

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 徳島大学大学院 学生員 堀井克章
 戸田建設(株) 福島博夫

1. まえがき

近年、工期の短縮、工費の低減などの要求から、建設工事の際に各種のコンクリート製品がさかんに使用されている。製品の中でも、土木・建築用ブロック、舗装コンクリート、無筋コンクリート管、PCまくら木などは、量産を計るために超かた練りコンクリートを用いた即時脱型工法が採用され、促進養生を行っている。これらの即時脱型製品に対して、省資源の立場からフライアッシュ、高炉スラグ微粉末等の産業副産物を混和材として有効利用するため、ゼロスラングでパサパサ状態の超かた練りコンクリートを用いて、小型の即時脱型用供試体を作製し、蒸気養生を行った場合の圧縮強度に及ぼす混和材混入率の影響について検討を行った。また、動弾性係数と圧縮強度との関係および蒸気養生の際のマチュリチーが圧縮強度に及ぼす影響についても調査を行った。

2. 実験の概要

1) 使用材料と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を用い、細骨材、粗骨材にはそれぞれ、川砂(比重2.66, 吸水率1.25%, F.M.2.97), 砕石(比重2.60, 吸水率1.43%, F.M.6.51, 最大寸法20mm)を用いた。また、混和材として、フライアッシュ(比重2.25, 粉末度3/50cm²/g, 電熱フライアッシュK.K.製)および高炉スラグ微粉末(比重2.90, 粉末度3/760cm²/g, 新日本製鉄化学工業K.K.製, 以後スラグと呼ぶ)を用いた。

表-1 配合表

配合の種類	スラッグ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					水	セメント	スラッグ	スラグ	細骨材	粗骨材
PL	0	2	38.0	48	114	300	-	-	984	1042
FA10%	0	2	37.7	48	113	270	30	-	981	1039
FA20%	0	2	37.3	48	112	240	60	-	977	1035
FA30%	0	2	36.7	48	110	210	90	-	975	1032
SG15%	0	2	37.7	48	113	255	-	45	984	1042
SG30%	0	2	37.3	48	112	210	-	90	983	1042
SG45%	0	2	36.7	48	110	165	-	135	985	1043

(比重2.90, 粉末度3/760cm²/g, 新日本製鉄化学工業K.K.製, 以後スラグと呼ぶ)を用いた。

コンクリートの配合は、単位セメント量を300kg, s/aを48%の一定とし、超かた練りコンクリートにおいて、コンシステンシーの測定に用いられる締固め係数試験により得られるCF値が0.71となるように単位水量を決定した。なお、フライアッシュ混入率はセメントに対して内割で、0, 10, 20および30%とし、スラグの場合は内割で、0, 15, 30および45%と混入率を変化させた(表-1参照)。

2) 供試体の作製および養生

練り混ぜには容量50Lの強制練りミキサーを用い、気乾状態の細骨材を用いてモルタルを60秒間練り、続いて表乾状態の粗骨材を投入して90秒間コンクリートの練り混ぜを行った。コンクリートは、締固め係数試験を行ったのち、15×15×34cmの供試体の作れる即時脱型用型枠に詰め、外部振動機(振動数10800r.p.m., 振幅0.3mm, 振動加速度20g)で60秒間締固め、成形後直ちに型枠を半転して脱型を行い供試体を作製した。

蒸気養生は実験室用の蒸気養生装置を用いて、前養生期間を3時間とし、温度上昇速度は15°C/hごその期間を3時間とし、最高温度は65°Cとした。等温養生期間を3時間としたのち、翌朝まで約15時間冷却した。蒸気養生後、供試体は所定材令まで20±2°Cの水中養生を行った。材令は1, 7, 14および28日とし、比較のため標準養生14および28日でも試験を行った。所定材令に達した供試体は水槽から取り出し、ヤング率測定器を用いて動弾性係数を測定したのち、コンクリートカッターで3個に切断し、各々、圧縮強度試験を行った。蒸気養生中のマチュリチーの影響は、前養生期間3時間、温度上昇速度15°C/hで3時間とったのち、等温養生を2, 4, 6, 8および10時間とし、蒸気養生室から供試体を取り出して30分後に動弾性係数と圧縮強度を求めた。なお、材令1日(マチュリチー1220°C・h)でも試験を行った。

