

[1094] ヒューム管における管体コンクリートの圧縮強度管理用供試体の選定実験

正会員 福沢公夫（茨城大学工学部）
 正会員 沼尾達弥（茨城大学工学部）
 正会員 石井義章（全国ヒューム管協会）
 正会員 ○山田 悟（全国ヒューム管協会）

1. 実験の目的

コンクリート製品の本体強度の管理に用いる供試体は、製品と同等の締め固めおよび養生の条件で製造した供試体を用いることとされている¹⁾。ヒューム管のように遠心力締め固めを行なう場合は、製品と同一の養生を行なう遠心供試体を用いることになる。しかし、この供試体を作るには、供試体専用の遠心機が必要であり、また重量が大きいため移動設備も必要であるなど品質管理を行なううえで制約となっている。そのような場合、製品の強度との関係が確認した取り扱いの容易な供試体を用いて品質管理を行なうことが考えられる。本実験は、製品強度と供試体強度の関係を把握し、ヒューム管の管体コンクリートの強度管理に適した方法を提案するものである。

2. 実験方法

2.1 実験の内容

本実験は、次の2つの実験から成り立っている。

- (1)実験Ⅰ 遠心供試体および円柱供試体の強度の関係を求める実験
- (2)実験Ⅱ 管体コア、遠心供試体および円柱供試体の強度の関係を求める実験

実験Ⅰは、圧縮強度レベル、粗骨材の最大寸法を変化させた配合につき製品同一養生を行なう直径20cm、高さ30cm、厚さ5cmの遠心締め固めを行う中空円筒形の供試体、直径10cm、高さ20cmの振動締め固めを行う円柱形供試体、および水中養生を行なう円柱供試体の材令14・28日の圧縮強度を求め、供試体相互の関係を検討する試験である。

実験Ⅱは、強度レベルを変化させた実物のヒューム管（呼び径1500mmの推進管）を製作し、その強度を管体から採取する直径7.5cm、高さ15cmのコア供試体により測定し、供試体と同一のコンクリートを用いて作製した各種供試体の強度との関係を求める試験である。

2.2 供試体の製作方法

(1) 使用材料および配合

供試体の作製に用いられた材料の一覧を表1に示す。実験Ⅰに用いたコンクリートの配合は、強度レベル・粗骨材最大寸法により表2に示す6種類である。実験Ⅱに用いたコンクリートの強度レベルは、実験Ⅰの場合と同じでありその配合は、担当各社の仕様によった。

表1 使用材料

No.	会社	セメント	細骨材	粗骨材	混和材	混和剤
実験Ⅰ	—	普通	川砂	碎石(13.25mm)	高強度用混和材	高強度用減水材
実験Ⅱ	A	〃	砕砂	〃 (20mm)	〃	〃
	B	〃	〃	〃 (20mm)	膨張材	〃
	C	〃	〃	〃 (25mm)	高強度用混和材	〃
	D	〃	山砂	〃 (20mm)	膨張材	〃

配合の詳細は、省略する。

(2) 練り混ぜ方法および成形法

実験 I における練り混ぜには、容量100 ㍑の強制攪拌式ミキサを用いた。実験 2 においては、各社の工場で実生産に用いているミキサを用いて、各工場で行なわれている方法により練り混ぜた。遠心供試体の成形は JIS A 1136 に、円柱供試体の成形は JIS A 1132 によった。ヒューム管は、各社が実生産で行なわれている方法で製作した。

(3) 養生方法および試験方法

供試体は、製品同一養生あるいは水中養生を行なった。実験 I および実験 II における蒸気養生およびその後の養生方法を表 3 に示す。圧縮強度試験は、JIS A 1108 および JIS A 1136 により、アムスラ型 500tf 圧縮試験機を用いて行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 実験 I 遠心供試体および円柱供試体の圧縮強度の関係

実験 I の材令 28 日における試験結果をセメント水比と圧縮強度の関係について示したものが図 1 である。図 1 より、次のことが観察される。

① 遠心供試体の強度は、他の供試体の強度より高い値を示す場合がほとんどである。

② 遠心供試体の強度と製品同一養生円柱供試体の強度は、同一の強度レベルでは、粗骨材最大寸法が違っていてもほぼ等しい値となっている。水中養生円柱供試体では、同一の強度レベルであっても、セメント水比の大きいものほど高い強度となっている。このように、遠心供試体強度と製

表 2 コンクリートの配合 (実験 I)

強度レベル (kgf/cm ²)	管種	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)
400	小径	13	7 ± 1.5	42	50
	大径	20	〃	40	45
500	小径	13	〃	37	48
	大径	20	〃	35	43
700*	小径	13	〃	33	44
	大径	20	〃	33	40

