

黄鉄鉱骨材使用の重量コンクリートの耐久性

京都大学工学部 正会員 岡田 清
 京都大学工学部 学生員 ○ 豊橋 俊英
 京都大学工学部 学生員 宮川 豊章
 同和鉱業株式会社 中尾 強

1. まえがき 本研究は、同社桐原鉱業所産黄鉄鉱を使用した重量コンクリートの耐久性(安定性)に因して、前記黄鉄鉱を粗骨材・細骨材として使用した場合と、川碎石(碎石)・川砂(砕砂)を使用した場合との比較を凍結融解試験と乾湿繰り返し試験との両者について行ったものである。

2. 使用材料 本試験で利用したセメントは三菱社製普通ポルトランドセメント(比重3.16)で、骨材は普通コンクリート用として市川産川砂利(最大粒径25mm, 比重2.60, F.M. 7.22)・市川産川砂(比重2.58, F.M. 2.80)を使用した。また重量用コンクリートに利用した黄鉄鉱骨材の性質を表1に示す。

表1 桐原産黄鉄鉱骨材の性質

骨 材	細骨材 F.M.	吸水量 (%)	水質減量 (%)	単位容積 重量(g/cm ³)
粗骨材 (M.S.=25mm)	7.22	0.18	38.8	2830
細骨材	2.80	0.99	38.2	2950

3. 供試コンクリート 供試用コンクリートとしては表2に示す4種類を選んだ。以下表2の略称を用いて記述する。

4. 凍結融解試験 供試体は10×10×40cm

角柱を表2の4種類でそれぞれ3本ずつ利用した。試験は28日水中養生後、A.S.T.M-C-291 により空中凍結水中融解急速凍結融解試験機を用いて、供試体の中心温度が-18℃から+5℃となるようにサイクル運転を行ないそのサイクル速度は1サイクル3時間とした。試験中はサイクルの増加が30を越えない範囲で重量およびたわみ振動両方法の一次共振振動数を測定し、重量減少率また(1)、(2)式よりnサイクルにおける弾性係数の相対値 P_m 、 P_{2n} をそれぞれ求めた。(図-1)

$$P_m = (f_m / f_0)^2 \times 100 (\%) \quad (1)$$

$$P_{2n} = (f_{2n} / f_0)^2 \times 100 (\%) \quad (2)$$

f_0, f_m : 市道前における一次共振振動数(1/秒)

f_n, f_{2n} : nサイクルにおける一次共振振動数(1/秒)

各供試体ともに顕著なひび割れが入り極度に弾性係数の相対値が低下するかあるいは300サイクルに達するまで試験を行なった。試験終

表2 配 合

骨 材	略 称	コンクリート	基準配合*	$\bar{\sigma}_{28}$ (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_{90}$ (kg/cm ²)
川砂利・川砂	川-AE	AEコンクリート	W/C=55%	318	351
	川-NonAE	NonAEコンクリート	W/C=58±1cm	289	356
黄鉄鉱骨材	P ₁ -AE	AEコンクリート	W/C=40% AE=空気量	270	(365)
	P ₁ -NonAE	NonAEコンクリート	5±1%	275	344

* 実験の配合は単位容積C=300kg/m³, W/C=52%(AE)~57%(Non-AE)である。

表3 凍結融解試験コンクリート強度および弾性係数

供試体	初期強度 (kg/cm ²)		最終強度 (kg/cm ²)		耐久性係数(%)	
	曲げ*	圧縮**	曲げ*	圧縮	たわみ振動	自由振動
P ₁ -NonAE	480	277	66	232	5.5	4.8
川-NonAE	460	262	65.5	369	95.7	93.7
P ₁ -AE	405	261	67.8	347	95.7	92.1
川-AE	451	271	593	314	95.8	94.7

* 10×10×30cm 供試体による。

** 材令21日の圧縮強度(φ10×20cm)

了時には最終強度および(3)式により耐久性係数 DF(%)を求めた。(表-3)

$$DF = P \cdot N / N_s \quad (\%) \quad (3)$$

P: 凍結Nサイクルにおける弾性係数の相対値

N: P_f -N/AEでは弾性係数の相対値が60%となるEサイクル数、他は場合は300サイクル

N_s : 試験終了時の凍結融解サイクル数(300)

