

混和材を混入したコンクリートの若材令における諸物性

広島工業大学 正員 ○伊藤 秀敏

広島工業大学 正員 藤木 洋一

1. まえがき 温度応力によるひびわれ発生の可能性については、通常マスコンクリート構造物を対象にして解析が行われているが、比較的断面の小さいスラブのような鉄筋コンクリート構造物にも、外部拘束、外気温あるいはセメントの種類によっては、温度ひびわれが発生することもある。このような構造物に発生する温度ひびわれは、比較的若材令時に発生する場合が多い。したがって、この種の構造物の温度応力を解析するに際しては、若材令時において変化するコンクリートの物理的性状を把握しておく必要がある。

このようなことから本研究は、混和材として高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを単独あるいは併用して用いたコンクリートの若材令時における圧縮強度、割裂強度および静弾性係数を調べたものである。

2. 実験概要 セメントは普通ポルトランドセメント（比重：3.15、以下NPとする）、高炉スラグ微粉末はエスメント（比重：2.90、以下スラグとする）、フライアッシュは中国電力（株）新小野田産（比重：2.33、以下FAとする）を用いた。細骨材は除塩海砂（比重：2.55、FM：2.70）、粗骨材は碎石（比重：2.69、FM：7.80）を用いた。混和剤はボゾリスNo. 70を、空気連行剤は303Aを用いた。

コンクリートの配合は単位セメント量を320 kgとし、粗骨材最大寸法は20 mmとしたスランプおよび空気量はそれぞれ 8 ± 1 cm、 4 ± 1 %を目標とした。この場合のW/Cは57～61%であった。表1に混和材混入率を示す。

プロクター貫入抵抗試験はASTM C 403に準じて行った。物理的な性状に関する試験は圧縮強度試験（ $\phi 10 \times 20$ cm）、引張強度試験（ $\phi 15 \times 20$ cm）であり、圧縮強度試験と同時にコンプレッソメータで供試体の長さ変化を測定し、圧縮強度の1/3割線弾性係数を求めた。試験材令は、コンクリート練混ぜ後、8、12、18、24、48、72時間の6ケースであり、供試体は材令24時間までは型枠をつけたまま 20 ± 2 °C、湿度80%の恒温湿室で養生を行い、それ以降は、標準水中養生とした。

3. 実験結果および考察 プロクター貫入抵抗試験結果を図1に示す。この図より、NP単味の始発時間は約6時間であり、約8時間で終結している。混和材を用いたコンクリートは混入率の大きさに順じて、始発および終結時間共に遅延し、更に始発から終結までの凝結時間も遅くなることからわかる。高炉スラグおよびフライアッシュで、セメントの75%を置換えると、始発および終結時間は、それぞれ約10時間および約15時間であり著しく遅延した。これは、混和材を混入することにより、セメント量が少なくなったこと、あるいは混和材の特有の効果がこの時間内では発揮されてないためと考えられる。

図2は各材令における圧縮強度を示したものである。この図より、圧縮強度は全材令共にNPが最も大きく、次の

表1 混和材混入率

No.	混入率 (%)		
	セメント	高炉スラグ	フライアッシュ
1	100	0	0
2	70	30	0
3	55	45	0
4	40	60	0
5	15	85	0
6	85	0	15
7	55	30	15
8	40	45	15
9	25	60	15

