

V-115 超かに練りコンクリートに対する混和材料の使用法

徳島大学工学部 正員 荒木 謙一
 徳島大学工学部 正員 河野 清
 徳島大学大学院 学生員 〇竹村 和夫

§1 よえがき

近年、コンクリートの品質を改善するために、AE剤、減水剤、ボツランなどの種々の混和材料が市販され、一般の工事用コンクリートに広く用いられており、製品工場におけるかに練りコンクリートにも必要に応じて用いられる傾向にある。コンクリート製品では、量産を目的として即時脱型工法を採用しているものもあるが、この場合、ハサバウ状態の超かに練りコンクリートを用いているので、混和材料を用いることによって締固め効果や充てん率とあげ、その品質を向上することができる、まわめて好都合である。しかし、超かに練りコンクリートに対する混和材料の使用法についてはまだ十分に研究されていない。したがって、ゼロスランパで単位セメント量300kgの主として碎石コンクリートを用い、蒸気養生、圧力養生、即時脱型などを行ない、圧縮強度、曲げ強度などを調べ、超かに練りコンクリートに対する混和材料の効果について検討を行なった。

§2 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.15, 28日圧縮強度41.4 N/mm^2)を使用1K。粗骨材は徳島県産で最大寸法20mmの吉野川砂利および大塚砕石を使用し、細骨材は吉野川砂を用いた。混和材料は表-1に示す7種のものを使用した。実験に用いたコンクリートの配合を表-2に示す。

§3 実験の概要

強制練りミキサを用いて練りませ、CF値、空気量などの試験後、蒸気養生および標準養生の影響を調べる場合は $10 \times 20 \text{ cm}$ の内柱型わく、即時脱型し蒸気養生を行なうものは、 $15 \times 15 \times 54 \text{ cm}$ のはり供試体の作成できる即時脱型用型わく(写真-1参照)。

表-1 実験に用いた混和材料

混和材料の種類	記号	空気量(%)	使用量(単位重量比)	主成分
AE剤	V	有	0.04%	松材から抽出した樹脂酸塩
減水剤	M	有	0.13%	アルキルベンゼンスルホン酸およびナトリウム脂肪酸ジエタール
減水剤	P	無	0.30%	ポリオール複合体
減水剤	L	無	0.27%	有機高分子化合物および界面活性剤
促進剤	C	無	1%	塩化カルシウム
膨張材	G	無	5%代替	硬セッコウ炭酸カルシウム、比重2.80
フラッシュ	F	無	20%代替	フラッシュ、比重2.16

表-2 実験に用いたコンクリートの配合

Mix. No	Ms (mm)	SL (cm)	Air (%)	W/C (%)	A/a (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	Admixture
R-P	20	0	—	40.0	52	120	300	306	715	233 333 381
R-L	20	0	—	35.0	47	105	300	270	651	261 365 418 800cc
R-M	20	0	4.5	33.3	47	100	300	282	659	264 375 423 400cc
C-P	20	0	—	45.0	55	135	300	322	752	218 305 349
C-L	20	0	—	41.7	50	125	300	293	683	242 339 388 800cc
C-M	20	0	4.5	37.7	50	113	300	293	684	243 340 389 400cc
C-P	20	0	—	37.7	50	125	300	289	674	239 335 382 900cc
C-V	20	0	4.5	40.0	50	120	300	291	678	241 337 385 120cc
C-F	20	0	—	41.7	53	125	240	311	725	228 319 365 60cc
C-C	20	0	—	44.3	55	133	300	323	753	219 306 350 3cc
C-G	20	0	—	43.7	54	131	285	318	742	224 314 358 15cc

注) P: プレンコンクリート R: 川砂利 C: 碎石

写真-1. 即時脱型用型わく

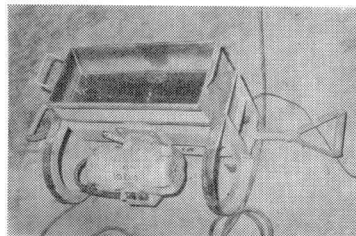
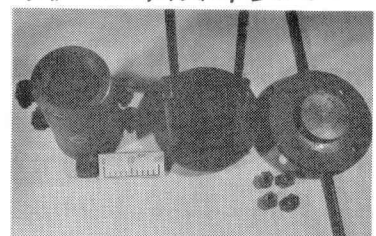


写真-2. 加圧成形用型わく



加圧成形を行ない圧力を保持したまま加熱高温養生、すなわち、圧力養生を行なうものは写真-2に示す $\phi 10 \times 20$ mmの加圧成形用型わくにそれぞれコンクリートを一層につめた。円柱供試体はワッシャー振動台にとりつけ、締固め条件10800rpm、60秒間で振動締固めを行なった後、蒸気養生を行なうものは表-3に示す養生条件を用いて養生後20

