

高炉セメントと高性能AE減水剤を用いたコンクリートの配合と圧縮強度特性

秋田大学 学生員○川上 学
学生員 吉田 宏巳
正 員 加賀谷 誠

1. まえがき 近年、省資源化の機運の高まりとともに高炉セメントの需要もしだいに伸びつつある。このセメントは、潜在水硬性を有することから、これを用いたコンクリートの長期強度の増進が大きい反面、初期強度発現が遅く、型わく存置期間が長くなり入念な養生を必要とするなどいくつかの問題点が指摘されている。本研究では普通セメントおよびAE剤を用いたコンクリートと同等のスランプ、空気量を有し、同等以上の初期強度を有する高炉セメントB種および高性能AE減水剤を用いたコンクリートの配合および圧縮強度について検討を行った。

2. 実験概要 普通セメントN(比重3.16, 比表面積3280cm²/g), 高炉セメントB種B(比重3.05, 比表面積3700cm²/g), 川砂(比重2.54, 吸水率3.43%, FM=2.68), 川砂利(比重2.55, 吸水率4.28%, FM=7.05, 最大寸法25mm)を使用した。混和剤として天然樹脂酸塩を主成分とするAE剤AE, 変性リグニンおよびアルキルアシルスルホン酸を主成分とする高性能AE減水剤AHWおよび変性アルキルカルボン酸を主成分とする補助AE剤を使用した。表-1にコンクリートの配合を示す。配合は、目標スランプおよび空気量を8±1cmおよび5±0.5%とし、W/Cを60.0および53.4%とした。表中の配合種別N-AE-60は普通セメントおよびAE剤を使用し、W/C=60%の配合を示す。JIS A 1132に準拠して供試体を製造し、試験材令まで標準水中養生を行い材令3,7および28日において圧縮強度試験を行った。なお、コンクリートの練上り温度は20℃を目標としたが、一部の試験では水および骨材の温度調整を行い練上り温度30℃のものも製造した。

表-1 コンクリートの配合

配合種別	MS (mm)	SL (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
						W	C	S	G	AE	AHW	補AE
N-AE-60	25	8.0±1.0	5.0±0.5	60.0	37.8	155	258	685	1132	0.155	—	—
B-AE-60						155	258	682	1127	0.155	—	—
B-AHW-60						138	230	707	1168	—	4.60	0.0368
B-AHW-53						138	258	698	1154	—	5.16	0.0413

3. 結果と考察 図-1にスランプおよび空気量が一定の各種コンクリートの単位水量および単位セメント量を示す。N-AE-60を基準の配合とすると単位水量および単位セメント量は、B-AE-60では基準の場合と同じであり、W/Cが基準と同じB-AHW-60ではこれらを11%低減できた。単位水量のみ減じたB-AHW-53ではこれを11%低減し、W/Cが53%となったことから圧縮強度に対して有利になると考えられる。また、BとAHWを用いた場合であっても単位水量が一定であれば単位セメント量が変わってもスランプが一定であることから単位水量一定の法則が成り立つと考えられる。

図-2にBとAHWを用いたコンクリートに添加した補助AE剤添加率と空気量およびスランプの関係を示す。AHW添加率を単位セメント量に対して一定量(C×2%)としたとき、所要の空気量を得ることができなかったため補助AE剤を添加した。図より、補助AE剤添加率の増加に伴って空気量およびスランプは直線的に増加する傾向が認められ、補助AE剤添加率が単位セメント量に対して0.004%増加すると空気量はおおよそ1%増加し、この時スランプはおおよそ2cm増加することがわかる。一般に普通コンクリートの場合、空気量が1%増加するとスランプは2.5cm増加するから本研究結果はこれとほぼ等しいものとなった。なお、図中に示したコンクリートの単位水量および単位セメント量は図-1に示したものと等しい。

図-3に各種コンクリートの圧縮強度を材令ごとに示す。材令3,7および28日において、N-AE-60の圧縮強度はそれぞれ87,153および251kgf/cm²であり、これを基準とすればB-AE-60で基準値より小さいが、B-AHW-60およびB-AHW-53では材令により基準値より大きくなる傾向が認められる。これらの結果をさらに比較検討

