまでには数秒かかる。

Takayuki KOJIMA, Shinobu KAKUTA, Fumio ASANO

振動の種類にもよるが間隙水圧は、ほぼ液圧に近い値を示すということがわかる。また軟練り配合については、打ち込み直後において既に液状化に近い状態であるため、振動を加えても過剰間隙水圧の値は、僅かであり、瞬時に一定値となる。この傾向は、振動の種類が異なってもあまり差異は見られなかった。

AEコンクリートについては、他のコンクリートと比べて過剰間隙水圧の変化が著しかった。また、この傾向は振動番号が大きくなるにつれて、特に容器下部において顕著になった。これは、振動を加えることによりすぐに材料分離が生じるためでないかと思われる。高性能減水剤添加コンクリートは、普通コンクリートの硬練り配合と同様な傾向を示すが、液状化に達するまでの時間は軟練り配合と同様であった。水中コンクリートは、振動を加える前の間隙水圧の値は、他の配合と比べて最も大きかった。これは、水中不分離剤の添加による保水効果が大きく、また高分子系セルロースの添加による見掛けの間隙率の低下等が考えられる。ただし、振動を加えると振動番号が大きくなるにつれて負の過剰間隙水圧が発生する傾向が強くなった。振動時間1,5,20秒における各深さの過剰間隙水圧を直線回帰を行うことで、過剰間隙水圧の深さ方向の分布がいかに変化するかを示した例を図5に示す。発生した水圧は、各深さにおける初期の有効応力と考えることができる。図において、コンクリート内部において発生した圧力と、コンクリート表面とに圧力差が生じており、即ち、動水勾配の発生はコンクリート内部から表面に向かって水が移動することを表している。これを利用してコンクリートの振動時の透水係数 k を求めることが出来れば、振動締固めの指標となり得る。コンクリート中で透水が起こるとききの速度 v は、ダルシーの法則より求める。間隙水の流出速度は、

$$v = k (\gamma' / \gamma_w) = (\varepsilon_v \cdot H) / t$$

で与えられる¹⁾。ここに、 γ' はコンクリートの単位体積重量、 γ_w は水の単位体積重量、 ε_v は鉛直ひずみ、ここでは H は試料深さとし、 $\varepsilon_v \cdot H$ は試料の沈降量とする。 t は沈下が完了するまでの時間である。各種コンクリートについて計算した結果を表4に表す。普通コンクリートは、各振動とも単位水量が増加するほど透水係数は減少する傾向にある。AEコンクリートは各振動によりあまり違いがみられなく、高性能減水剤添加コンクリートに比べるとかなり値が異なっている。水中コンクリートは、振動によって透水係数が負の値を示した。このことは、水中不分離剤による保水性の影響と考えられる。

表4 各種コンクリートの透水係数

混和剤種類	ブレーン			高性能減水剤	AE剤	水中不分離剤
	単位水量 (kg/cm ³)	170	180	200	190	210
振動	1	0.084	0.075	0.033	0.071	0.053
	3	0.188	0.167	0.161	0.206	0.070

4. まとめ

間隙水圧と有効応力の関係及び振動時の透水係数を加えて考察することは、コンクリートの振動締固め特性を明らかにする上で重要なことではないかと考えられ、振動によるコンクリートの挙動、特に混和剤混入コンクリートについては今後明らかにしなければならない現象が多く存在することも明かとなった。

参考文献

1) 石原研而, 土質動力学の基礎, 鹿島出版会, p.p.231-238

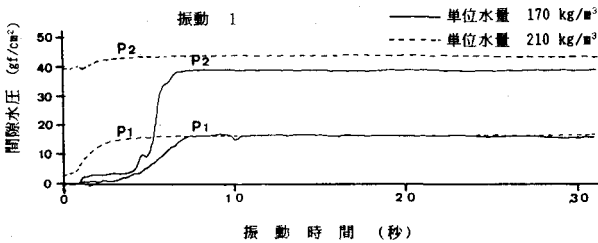


図4 普通コンクリートにおける間隙水圧の経時変化

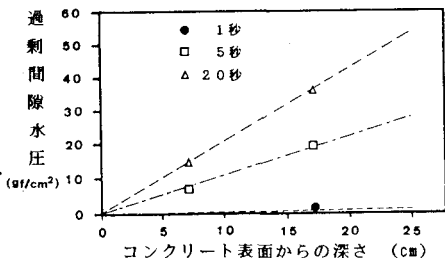


図5 過剰間隙水圧の分布の時間的变化 (単位水量 170kg/m³、振動1)