

機関組 技術研究所 正会員 中川 喜樹

〃 〃 〃 〇 前田 照信

1. まえがき

現在、エネルギー問題から石炭が見直されてきており、同時に多量に発生する石炭灰の有効な用途開発が望まれている。本研究は、石炭灰の有効利用の一環として、石炭灰を大量にコンクリートに使用した場合の耐久性について検討したものである。

2. 試験方法

表-1に示した配合で、 G_{max} ; 2.5 mm, スランプ ; 10 ± 2 cm, 空気量 ; 4 ± 1 cmのコンクリートを用いて、 $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体を作り、材令4週までは標準養生を行なった。その後、次に示す4条件下での養生実験を実施した。今回の報告では、養生後、13週、6ヶ月、の材令について報告する。

a, 標準養生 ; 20 ± 3 °C の水中

b, 気中養生 ; 自然暴露

c, 海水養生 ; 人工海水

d, 酸性水養生 ; pH=3の硫酸水

各材令の供試体について、圧縮強度、静弾性係数、侵食深さ、(形状及び中性化深さの測定)、示差熱重量分析、X線回折分析、ケイ光X線分析を実施した。

示差熱重量分析は試料を10mmごとにダイヤモンドカッターにて切断し、粉碎したのち、0.3 mmのフルイを通過したものを真空デシケーター中で乾燥し、アルゴン封入したものとした。示差熱重量分析装置は真空理工製セミマイクロ型5000-RHを用い、測定条件は試料量 100mg, 昇温速度 $15^\circ\text{C}/\text{min}$ で行った。

3. 試験結果と考察

(1) 石炭灰の添加量と圧縮強度の関係

標準養生した場合の材令 0.5年のF/C+Fと圧縮強度の関係を図-1に示した。図から明らかな様に、石炭灰の添加と共に圧縮強度は低下する。この傾向は養生状態に関係なく同じであった。

(2) 養生状態と圧縮強度の材令による変化について

W/C+F ; 45 % F/C+F, 70%の供試体の養生状態と圧縮強度の材令による変化について図-2に示した。水中と気中では比較的順調に伸びている、一方 人工海水中に浸漬したものは13週までの強度の発現は早く6ヶ月後の強度も高い。

図-3にW/C+F ; 65 %, F/C+F ; 0, 70%の供試体の養生状態と圧縮強度の材令による変化を示した。石炭灰が多い供試体については図-2と同様の傾向を示すが、石炭灰の入っていない供試体では、酸や海水に対して劣化する傾向が見られるこのことは、石炭灰の混入が耐薬品性を向上させる事を示唆して

表-1 コンクリートの配合

配 合	水 準			
	1	2	3	4
W/C+F	45	55	65	—
F/C+F	0	30	50	70

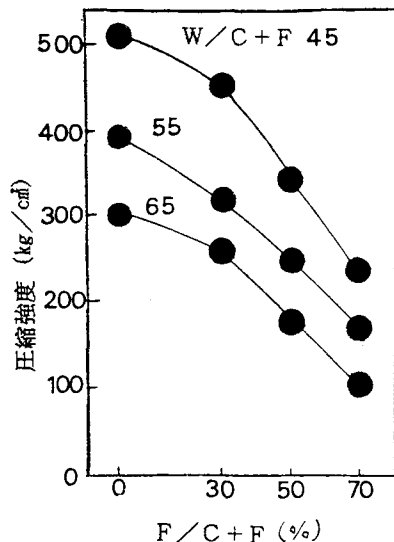


図-1 F/C+Fと圧縮強度の関係

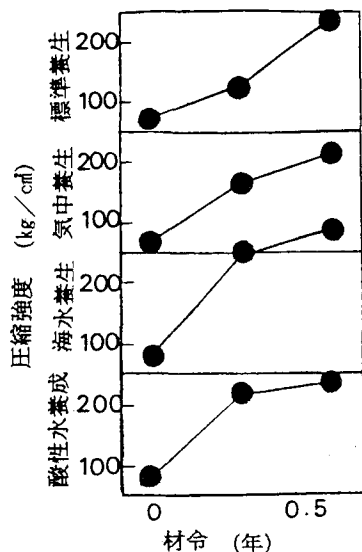


図-2 圧縮強度と材令の関係

いて興味深い。

(3) 圧縮強度と静弾性係数の関係

全材令及び配合での圧縮強度と静弾性係数の関係について特に異状な値は認められなかった。

(4) 浸食深さについて

供試体の形状の変化は特に認められなかった。また 中性化深さの測定については、水酸化カルシウムが石炭灰中のケイ酸分と反応してCSのゲルを形状するために石炭灰の添加量が多いものについては、フェノールフタレイン法による中性化深さの測定法では明確な測定は困難であった。従って、浸食の判定には次に示す示差熱重量分析による方法が有効であった。