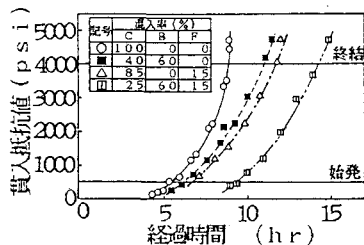


図1 プロクター貫入抵抗試験結果

で、混和材混入率の大ききの順に小さくなっている。NP単味の8時間における圧縮強度はほとんど認められないが、12時間では11 kgf/cm²であり、わずかながら強度の発現が認められた。セメントの75%を混和材で置換えると、18時間で、強度の発現が認められるが、NP単味の場合と同様に初期強度の発現は、終結時間よりも遅延している。図3は、材令と引張強度との関係を示したものである。この図より、圧縮強度の場合と同様に混和材混入率の大きさに応じて小さくなっている。圧縮および引張強度の発現は、コンクリートの凝結に基づき、材令増に伴う強度の増大は、コンクリートの硬化速度が主因になるものと思われる。すなわち混和材を用いたコンクリートは、混和材の種類あるいは混入率の大きさにによって、それぞれ異なった硬化速度を示すものと考えられるが、若材令時においては、混和材特有の効果が十分発揮されてないものと思われる。このようなことから、混和材を一種のフィラーと仮定し、混和材を除いた純セメント量と圧縮強度の関係を示すと図4のごとくであった。圧縮強度は、純セメント量の大きさに伴って、ほぼ直線的な増加を示している。すなわち、材令8～72時間の領域における圧縮強度の発現はセメント量に大きく依存しているためと思われる。次に、圧縮とぜい度係数の関係を図5に示す。ぜい度係数は、5～10であり、通常の硬化コンクリートより小さい値を示している。

図6は各材令における静弾性係数を示したものである。この図より、混和材の有無にかかわらず、静弾性係数は材令増に伴って大きくなる傾向を示している。各材令における静弾性係数は、圧縮および引張強度の場合と同様に混和材混入率を大きくすると小さくなる傾向を示した。次に、圧縮強度と静弾性係数の関係を示すと図7のごとくであった。この図より若材令時の静弾性係数は、通常の硬化コンクリートに比べて若干大きな値となった。これは、モルタルマトリックスの変形能は大であるが、骨材間のインターロック作用等によりコンクリートの長さ変化が軽減されたためと思われる。

4. むすび 混和材を用いたコンクリートの若材令時における諸物性について次のような結果が得られた。(1) 混和材の有無にかかわらず、初期圧縮強度の発現は終結時間よりも遅れる。(2) 圧縮、引張強度共に混和材混入率の大きさに応じて小さくなる。(3) 若材令時における強度発現および硬化速度はセメント量に大きく依存する。(4) ぜい度係数は、通常の硬化コンクリートに比べて小さくなり、静弾性係数は大きくなった。

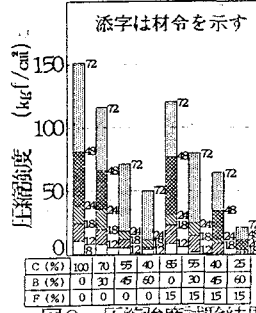


図2 圧縮強度試験結果

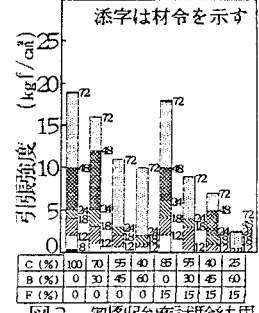


図3 引張強度試験結果

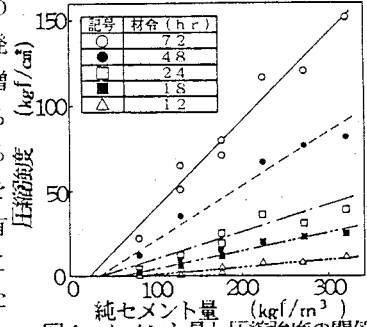


図4 セメント量と圧縮強度の関係

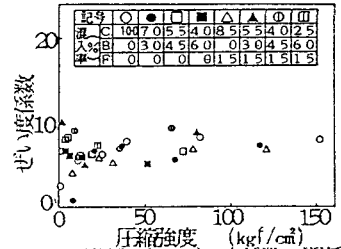


図5 圧縮強度とぜい度係数の関係

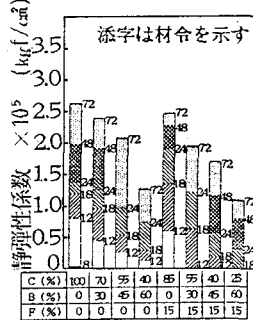


図6 静弾性係数

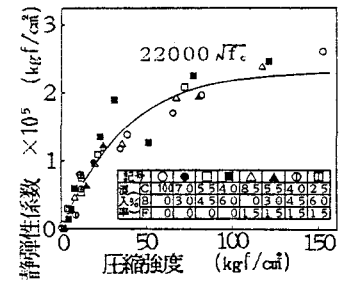


図7 圧縮強度と静弾性係数の関係