℃の養生室に納めた。即時脱型を行なうものは、即時脱型型わくで同じ条件で締固めた後すぐに脱型し蒸気養生を行なった後、

20℃の養生室に納めた。また、加圧成形を行なうものは、加圧量15 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、加圧時間3分で加圧成形を行ない、圧力を保持したまますぐに圧力養生(表-3参照)を行なった。比較のために標準養生を行なうものは、成形後すぐに20℃の養生室に納めた。これらの供試体は翌日20℃の水中に入れ材令28日目で養生し、圧縮強度、曲げ強度などを測定した。なお、蒸気養生および圧力養生を行なった供試体については材令1日の圧縮強度も試験した。

表-3. 蒸気養生および圧力養生条件

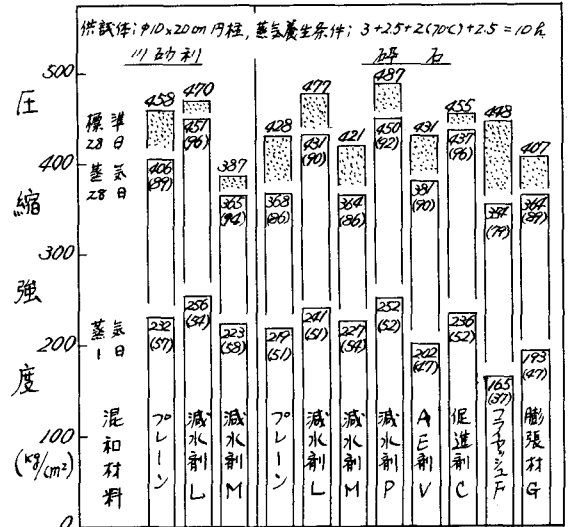
養生条件	前養生 20℃(h)	温度上昇 (℃)	最高温度 (℃)	等温養生 (h)	徐冷 (h)	全養生期 間(h)	マヒカー (℃・h)
蒸気養生	3	2.5	70	2	2.5	10	290
圧力養生	0	0	95	3	0	3	290

§4 実験結果とその考察

(1) 各種混和材料を用い蒸気養生した超かに練りコンクリートの圧縮強度

各種混和材料を用いた超かに練りコンクリートおよび混和材料を用いないプレーンコンクリートも蒸気養生した場合の圧縮強度と標準養生材令28日の結果と比較して示すに図-1にみられるように、蒸気養生を行なうと、プレーンコンクリートでは、11砂利で材令1日で232 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、(相対強度57%)、28日で406 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (89%)、碎石では、1日で219 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (51%)、28日で368 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (86%)の強度がえられてゐる。一方、減水剤Lを用いた場合、材令1日28日とも各種コンクリート中でも高強度を示し、

図-1. 蒸気養生した超かに練りコンクリートの圧縮強度にあよぼす各種混和材料の効果



注() 内の数字は標準養生28日強度に対する相対強度(%)

材令1日の蒸気養生効果もプレーンコンクリートと大差なく、材令28日では相対強度が、11砂利で96%、碎石で90%とよくなっており、超かに練りコンクリートには効果的な混和剤と考えられる。減水剤Lを用いたコンクリートは、碎石ではプレーンコンクリートと大差ないが、11砂利では28日圧縮強度はかなり強く強度的にはやや不利と考えられるが、これは減水剤Lの空気運行情能が大きく特に11砂利コンクリートでは空気を運行しやすいからプレーンコンクリートより強度が低くなったものと思われる。減水剤Pを用いた場合、両材令とも最高強度を示しており、強度改善には有効であり蒸気養生効果も材令1日252 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (52%)、28日で450 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (92%)と高く製品用として有利な混和剤といえる。AE剤Vを用いた場合、初期強度は低い。長期への伸びが大きく耐久性を要する製品用として十分使用しうると考えられる。促進剤Cを用いたコンクリートは材令1日で相対強度52%、28日で96%と蒸気養生効果は大きく、圧縮強度の値もプレーンコンクリートより高く、無筋のコンクリート製品には

効果的であるといえる。フライアッシュを用いた場合は、両材令とも相対強度はかなり低い、これは本実験の蒸気養生条件が比較的短時間のためと考えられ、フライアッシュを用いて蒸気養生する場合は、マチュリチーを長くする必要があると指摘されている。²⁾ 3) K. ACI本学会³⁾でもフライアッシュは高温で養生した場合多少強度が高くなると報告している。なお、標準養生1日28日強度は44.8%とプレーンコンクリートよりかなり高く、適切な蒸気養生条件を用いれば効果的と考えられる。最後に、膨張材Gを用いた場合は、フライアッシュと同様初期強度は低い、乾燥収縮低減によるひびわれ防止などの面からスラフなどの製品には使用効果があると考えられる。結局、超かひ練りコンクリートの圧縮強度には蒸気養生効果も含め、空気運行情性の高い減水剤(表-1参照)や促進剤などの使用がより効果的であり、フライアッシュを用いる場合は、適切な蒸気養生条件を逆状する必要があるといえよう。