試験の結果 P_f -N/AEの供試体はいずれも100サイクル以内でひび割れが生じ P_f -N/AEと比較して極

端にその弾性係数の相対値がたて振動・たわみ振動ともに低下した。しかし、試験中に供試体が折れたり崩壊することはなかった。また試験終了時における強度低下も非常に小さかった。これに対し、 P_f -AEは P_f -AEとほぼ同じ経過をたどり P_f -AEとほぼ同じ値を得た。また試験後の強度も P_f -AEよりも大きな値を得ている。一方試験中の重量減少はほとんどみられなかった。試験用各供試体と同様に作製した温度測定用の供試体より得られた供試体中心温度は P_f の方が急速に変化しておりきびしい環境にさらされたと考えられるが、 P_f -N/AEの劣性は上記を考慮しても否定しえない。

5. 乾湿繰返し試験 反応骨材等の安定性試験として定められている米国南拓局試験方法を参照して恒温炉および恒温水槽を用い、乾湿繰返し試験を行った。1サイクル24時間とし図-2の時間配分とした。供試体は $10 \times 10 \times 30$ cm角柱とし、ひびき測定のため供試体には $10''$ gauge length のひびき測定用プラグを埋め込んだ。作製、養生、試験本数は4と同様である。試験は材料令28日(標準)より開始した。サイクル増加数が1~3の回で、重量、たて振動・たわみ振動両方法の1次共振振動数およびホイットモアひびき計を用いてひびきを測定した。測定は恒温水槽から取り出し恒温炉中に入れるまでの間に約10分の1の試験値が落ちていたと思われる35サイクルまで続行した。試験終了時(材料令70日)における曲げ引張り強度、折片圧縮強度を表-4に、弾性係数の相対値を図-3に示す。弾性係数の相対値では P_f -N/AEは P_f -N/AEよりわずかに良好であるが P_f -AEと P_f -AEとの差異はあまりみられない。また重量減少率・強度変化はすべて P_f の方が良好な値を示した。

以上の結果、AEコンクリートとみれば、桐原産鉄鉱は、重量コンクリート用骨材として十分用いうるものと思われる。

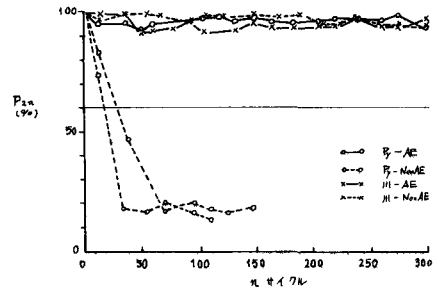


図-1 凍結融解試験(たわみ振動)

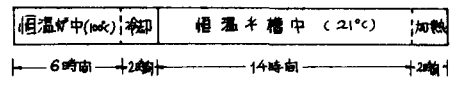


図-2 1サイクル時間配分

表-4 乾湿繰返し試験-コンクリート強度

供試体	初期強度 (kg/cm ²)		最終強度 (kg/cm ²)	
	曲げ [*]	圧縮 [*]	曲げ [*]	折片圧縮
P_f -N/AE	48.0	272	69.7	434
P_f -N/AE	46.0	262	47.0	361
P_f -AE	40.5	261	42.1	339
P_f -AE	45.1	271	39.1	302

* 材料28日の圧縮強度 ($\phi 10 \times 20$ cm)

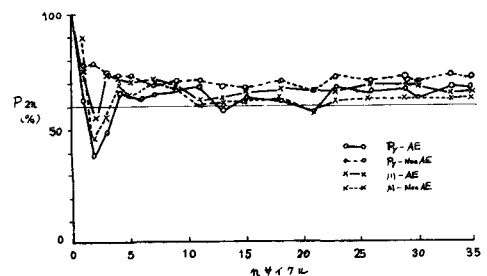


図-3 乾湿繰返し試験(たわみ振動)