

普通養生コンクリートの若齢時における 強度に関する研究

前川 静男* 今井 益隆** 渡辺 宏**

1. ま え が き

一般に土木のコンクリート構造物では、コンクリート打設後設計荷重を受けるまでにかかなりの期間があるのが普通であるが、時には応急工事のように早急に強度を必要とすることもある。近年橋梁の床版コンクリートの破損事例が多くなってきたが、この補修のためには交通上の要求から早期に高強度を出すようなコンクリートが必要とされる。

この報文は早期に強度を発現するコンクリート（以下早強コンクリートという）について、コンクリートの配合、強度と材令の関係を調べるとともに、床版補修工事のように打込後継続して車両の通行による振動を受ける場合に、振動がコンクリートの強度に与える影響を求め

るために行なった実験に関するものである。

2. 早強コンクリートの強度

早強コンクリートの適当な配合を求めるとともに、圧縮強度試験とくに早期材令の強度試験を行なった。

(1) 使用材料

セメント アサノ普通ポルトランドセメント
アサノ早強ポルトランドセメント
細骨材 苫小牧市錦岡海岸産 比重 2.73
粗骨材 静内川産 比重 2.73
最大寸法 25mm
分散剤 ポゾリス No. 8

(2) 実験に用いた供試体と試験方法

表-1 コンクリートの配合

練り上がり養生温度	コンクリートの種類 セメントの種類と塩化カルシウムの有無	粗骨材最大寸法	スラン	空気量	単位水量	単位セメント量	水セメント比	細骨材	単位細骨材量	単位粗骨材量	ポゾリス No.8	塩化カルシウム
		(mm)	(cm)	(%)	(kg)	(kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(g)
21°C	普通セメントC=350kg	25	5	3.5	143	350	40.9	38	771	1,261	875	—
	普通セメントC=350kg 塩化カルシウム	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	7,000
	早強セメントC=350kg	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—
	早強セメントC=350kg 塩化カルシウム	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	7,000
	早強セメントC=450kg	〃	〃	〃	157	450	34.9	36	685	1,223	1,125	—
	早強セメントC=450kg 塩化カルシウム	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	9,000
10°C	普通セメントC=350kg	〃	〃	〃	130	350	37.1	38	785	1,299	875	—
	普通セメントC=350kg 塩化カルシウム	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	7,000
	早強セメントC=350kg	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—
	早強セメントC=350kg 塩化カルシウム	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	7,000
	早強セメントC=450kg	〃	〃	〃	143	450	31.8	36	699	1,261	1,125	—
	早強セメントC=450kg 塩化カルシウム	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	9,000

供試体はφ10×20cm円柱体で、JIS A 1132に準じて作成した。コンクリートの練上がり温度は混合水の温度を調節してそれぞれ21±3°Cおよび10±3°Cになるようにした。