注) * 強度レベル 700 kgf/cm² の配合は高強度用混和材を C × 5%、高強度用減水剤を C × 0.75% 使用した。

表 3 製品同一養生の方法

No.	会社	蒸気養生 (1次養生)			2次養生
		前置時間 (h)	最高温度-時間 (°C) (h)	マチュリティ ²⁾ (deg-h)	
実験 I	-	3	65-4	343	散水養生、7日間
実験 II	A ¹⁾	6	60-2	480~515	30°C 7日間の蒸気養生
		6	72-3		
	B	1.5	65-5	592~610	水中養生、7日間
	C	2	65-4	810	同上
D	3	60-5	465~480	散水養生、7日間	

注) 1) A 社の場合 上段 強度レベル 400, 500 の養生
下段 強度レベル 700 の養生
2) マチュリティは 0°C を基準とした養生温度と時間の積として求める。

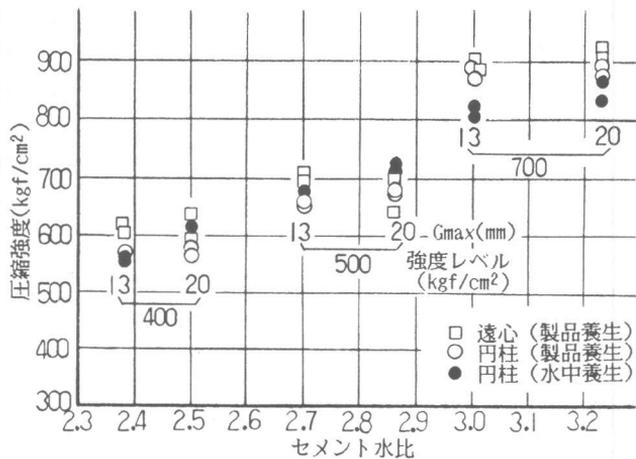


図 1 材令 28 日におけるセメント水比と圧縮強度の関係 (実験 I)

品養生円柱供試体強度の傾向が似ているのに対し、遠心供試体強度と水中養生供試体強度の傾向は異なっている。

③ したがって、遠心供試体の強度と製品同一養生円柱供試体の強度の相関関係を求めることが重要である。

実験Ⅰの結果から求められる遠心供試体強度と製品同一養生円柱供試体の関係については、3.3で実験Ⅱの結果とあわせて述べる。

3.2 実験Ⅱ 管体コア供試体、遠心供試体および円柱供試体の圧縮強度の関係

実験Ⅱにおける圧縮試験の結果を表4に示す。表4より、次のことが観察される

① 遠心供試体と製品同一養生円柱供試体との相関関係がありそうである。

② 管体コアの強度と遠心供試体の強度を比較すると、前者の方が高い会社もあれば、その反対の場合もある。

遠心供試体の強度と製品同一養生円柱供試体の強度の関係については、実験Ⅰの場合とあわせて3.3で述べる。図2に管体コア強度と、遠心供試体強度の関係を示す。図中の直線は、両者の強度を等しいとする場合の直線である。図2より、圧縮強度が450~600kgf/cm²の範囲ではばらつきが大きいものの、管体コア強度

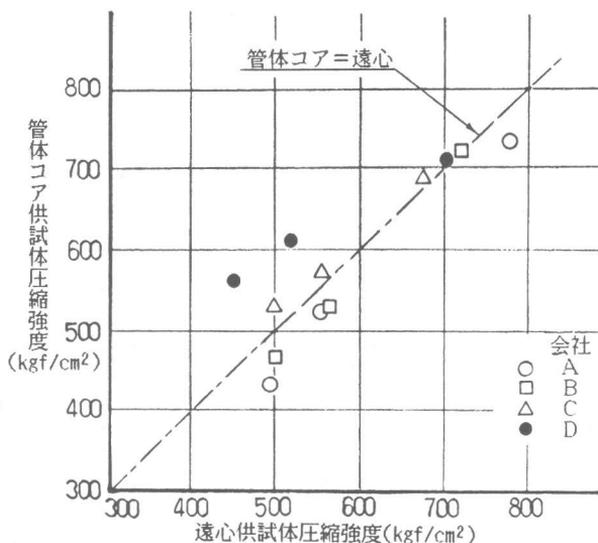


図2 管体コア供試体と遠心供試体の圧縮強度の比較(実験Ⅱ)

表4 各種供試体の圧縮強度(実験Ⅱ)

(単位 kgf/cm²)