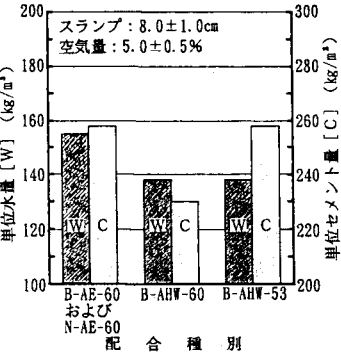


図-1 各種コンクリートの単位水量および単位セメント量

するため、図-4に各種コンクリートの圧縮強度比を材令ごとに示す。各材令における圧縮強度比はN-AE-60を基準としたとき、スランプおよび空気量が等しくBを用いた各種コンクリートの圧縮強度の比率を示す。図より、各材令においてBおよびAHWを用いたコンクリートの圧縮強度比がBおよびAEを用いたものより大きくなる傾向が認められる。たとえば、材令28日においてB-AE-60の圧縮強度比は0.98であるのに対し、B-AHW-60では、1.12であってAHWにより単位水量および単位セメント量を低減してもN-AE-60を越える強度が得られることがわかる。これは、AHWの高分散効果によりセメントおよびスラグ微粉末の水和反応の活性化が図られたことによると思われる。また、B-AHW-53では、材令3日において圧縮強度比が1.06となるのであって、AHWを用いて単位水量のみ低減することによってN-AE-60より大きい強度が得られることから、Bを用いた場合の初期強度の改善に効果的であると考えられる。

図-5に練上り温度を上げたときのB-AHW-60の圧縮強度比を各材令ごとに示す。圧縮強度比は、練上り温度20℃のN-AE-60の圧縮強度に対する比率である。前図に示したようにBを用いたコンクリートでは、AHWの使用によって強度改善効果はあるが、W/Cを一定としたとき材令3および7日の初期材令における圧縮強度比は、B-AE-60より大きいが1.0以下であって、Nを用いたコンクリートの強度より低下していることから、これを改善するために練上り温度を20℃から30℃に上げた。その結果、材令3および7日における圧縮強度比は、20℃の場合より増加して1.02および1.04となり、初期強度を改善することができた。一方、材令28日における圧縮強度比は20℃の場合より若干低下しており、強度の増進がやや低下するようである。なお、練上り温度を上げた場合、空気量を所要値とするため補助AE剤の添加率を増加しなければならなかった。

4. まとめ スランプ 8 ± 1 cm、空気量 5 ± 0.5 %のコンクリートにおいて、普通セメントとAE剤を用いたW/C=60%のコンクリートとW/Cが等しく高炉セメントB種と高性能AE減水剤を用いた場合、単位水量および単位セメント量を11%低減できるし、単位水量のみ低減した場合これを11%低減してW/Cを53%とすることができる。W/Cを低減することによって、材令3および

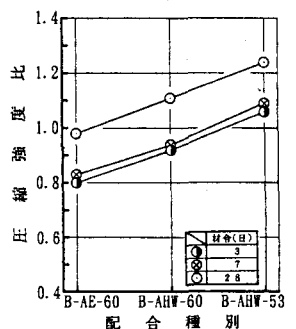


図-4 各種コンクリートの圧縮強度比

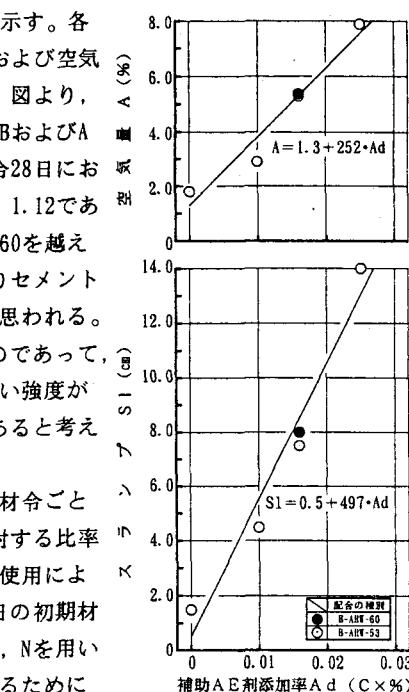


図-2 補助AE剤添加率と空気量およびスランプの関係

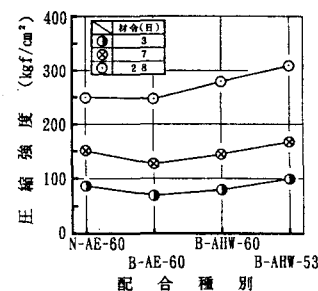


図-3 各種コンクリートの圧縮強度

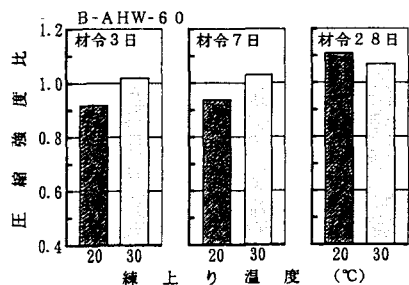


図-5 練上り温度が異なる場合の圧縮強度比