図-2. 即時脱型1日コンクリートの強度に対する各種混和材料の影響

(2) 各種混和材料を用いた即時脱型1日超かひ練りコンクリートの強度

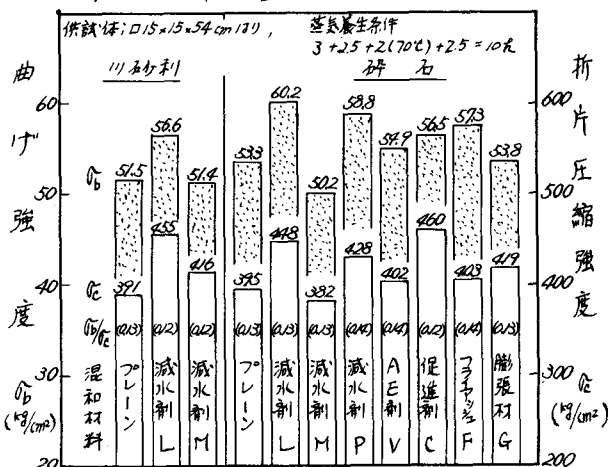
図-2は各種混和材料を用いた即時脱型1日コンクリートの1日供試体を蒸気養生し、材令28日で曲げ強度および折片の圧縮強度を求めた結果を示したものである。

i) 曲げ強度について: 図-2にみられるように、プレーンコンクリートに比べて減水剤LおよびP、促進剤C、フライアッシュなどを用いたコンクリートの曲げ強度は高くなっており、とくに空気を運行しない減水剤が効果的である。AE剤、膨張材を用いたものはプレーンコンクリートと大差ない。空気を運行するタイプの減水剤、いわゆるAE減水剤Mを用いたものは、プレーンコンクリートと同程度か、碎石コンクリートではやや低目となっている。これは空気運行情能力の大きいための影響ではないかと思われる。

ii) 圧縮強度について: 折片の圧縮強度に対する各種混和材料の影響は、円柱型わくで養生した前述の図-1の傾向とはほぼ同様であり、減水剤LおよびP、促進剤Cなどを用いたものが強度は高くなっている。曲げ強度の結果と比べると図-2のように、曲げ強度の高いものが圧縮強度も高くなる傾向が認められるが、促進剤を用いたコンクリートは圧縮強度の高いわりに曲げ強度は低く、逆にフライアッシュコンクリートは圧縮強度の低いわりに曲げ強度が大となっている。また、曲げ圧縮比を求めると0.12~0.14となっている。結局、即時脱型コンクリートの強度改善には、空気を運行しない減水剤や無筋コンクリートであれば促進剤の使用も有利である。なお、減水剤Lを用いたものが1日供試体の重量が一番重く、即時脱型1日コンクリートの1日表面も最も良好であった。

(3) 圧力養生1日超かひ練りコンクリートの強度にあつた混和材料の影響

図-3は各種混和材料を用いた超かひ練りコンクリートを圧力養生し、材令1日および28日の圧縮強度の試験結果を示したものであるが、この図にみられるように、減水剤LやPを用いたコンクリート



人および促進剤Cを用いたコンクリートの強度が高くなっている。また、圧力養生を行なったものはフライアッシュを除けば、全て標準養生のものより材令28日の圧縮強度は高く、圧力養生は超かた練りコンクリートの養生期間を短縮しその強度改善にひじょうに効果的であることも示している。とくに初期強度の発現に有利であり加圧なしで蒸気養生のものに比し材令1日で66~129% cm^2 (増加率40~64%, 平均で45%)の強度増加がえられている。材令28日では、増加率は減少し、17~34%, 平均25%となっている。加圧による強度の増加率は混和材料の種類によっていくぶんことになり、材令28日では膨張材Gを用いたものが最も加圧効果が大きかったが、平均的には、プレーンコンクリートと大差ない結果を示している。なお、フライアッシュは圧力養生効果が最も小さかったが、養生条件をさらに検討する必要がある。

§5 むすび

各種混和材料を用いたゼロスランパの超かた練りコンクリートを高振動数で締固め成形し、蒸気養生、圧力養生を行ない、また、即時脱型も行ない、主として圧縮強度を求め、混和材料の効果を検討し結果を要約すると、

- 1) 空気連行性のない減水剤、促進剤などの混和剤の使用は超かた練りコンクリートの強度改善に効果的であり、即時脱型を行なった場合でも有利な結果がえられている。
- 2) 各種混和材料を用いた超かた練りコンクリートを圧力養生すれば、単位セメント量300kgの配合で材令1日で平均45%, 28日で25%程度の強度増加がえられる。

結局、蒸気養生、圧力養生の効果は混和材料の種類によって多少ことなるが、その使用目的などを十分考慮し最も効果的かつ経済的な混和材料を選定する必要があるといえよう。

なお、本研究の一部は、昭和44年度文部省科学研究費によるものである。

参考文献

- 1) 日本材料学会 “コンクリート用化学混和剤” P163~169 (Aug. 1969)
- 2) 河野清, 江村建三, 木下幸一, “セメント技術年報” Vol. 18. P250~255 (1964)
- 3) A.C.I. Committee 517 “Jour. of A.C.I.” Vol. 60 P953~986 (Aug. 1963)

図-3. 圧力養生したコンクリートの圧縮強度に対する各種混和材料の影響

