

重量コンクリートの配合設計

岡山大学 正員 ○阪田 寛次
笠岡市 正員 飯田 邦彦

1. はじめに

鉄鉱石などの重量骨材を用いたコンクリート（以下重量コンクリートと略称）は、放射線などのしゃへい用材料としてすぐれた性質を有するとともに、その単位容積重量が大きいことにより、浮力をうける水中および海中構造物の材料としての適性はきわめて高い。

最近の原子力発電所の建設および本四連絡橋に例をみるような海洋構造物の建設等にもとない、重量コンクリートの需要は、今後ますます増大することが予想される。しかしながら、重量コンクリートに関する研究は、現在のところ必ずしも十分に行なわれているとは言えない。

本研究は、黄鉄鉱と骨材としたコンクリートのワーカビリティおよび強度、変形特性について論じるとともにその配合設計上の問題点について検討したものである。また、配合設計の修正方法についても、若干言及する。

2. 実験概要

本実験に使用したセメントは、住友製普通ポルトランドセメントで、その比重は3.15である。重量骨材は、同和鉱業株式会社相模原鉱業所産黄鉄鉱で、その物理的性質を表-1に示す。本重量骨材の粒度分布は、土木学会標準粒度範囲内にあり、その粒形は比較的角ばっており、また骨材の表面には若干の微粉が付着している。

本実験においては、表-2に示すように、単位セメント量、細骨材率および単位水量を変量に選り、表-2のすべての組

合せと考えたコンクリートにつき検討した。配合の計算は絶対容積法で行ない、空気量は1%と仮定した。

コンクリートの練混ぜは可傾式ミキサで行ない、3分間練混ぜた後排出し、スランパおよび空気量試験を行なった。また、投下28日目に、圧縮強度、引張強度、曲げ強度および静弾性係数を測定した。

3. 実験結果と考察

単位水量とスランパとの関係は、単位セメント量および細骨材率によって若干異なるが、その傾向はほぼ同様で、図-1に同一単位水量におけるスランパの平均値を示す。また、図-1には、普通コンクリートの配合設計における、ACIの近似値と併記した。図-1によれば、重量コンクリートの単位水量とスランパとの関係は、普通コンクリートの場合とは異なり、一般に同一スランパを得るのに要する単位水量は少なくなる。また、スランパが小さい範囲では、スランパ1cmの増減に対する単位水量の増減も小さく、スランパ1cmの増減に対し単位水量を1.1%増減すればよい。すなわち、スランパが6~10cm程度の範囲では、単位水量1kg/m³

表-1 重量骨材の物理的性質

項目 骨材の種類	粗粒率(FM)	比重	吸水量 (%)	単位容積重量 (kg/m ³)	実積率 (%)
粗骨材	7.01	4.55	0.41	2890	63.5
細骨材	3.16	4.75	0.51	2980	62.5

表-2 実験計画表

要 因	水 準
単位セメント量C(kg/m ³)	280, 320
細骨材率S/a (%)	40, 42, 44, 46, 48
単位水量W(kg/m ³)	160, 170, 180, 190, 200

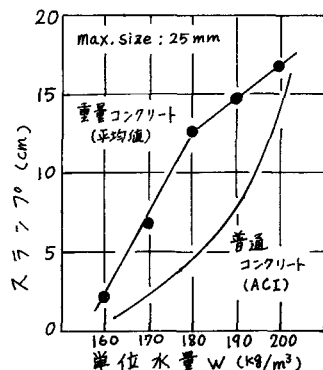


図-1 単位水量とスランパとの関係

増加させることにより、スランパは約0.5 cm増大させることになる。

重量コンクリートのセメント水比と圧縮強度との関係は、細骨材率にかかわらず、ほぼ直線的な関係が成立する。また、一部の例外を除けば細骨材の相違による差はきわめて小さい。

図-2は、スランパが6~13 cmの範囲にあるコンクリートのセメント水比と圧縮強度との関係の平均値を示したものである。また、図-2は、土木学会の式および普通コンクリートの一例を示した。

図-2によれば、重量コンクリートのセメント水比と圧縮強度との関係は次式で表わされ、同一セメント水比であれば重量コンクリートの方が若干強度が高くなる。

$$\sigma_{28} = -91 + 209 \text{ C/w} \quad (\text{kg/cm}^2) \text{----- (1)}$$

重量コンクリートの圧縮強度と引張強度との比および圧縮強度と曲げ強度との比は、それぞれ、約10.2および5.9程度であり、普通コンクリートのそれらとほぼ同程度となった。

図-3は、重量コンクリートの圧縮強度と弾性係数との関係を示したものである。図-3によれば、それらの関係は次式で表わされ、ほぼ直線と近似できる。

$$E = 3.3 \times 10^5 + 605 \sigma_c \quad (\text{kg/cm}^2) \text{----- (2)}$$

土木学会のコンクリート標準示方書によれば、普通コンクリートの弾性係数は、圧縮強度240および300 kg/cm²に対し、それぞれ 2.7×10^5 および 3.0×10^5 kg/cm² を与えているが、重量コンクリートの場合は、それぞれ、 4.75×10^5 および 5.12×10^5 kg/cm² となり、普通コンクリートの約1.8倍になる。したがって、重量コンクリートを鉄筋コンクリートとして用いる場合には、その弾性係数比のとり方に注意しなければならない。

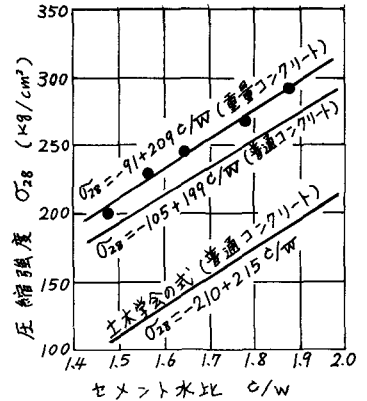


図-2 セメント水比～圧縮強度

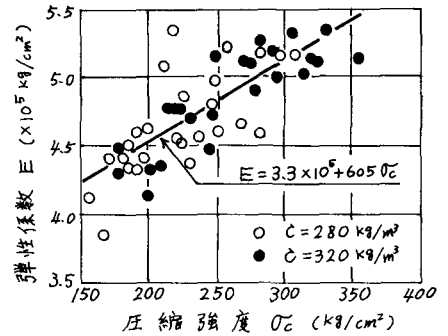


図-3 圧縮強度と弾性係数との関係

4. あとがき

黄鉄鉱を骨材とした重量コンクリートの配合設計上の問題点について、若干の実験をもとに検討し、主要な結果については上述の通りである。それらをもとにして、重量コンクリートの配合設計の方法につき普通コンクリートと比較し、注意すべき点を列挙し結論とする。

(i) 目標スランパより単位水量を決定する場合には、普通コンクリートより若干少なめにすることが必要であり、表-3に示した程度の値をとればよいと思われる。

(ii) 水セメント比は、配合強度より式(1)によって決定すればよい。

(iii) 細骨材率は、粗骨材最大寸法が25 mmのとき、40~45%程度とし、最大寸法が大きい場合には若干小さくすればよい。

(iv) 空気量は1%程度と仮定してよい。

(v) 配合の修正においては、スランパ1 cmの増減に対し、単位水量を1.1%増減し、細骨材率1%の増減に対し、単位水量を0.8 kg/m³増減すればよい。

表-3 単位水量近似値 (kg/m³)

スランパ (cm)	骨材最大寸法 (mm)						
	10	15	20	25	40	50	80
2.5~5	190	181	168	163	149	140	132
7.5~10	204	195	182	173	160	151	142
15~20	238	224	209	199	184	174	162