21°C養生のコンクリートの場合には供試体作成後24時間までは21±3°Cの湿気養生をし、その後脱型して21±3

°Cの水中養生を行なった。10°C養生のコンクリートでは24時間までは恒温器に入れて10±1°Cに保ち、その後脱型して10±1°Cの水中養生を行なった。

圧縮強度試験はJIS A 1108に準じて行ない、試験材令は8時間、16時間、1日、3日、7日、28日の6材令とした。

供試体の個数はいずれの場合も各材令について3個と

*コンクリート研究室副室長 **同室

した。

(3) 試験結果

圧縮強度試験の結果は、図一1, 2のとおりである。

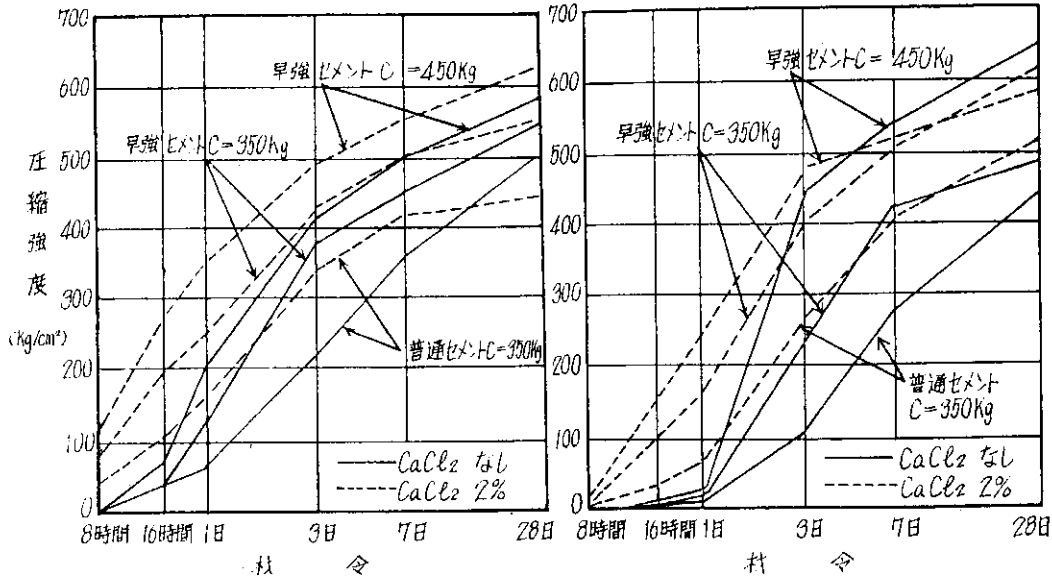
(イ) セメントの種類

塩化カルシウムを用いないコンクリートでは、材令16時間までは10°C, 21°C養生のいずれの場合もセメン

トの相違による強度差はさほど大きくなかったが、21°C養生では1日から、10°C養生では3日から早強セメントと普通セメントの差が大きくなった。

(ロ) 塩化カルシウムの効果

早強セメントと塩化カルシウムを用いたコンクリートの強度は21°C養生の場合8時間で70~106kg/cm²で



図一1 コンクリートの強度と材令の関係 21°C養生の場合

図一2 コンクリートの強度と材令の関係 10°C養生の場合

あったが、10°C養生の場合は8時間では10kg/cm²以下16時間で107~161 kg/cm²の強度であった。一方これらに対応する塩化カルシウムを用いないコンクリートの強度は、いずれも10kg/cm²以下であった。

普通セメントを用いたコンクリートでは、塩化カルシウムを加えたことによる強度増加の効果は、早強セメントを用いた場合よりも遅く表われ、材令3日目で塩化カルシウムを用いないコンクリートとの強度差が最大(21°C養生では116kg/cm², 10°C養生では151kg/cm²)となった。

塩化カルシウムを用いたコンクリートは、材令3日までは各材令とも塩化カルシウムを用いないものよりも強度が大きかったが、材令7日では1種類、材令28日では2種類のものが逆に小さくなった。しかし材令28日まででは材令とともに強度が減少するようなことはなかった。

3. 打込後継続して振動を受けるコンクリートの強度

部分的に破損したコンクリート床版を補修する方法としては、その部分のコンクリートを打直すのが最も一般的な方法である。通常は他の車線に車両を通してながら補修工事を行うことが多く、この場合打込まれたコンクリートは常時車両による振動を受ける。このように打込後継続して振動を受けるコンクリートの圧縮、引張および付着強度について実験を行ない検討をした。

(1) 試験の概要

豊平橋仮橋(Hビーム、支間20m)においてケタの交通車両による振動を利用して供試体に継続振動を与え、このコンクリートの圧縮、引張、鉄筋との付着強度などを調べた。

(2) 使用材料

使用した材料は前述の早強コンクリートの強度試験に

表一2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	単位水量 (kg)	単位セメント量 (kg)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位細骨材 (kg)	単位粗骨材 (kg)	ポズリス No.8 (g)	塩化カルシウム (g)
25	2	3.5	147	345	42.6	38	768	1,258	863	6,900

