

セメントの水和結晶の面より見たる コンクリートの圧縮強度について。

電力中央研究所 正会員○関慎吾 笠原清 栗山武雄 河角誠

1) まえがき コンクリートの圧縮強度は、コンクリート中の水和結晶したセメント量に支配されるであろうとの推論に基づき、中庸熟ポルトランドセメントの水和進行率 (R_H) を実験により求め、これとコンクリートの圧縮強度との関係を検討した。

2) セメントペーストの水和結合水量の測定 表-1に示す鉱物組成を持つ中庸熟ポルトランドセメントによつて、水セメント比(W/C) 2.5, 3.5, 4.0, 5.5%の4×4×16cmのセメントペーストを、材令、7, 28, 91, 365日まで水中養生したものについて、セメントの水和結合水量を求めた。試験方法は、供試体を鉄製乳鉢で粉碎したのち、0.15mmの網フルイにてふるい分けを行ない、通過した試料約5gを水銀柱5mmの減圧デシケーター(乾燥シリカゲル同封)中で3日間真空乾燥を行なつて付着水を除き、白金ルツボに入れ、900~950°Cの電気炉で約3時間強熱して、その水和結合量を求めた。結果を図-1に示す。

表-1 セメントの鉱物組成

C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	$CaSO_4$	Total
46.9	30.9	3.4	13.0	2.0	96.2

電気炉で約3時間強熱して、その水和結合量を求めた。結果を図-1に示す。

3) セメントの水和進行率 (R_H) 次式(1)で定義

される量は、それぞれの材令におけるセメント

の水和進行の割合を示している。

$$\text{水和進行率}(R_H) = \frac{\text{或る材令におけるセメントの結合水量}}{\text{セメントの完全水和結合水量}} \quad (1)$$

材令およびW/Cの相異による R_H の変化を、*

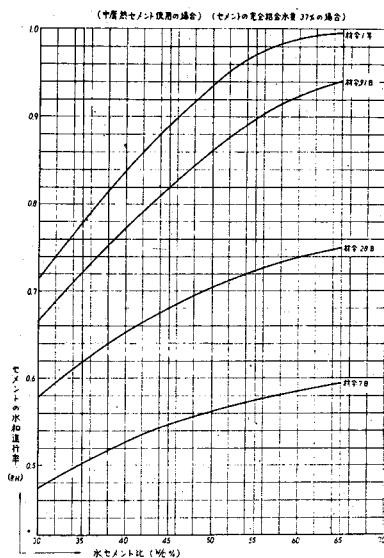
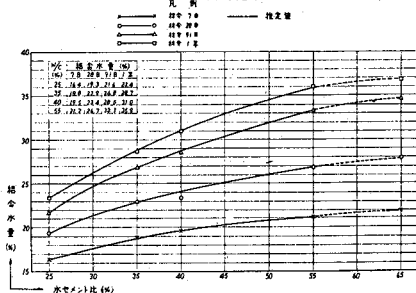
図-2 各材令におけるセメントの水和進行率(R_H)と水セメント比(W/C)との関係

図-1 中庸熟セメントを用い水セメント比と異にしたセメントペーストの各材令における結合水量 (20°C水中養生)



* 図-2に示す。ただしセメントの完全水和結合水量の値は、表-1に示すセメントについては浅岡氏の計算式によれば33.3%であるが、今回の実験および他の研究者による種々の値を参考にして、セメント重量の37%とした。

4) コンクリートの有効セメント水比と圧縮強度

コンクリートの圧縮強度をセメント水比で表わした式から推定する場合、材令別に応じた式を用いなければならない、また数多くの強度試験が必要である。

そこで、このセメント水比説をセメントの水和の面から再検討し、次式(2)によつて定義される有効セメント水比 (C_H/W) とコンクリートの強度との関係は、実験の範囲内では、材令

にかかわらず同一の直線によつて表わされた。この有効セメント水比はC/W中の強度に寄与する有効部分になっている。

有効セメント水比 (C_H/W) =

コンクリート 1 m³中のセメント量 (K_p) × セメントの水和進行率 (R_H)

コンクリート 1 m³中の水量 (K_w)

コンクリート 1 m³中の水和したセメント量 (K_p)

コンクリート 1 m³中の水量 (K_w)

.....(2)

図-3 には、我が国の代表的なダムにおけるコンクリートの圧縮強度 (σ_c) と有効セメント水比との関係を示す。これにあてはまる直線式を最小自乗法によつて求めたところ

σ_c =

-281.2 + 413.97 (C_H/W) (K_p/cm³)

.....(3)

となつた。同図には、測定値の95%信頼巾も共に示してある。

この実験のコンクリートに使用したセメントはいずれも中庸熟ポルトランドセメントであり、その化学成分および鉱物組成は表-2に示す通りであり、コンクリートの単位セメント量は140~250 K_p/m³、水セメント比 (W/C) は42~65%, また空気量は3~7%, スランプ4~70cmの範囲であつた。したがつて、このようなコンクリートについては、配合時のW/Cが与えられれば図-2より各材令のR_Hが求められ C_H/W = (C/W) R_Hなる関係式によつて、有効セメント水比が求まり、(3)式から各材令におけるコンクリートの圧縮強度の推定が、かなりの精度で可能となる。

5) むすび セメントの水和結晶の面からコンクリートの圧縮強度を検討することはきわめて重要であると考えられる。

図-3 セメントの水和進行率による有効セメント水比でコンフリード
圧縮強度との関係 (ワ層状ポルトランドセメント使用の場合)
(セメントの完全結合水量37%の場合)

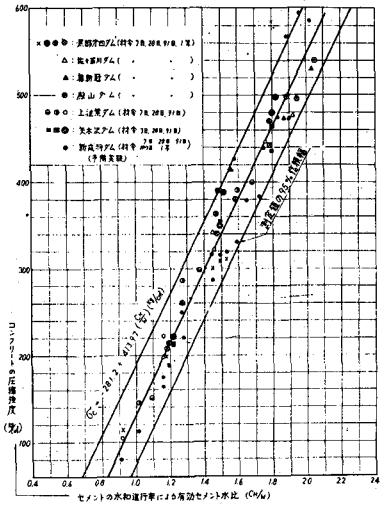


表-2 各ダムに用いた中庸熟ポルトランドセメントの
化学成分および鉱物組成

ダム名	Loss (%)	InSol (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Total (%)	C ₃ S (%)	C ₂ S (%)	C ₄ A (%)	C ₃ A (%)	CaSO ₄ (%)
佐々並川	0.59	0.31	23.8	4.1	4.1	63.9	1.5	1.24	99.5	42.2	3.9	37.0	12	—
黒部第四	0.7	0.3	23.3	4.3	4.2	64.4	1.4	1.3	99.9	45.0	5.0	33.0	11	—
奥新屋	0.5	0.4	23.3	4.4	3.9	64.1	1.0	1.8	99.2	45.3	4.2	—	—	—
殿山	0.75	0.5	23.5	4.4	3.7	64.2	1.4	1.1	99.6	44.8	5.4	32.0	12	—
新成羽	0.85	0.57	23.5	4.4	3.9	63.9	1.4	1.3	99.7	43.0	5.0	35.0	13	—
上権兼	0.74	0.3	23.7	4.8	3.9	63.4	1.3	1.3	99.4	36.4	6.0	40.6	—	—
矢木沢	0.6	0.6	23.1	4.2	3.9	64.2	1.1	1.9	99.6	47.0	5.0	31.0	12	3