48 人工軽量骨材コンクリートの乾燥収縮および長期曲げ強度について

金沢大学工学部　正員　加場重正
金沢大学工学部　正員　川村満紀
金沢大学工学部　○学生員　夏川享介

概論　最近コンクリート構造物の自重を軽減する目的で、コンクリートに人工軽量骨材を使用する試みが盛んになった。しかし使用にあたっては、解決すべき問題がいろいろ残されている。例えば、人工軽量骨材コンクリートの使用にあたって、鉄筋コンクリートはりに一定の持続モーメントを与えると圧縮側コンクリートにクリープが生じ、はりのたわみが著しく増大し、あるいは、プレストレストコンクリートにおいては、乾燥収縮およびクリープによる鋼線緊張力の減少によって有効プレストレスが減じるなど、クリープ、乾燥収縮が設計上大きな問題となることが知られている。さらにコンクリート床版と鋼桁とを一体とした合成桁においては、自重による持続荷重を受けたとき、クリープ、乾燥収縮により初期の応力状態が変化する。　本実験研究は上記の如く問題となるクリープと乾燥収縮のうち乾燥収縮のみをとりあげたものである。さらに乾燥収縮用供試体を使い長期曲げ強度を求め、軽量骨材コンクリートの曲げに対する長期における強さを川砂利、川砂コンクリートと比較検討を行なった。

使用材料

セメント：P：O社普通ポルトランドセメント
　　：D：D社膨張性セメント
骨材　：N：石川県手取川産砂利および砂
　　：M：M社非造粒型人工軽量骨材
　　：L：O社造粒型人工軽量骨材

表-I

	天然骨材				骨材M		骨材L		
	粗骨材			細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材		細骨材
	20~10	10~5	5~25				10以上	10~5	5以下
比重	2.59	2.59	2.59	2.54	1.28	1.89	1.44	1.44	1.98
吸水率(%)	0.55	0.55	0.53	0.53	11.11	14.97	24.6	30.9	23.8
粗粒率	6.45			2.87	6.41	2.89	6.50		2.89

使用セメントおよび骨材の物理的性質、品質を表I、表II、表IIIにしめす。以後上記のように、セメントおよび骨材はP　D　N，M，Lの記号をもって示す。

実験方法

コンクリートの乾燥収縮ひずみは、一般にセメントペーストの乾燥収縮ひずみと骨材の絶対容積に大きく影響されるといわれている。したがって、もしペーストの収縮量を一定と考えられるコンクリート、すなわち、同一量のセメントを使用し、しかも水セメント比が同一のコンクリートでは、

表-II

セメントの種類	比重	粉末度 ブレーン		凝結					安定性
		88μ残分(%)	比表面積(cm²/g)	室温(℃)	湿度(%)	水量(%)	始発(時-分)	終結(時-分)	(煮水法)
大阪普通ポルトランドセメント	3.21	2.0	—	20	80	26.8	2-01	3-46	良
D社膨張性セメント	3.12	6.0	—	20	80	27.0	2-37	3-42	良

表-III

セメントの種類	フロー値 (mm)	曲げ強度 (kg/cm²)			圧縮強度 (kg/cm²)		
		3日	7日	28日	3日	7日	28日
大阪普通ポルトランドセメント	213	29.8	47.6	73.8	120	247	388
D社膨張性セメント	204	29.1	35.1	57.4	110	142	239

乾燥収縮ひずみは、骨材の性質によって差が生じると考えられる。このような考え方によって、骨材の絶対容積を一定にして配合は表IVのとうり行なった。

表-IV

名称	水セメント比 (%)	単位水量 (kg)	細骨材率 (%)	単位細骨材量 (絶対容積)	単位粗骨材量 (絶対容積)
30	59.0	177	44	0.3198	0.4070
35	51.4	178	42	0.2982	0.4117
40	44.5	179	40	0.2772	0.4158

粗骨材の配合方法は、粒度分布を軽量骨材に合わせるために、Nの場合 20~10mm 50% 10~5mm 45% 5~2.5mm 5%, Lの場合は 20~10mm 50% 10~5mm 50%, Mは再配合を行なわずそのまま用いた。骨材使用にあたっては、それぞれ表乾状態になるようプリウェッティングを行なった。供試体は乾燥収縮ひずみを測定するために 15×15×55cm 直方供試体3本 圧縮、引張強度を測定するために φ10×20cm 円柱供試体 12本、を作成した。なお、乾燥収縮ひずみ測定用の供試体は一面を残し他の5面にはパラフィンをぬった。

さらにひずみ測定用供試体と養生条件を同じくするため、恒温室において試験日まで、恒温湿空養生を行なった。ひずみ測定は、打設後4日目から行ない、10日間は毎日、10日から30日までは2日に1回、30日以後は1週間に2回、ホイットモアひずみ計を用い測定した。

実験結果

1 乾燥収縮ひずみについて

図-1, 図-2, 図-3は乾燥収縮ひずみ測定結果である。これによるとセメント量のちがいによるひずみ量には大きな差が認められず、セメント量が多くなるとわずかにひずみ量が多くなる程度であるが骨材の種類によってはかなり差があることが認められる。測定期間は120日前後であるのでその後の結果は断言することは出来ないが、120日前後までの結果をみると、全体に川砂利、川砂を使用したコンクリートのひずみ量が大きく、続いて骨材Mおよび Lを使用したコンクリートとなる。しかし骨材MとLでは大きな差はない。骨材の吸水量はM, L, Nの順に小さくなっており、ひずみ量はN, M, Lの順に小さい結果となっており、吸水量の大小のみによって