用いたものと同一である。

(3) 実験に用いた供試体と試験方法

コンクリートの配合は表-2に示す。

コンクリートは当所の実験室で練りませ、トラックで現地まで運搬し、そこで型わくに詰めてから橋ゲタ下フランジに渡した板の上に据えつけて振動を与えた。練りませ後型わくに詰めるまでに50分、その後振動開始までに30分を要した。継続振動時間は20時間30分であり、この間の気温は最高21.6°C、最低8.2°C、平均16.0°Cであった。供試体はその後実験室に運び、材令1日のものはただちに試験し、その他のものは所定の材令まで21°C水中養生を行なった。

供試体はいずれも3個1組とし、圧縮強度試験用はφ10×20cm円柱体で材令1,3,7,28,91日、引張強度試験用

はφ10×20cm円柱体で材令1,7日、付着強度試験用は23cm立方体で材令1,7日で試験をした。試験方法はそれぞれJIS A 1108, JIS A 1113, ASTM C234-57 T (鉄筋のポンドによるコンクリート比較試験方法)の水平鉄筋の項目を準用した(図-3参照)。

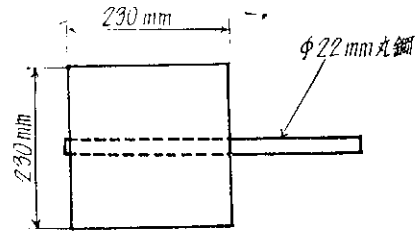


図-3 付着試験用供試体

なお、供試体据付箇所の振動を加速度計により測定した結果、振動数5.5、振幅0.2cm、加速度37cm/Sec²のもの

表-3 強度試験結果

強度別 材令	圧縮強度 (kg/cm ²)					引張強度 (kg/cm ²)		付着強度 (kg/cm ²)	
	1日	3日	7日	28日	91日	1日	7日	1日	7日
継続振動コンクリート	266	412	383	486	586	24.7	30.2	8.6	9.6
無振動コンクリート	232	373	426	531	489	21.8	31.5	16.3	23.4
継続振動コンクリートと無振動コンクリートの強度比 (%)	115	110	90	92	120	113	96	53	41

が多く認められた。試験の結果は表-3に示す。

これによると圧縮強度、引張強度では材令により変動はあるが、いずれも平均105%の強度比を示し、継続振動により強度が損なわれることはなかったといえる。しかし鉄筋との付着強度は振動により平均47%に減少した。

4. 結論

以上の実験によりコンクリートの若令時における強度発現の状況ならびに継続振動がコンクリートの強度に与える影響を求めることができた。

実験の結果から200 kg/cm²の圧縮強度を早く得る順にコンクリートの配合を並べると表-4のとおりになる。

早期に高強度を得るには早強セメントと塩化カルシウムを使用するのが効果がある。また低温時に施工するときには十分な保温が必要である。もちろん塩化カルシウムの使用による長期強度耐久性の減退に対しては考慮を

払わなければならない。

表-4

要 順 番	セ メ ン ト	メ ル ソ ル ム	塩 化 カ ル シ ウ ム	セ メ ン ト 量	養 生 温 度	200 kg/cm ² の強度に達するおおよその時間
1	早強	有	有	450kg	21°C	12時間
2	〃	〃	〃	350	〃	17
3	〃	〃	〃	450	10	20
4	〃	〃	無	〃	21	24
5	〃	〃	有	350	10	28

打込後継続して振動を受けるコンクリートは、圧縮強度、引張強度には悪影響を与えないが、鉄筋との付着が非常に害されるので、硬化中の振動はなるべく避ける必要がある。床版補修用コンクリートのように継続振動を受ける箇所には、補強鉄筋として異形鉄筋を使用し付着強度を高めるのがよいと考える。