(5) 示差熱重量分析の結果

W/C + F ; 45 % の場合の養生状件とF/C + Fを変化させた場合の示差熱重量分析の結果を図-5に示した。図には、水酸化カルシウムと炭酸カルシウムの量及び炭酸カルシウムを水酸化カルシウムに換算したものと水酸化カルシウムとの和をT-Caとして示した。石炭灰の添加量の増大に伴って添加セメント量は減少しているから、T-Caは当然減少するものと考えられ、図も同様の結果を示している。ところが、炭酸カルシウムの量はほぼ同じ値を示している、これは、炭酸ガスの侵入速度がほぼ一定である事を示している。また、海水で養生した場合以外は、炭酸カルシウムの濃度は深さに関係なく、ほぼ一定である。

このことは、中性化が表面からだけ進行するのではないことを示していて興味深い。海水で養生した場合のみ、表面近くのT-Caと炭酸カルシウムの濃度が高くなっている、この傾向は石炭灰を混入したものの方が顕著である。この理由については不明であるが、この様に表面近くに炭酸カルシウムの層が形成される事と石炭灰を混入した場合対海水性が向上することには、何等かの因果関係があるものと思われる。海水で養生した場合に表面のT-Caが高くなる現象はW/C + Fが大きくなるにつれて顕著に表われる。水酸化カルシウムの量は表面から10mmの試料にもまだ充分存在しており、中性化は進行していないものと考えられる。

4. まとめ

石炭灰を多量に混入した供試体は混入していない供試体に比べて海水に浸漬した場合耐久性が著しく改善される事が認められた。また 海水に浸漬した場合表面近くに炭酸カルシウムの層が形成されることが認められた。

現在、X線回折及びケイ光X線分析についても検討中であり、当日発表する予定である。

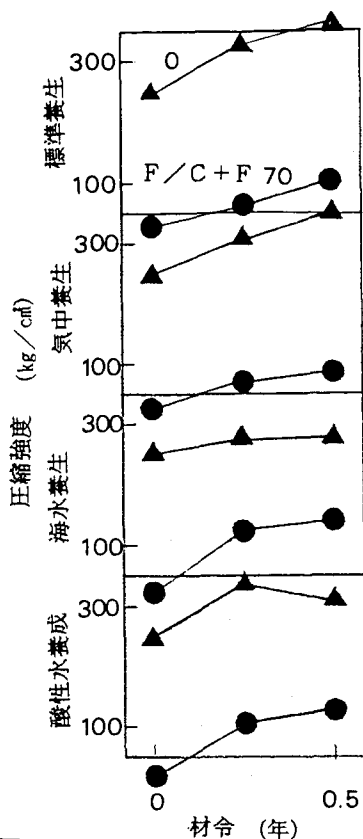


図-3 圧縮強度と材令の関係

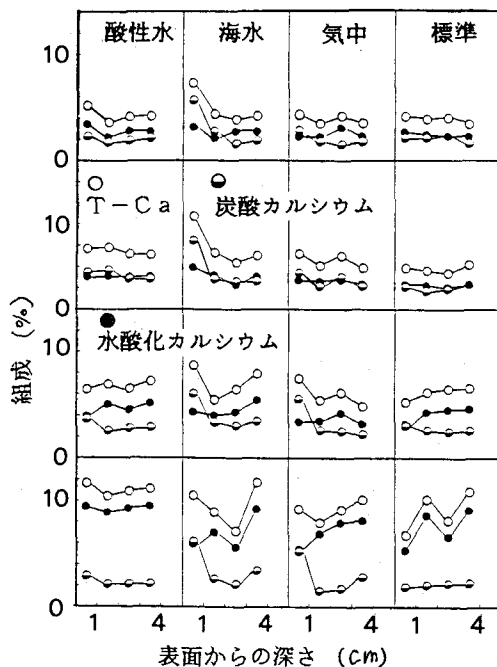


図-4 示差熱重量分析の結果