図-1

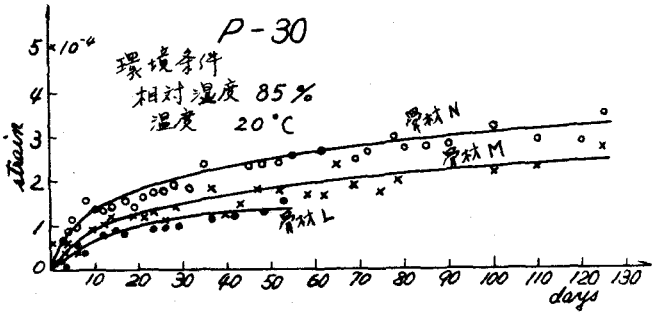
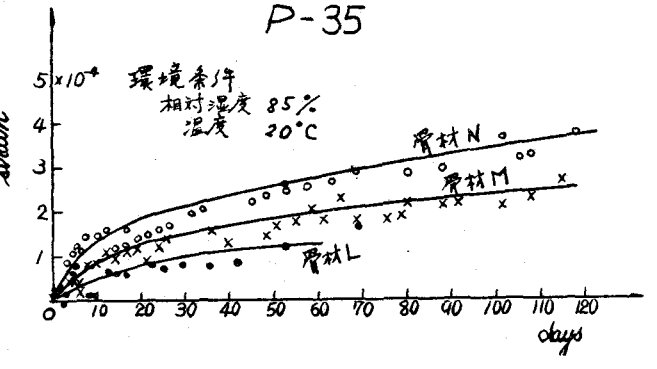


図-2



は、ひずみ量を論じることは出来ない。骨材のポアソン比、弾性係数、コンクリートの弾性係数等、いろいろの要素を考慮しなければならない。

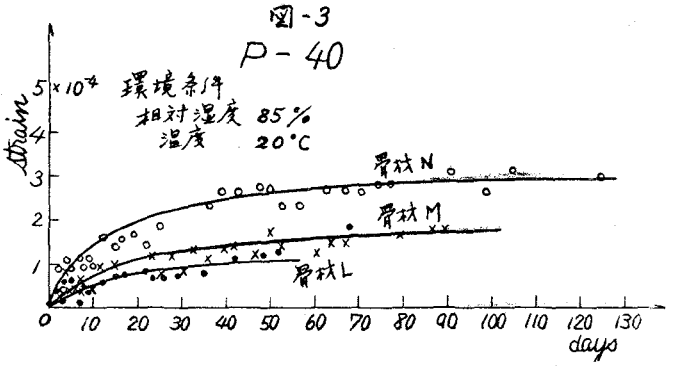
ii 長期曲げ強度について

図－4は長期曲げ強度のグラフであるこれによると、セメント量の増加に伴なう天然骨材コンクリートは強度の伸びが著しいが、人工軽量骨材コンクリートは天然骨材コンクリート程の伸びを示さない。また人工軽量骨材コンクリートにおいてはL骨材のコンクリートの方が強度が高いM骨材が非造粒型であるにもかかわらず曲げ強度が低いのは、骨材自身の強度によるものであろうと思われる。曲げ試験の後の供試体の破断面をみると骨材Lの破断面は骨材自身の破壊は少なく、骨材Mの供試体の破断面はすべて骨材自身が破壊されており、これによっても曲げ強度のちがいがうなずける。

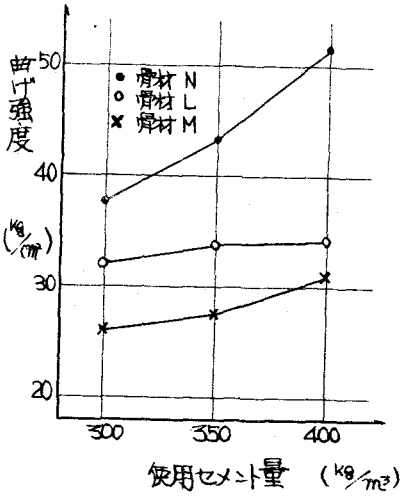
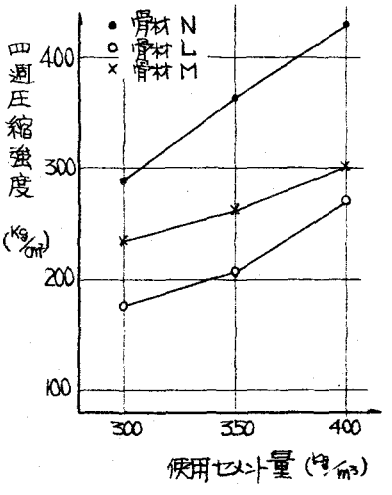
iii 圧縮強度について

図－5は4週圧縮強度とセメント量の関係である。これによると、強度は、骨材N、骨材M、骨材Lの順に大きく、人工軽量骨材コンクリートだけをみた場合、圧縮強度は非造粒型骨材の方が造粒型骨材より大きく曲げ強度は造粒型骨材の方が非造粒型骨材より大きい結果となっている。

図－3
P－40



図－4
長期曲げ強度と使用セメント量の関係



図－5
四週圧縮強度と使用セメント量の関係