会社 材令(日)	強度レベル (kgf/cm ²) 供試体(2)	400				500				700			
		遠心 (製品)	円柱 (製品)	円柱 (水中)	管体コア (製品)	遠心 (製品)	円柱 (製品)	円柱 (水中)	管体コア (製品)	遠心 (製品)	円柱 (製品)	円柱 (水中)	管体コア (製品)
A	14	499	396	375	430	548	481	423	523	780	753	751	736
	28	-	463	470	-	-	530	533	-	-	763	806	-
B	14	504	411	-	466	568	514	-	531	725	718	-	721
	28	-	-	497	-	-	-	601	-	-	-	805	-
C	14	501	423	490	531	559	509	550	575	688	640	685	691
	28	-	473	565	-	-	517	583	-	-	674	732	-
D	14	455	432	536	562	524	501	613	613	706	686	741	714
	28	-	473	-	-	-	543	-	-	-	698	-	-

(注) 1) 遠心・円柱供試体の試験値は供試体3ヶの平均 2) ()内は養生方法を示す
 製品…製品同一養生(蒸気+散水養生(7日)+気中養生)
 水中…水中養生(20℃)

と遠心供試体の強度とはほぼ一致するものといえよう。

3.3 管体コンクリートの圧縮強度の推定

実験Ⅰ、Ⅱより、遠心供試体強度と製品同一養生円柱供試体強度とは、絶対値は異なるものの傾向が一致しているように思われた。そこで、そのことを確認するために図3に遠心供試体強度と製品同一養生円柱供試体強度の関係を、実験Ⅰおよび実験Ⅱの結果を合わせてプロットした。これによると、実験Ⅰの結果と実験Ⅱの結果は材料、試験場が変化しているにもかかわらず、両者の結果はほぼ同一の直線上に分布していることがわかる。

最小自乗法により直線にあてはめるところ、製品同一養生円柱供試体の強度をX、遠心供試体の強度をYとして次式が得られた。

$$Y = 114 + 0.883X$$

図3には、古藪の行った試験²⁾の中から遠心供試体と製品同一養生を行った円柱供試体の関係についての結果および回帰直線も示してある。これより、本実験結果は古藪の実験結果と、非常によく一致している事がわかる。

4. まとめ

(1) ヒューム管本体の強度と製品と同一養生を行なった遠心供試体の強度は、ほぼ等しいものと考えられる。

(2) 遠心供試体と製品と同一養生を行なった円柱供試体の間には、直線関係がある。前者をY、後者をXとするときの両者の関係は次式で与えられる。

$$Y = 114 + 0.883X$$

(3) したがって、ヒューム管の管体コンクリート強度は、製品同一養生を行なった円柱供試体の強度から上記の回帰式を用いて推定することができる。

5. あとがき

本実験は、全国ヒューム管協会技術委員会高強度調査小委員会で実施されたものである。関係者、とくに実験を実施された方々に謝意を表する次第である。

引用文献

- 1) 土木学会：無筋および鉄筋コンクリート標準示方書 施工篇昭和61年版 24.2.2
- 2) 古藪徳二：遠心力締め固めコンクリートの圧縮強度試験方法について、セメント・コンクリート、No.262、pp12~21

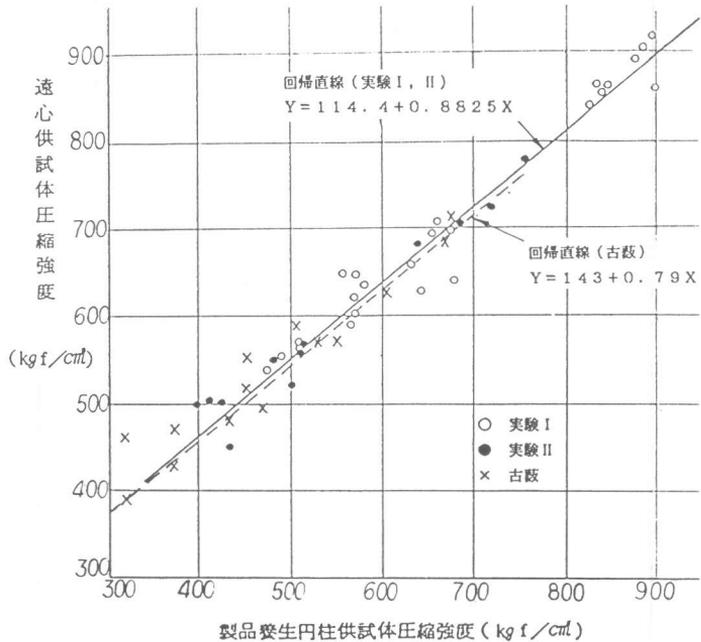


図3 遠心供試体と製品養生円柱供試体の圧縮強度の関係