3. 実験結果とその考察

1) 圧縮強度に及ぼす混和材の影響

蒸気養生および標準養生した場合の各種コンクリートの圧縮強度を示した図-1にみられるように、材令28日までの各材令の強度はフライアッシュおよびスラグの混入率の増加とともに低下する傾向を示している。スラグを15%混入したコンクリートの材令28日強度はプレーンコンクリートに比べて大きくなっており、スラグの特性である長期強度発現の一端がうかがわれるが、初期材令の強度を問題とする場合、混和材の最適混入率はフライアッシュの場合10%、スラグの場合15%程度と低くおさえるのが良いと思われる。また、蒸気養生と標準養生とも比較するといずれのコンクリートの場合も、材令14日ではほぼ同程度の強度を示すが、材令28日では標準養生の方がより高い強度を示している。蒸気養生は初期強度の発現に効果があるものの、材令が進むにつれて標準養生に比べ強度増進率が低下するため、これらを考慮して最適な蒸気養生条件を決定する必要があるものと思われる。

2) マチュリチーと圧縮強度との関係

蒸気養生の際のマチュリチーと圧縮強度との関係を示した図-2にみられるように、プレーンコンクリート、フライアッシュを10%混入したコンクリートおよびスラグを30%混入したコンクリートとも800~900℃・hまでは強度がほぼ直線的に増加するが、これを越えると増加率は低下することがわかる。なお、混和材を用いると同じ初期強度を得るのにマチュリチーが大となる傾向がある。

3) 動弾性係数と圧縮強度との関係

各種コンクリートの圧縮強度(σ_c)と動弾性係数(E_D)との関係を示した図-3にみられるように、両者の関係は混和材の種類や混入率の違いによる影響および養生条件の違いによる影響はあまり認められず、多少のばらつきはあるが同一の指数式で示すことが可能である。

4. まとめ

産業副産物であるフライアッシュおよびスラグの即時脱型製品への利用は可能であり、初期強度も得るために蒸気養生は効果的である。今後、省資源、省エネルギーの面からも産業副産物の有効な利用が必要であり、製品の強度、はた面等の品質改善のために混和剤との併用等についてさらに検討する必要がある。

なお、本研究は昭和56年度文部省科学研究費によって行ったものである。

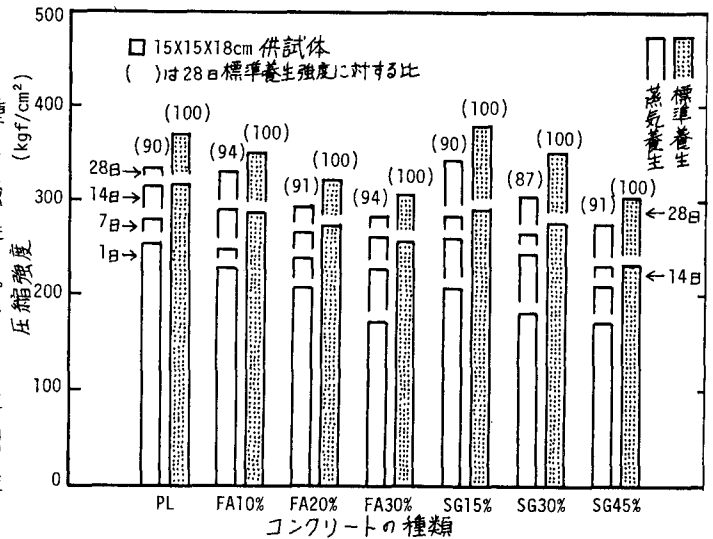


図-1

各種コンクリートの圧縮強度

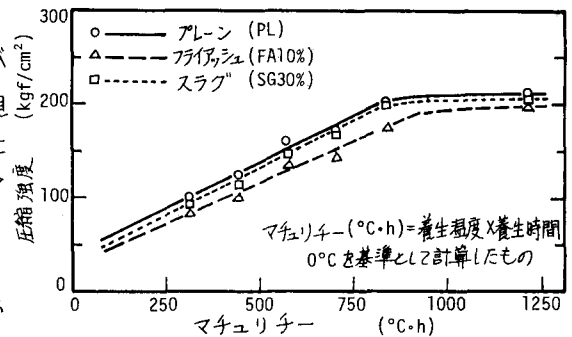


図-2

マチュリチーと圧縮強度との関係

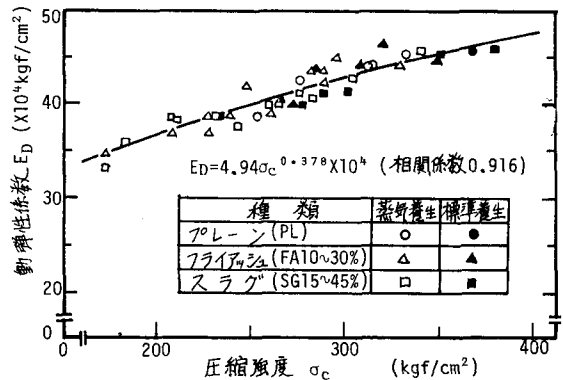


図-3

圧縮強度と動弾性係数との関係