

V-28 フェライトコンクリートの曲げ破壊性状

北海道工業大学	正員	間山 正一
田中工業(株)	"	◎穴井 一基
日多喜組(株)	"	山上 克彦
砂子組(株)	"	米山 隆
新妻組(株)	"	前田 剛
北海道工業大学	学生員	阿部 真久

1. 概 説

副産物フェライトとセメントの混合からなるフェライトコンクリートは、アスファルトやエポキシ樹脂等の他の結合材と混合して得られるそれぞれ得られるフェライト混合物の1種であり、これ等の材料と同様に、磁気標識体¹⁾、人工魚礁²⁾、制振材料³⁾、ロードヒーティング材料⁴⁾等に用いられる。

ここでは、フェライトコンクリートの作製方法について詳しく説明し、また、力学的性状の1つである一定ひずみ速度試験による曲げ破壊性状の一部について論じたい。

2. 実験材料と供試体の作製方法

(1)実験材料

本研究で結合材として用いたセメントは、膨張、収縮が比較的少ない比重3.15のB種高炉セメントである。

同様に、骨材として用いた副産物フェライトの比重は5.025であり、その粒度を表-1に示す。なお、この副産物フェライトはセメントとのなじみ(混合性)をよくするため、中間処理をしている。

(2)配 合

本研究で採用したフェライトコンクリートの配合は水セメント比を40%の一定とし、セメント量が10 wt. %、15 wt. %、20 wt. %の3種類の配合である(表-2)。

これ等のフェライトコンクリートはそれぞれ、10-4シリーズ、15-4シリーズ、20-4シリーズと呼称される。

(3)供試体の作製方法

フェライトコンクリートの供試体作製方法を図-1にフローチャートで示し、以下、順に説明する。

- 1) セメント、副産物フェライト、水を計量する。
- 2) バイロットミキサを用い、副産物フェライトを約2分間空練りした後、セメントを加え、約2分間の空練りをし、最後に水を加え約3分間混合する。
- 3) 所定の型枠に3層に分け、突き固めていく。
- 4) 供試体によって転圧をかけることができるものは、ローラーコンパクタで約5分間締固め、さらに転圧にともないヘアークラックの入ったものは、トラバースングによって補修する。
- 5) 1日間空中放置後に脱型する。

表-1 副産物フェライトの粒度分布

粒 径(mm)	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.074
通過重量(%)	100	99.8	99.5	97.5	82.0	53.0

表-2 フェライトコンクリートの配合(wt. %)

供試体の名称	フェライト wt. %	セメント wt. %	水 wt. %
10-4	90	10	4
15-4	85	15	6
20-4	80	20	8

6) 力学試験用供試体を所定寸法にダイヤモンドカッタで切断する。

7) 温度20℃で所定の期間、水中または空中養生し、各試験に供する。

3. 実験方法及び解析方法

(1) 実験方法

本研究で採用した実験方法を表-3にまとめる。

表-3 一定ひずみ速度試験の実験条件

実験装置	インテスコ社製 万能試験機(2.5 t)
供試体寸法	5x3x15 (cm)の 角型棒状供試体
スパン	10.3 (cm)
載荷速度	0.008 (cm/sec)
ひずみ速度	1.36×10^{-3} (sec ⁻¹)

万能試験器は電気・油圧サーボ制御方式のダイナミック・スタティクマシーンでありダイナミック系統のアンプとスタティク系統のアンプを内蔵している。本研究においてはスタティク部の機能を使用した。

(2) 解析方法

表-3の実験方法で曲げ試験を行ない、得られた応力・ひずみ vs. 時間曲線から曲げ強さ、 σ_b 、破壊時の曲げひずみ、 ε_b 、破壊時の曲げ弾性率、 E_b が計算される。

$$\sigma_b = 3Pl / 2bh^2 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\varepsilon_b = 6hd / l^2 \quad (\text{cm/cm})$$

$$E_b = \sigma_b / \varepsilon_b \quad (\text{kg/cm}^2)$$

ここで、

P:最大荷重 (kg)

l:スパン (cm)

b:供試体の幅 (cm)

h:供試体の高さ (cm)

d:たわみ量 (cm)

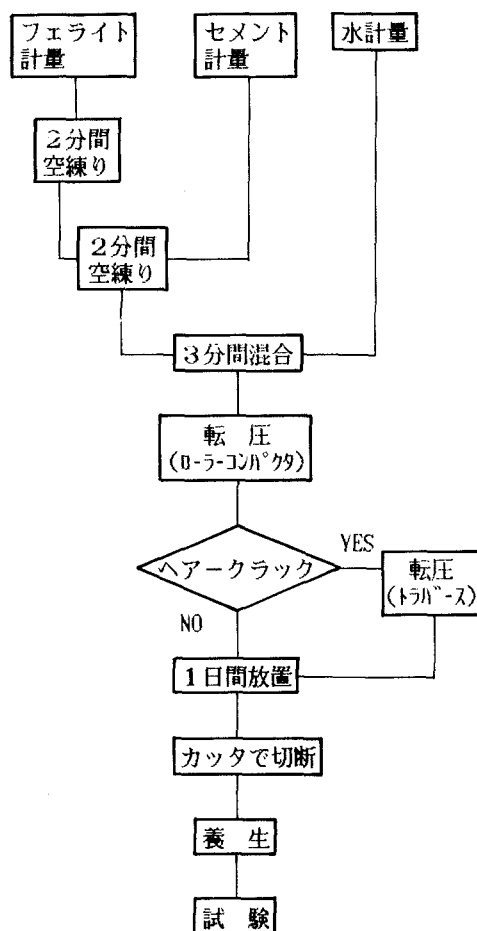


図-1 フェライトコンクリートの供試体作製方法

表-4 20-4シリーズの曲げ破壊性状¹⁾に与える養生条件の影響

養生条件 (20℃)	σ_b (kg/cm ²)	ε_b (cm/cm)	E_b (kg/cm ²)
空中養生	1.2×10^2	3.2×10^{-3}	3.7×10^4
水中養生	1.2×10^2	3.3×10^{-3}	4.0×10^4

¹⁾28日間養生

4. 実験結果

表-4はフェライトコンクリートの曲げ破壊性状に与える養生条件の影響を検討するため、空中養生および水中養生を行なった20-4シリーズの σ_b 、 ε_b および E_b を示したものである。空中および水中の養生条件による曲げ破壊性状に有意な差はみられない。一般に、セメントコンクリートでは水中養生の材料の方が強度が大きいとされているが、本研究で使用した供試体に限って言えば、その力学的傾向は当てはまらず、ほとんど同じ性状を示している。

図-2はパラメータとして、水セメント比、 W/C , 40%を固定して、セメント量を10% by wt. 15% by wt. 20% by wt. にした時の σ_b と空中、室温の条件での養生日数との関係を示す。セメント量の多少を問わず、養生日数の経過とともに σ_b が増加するが、10日間～14日間の養生で28日強度にほぼ近づく。

B種高炉セメントを使用したにもかかわらず、通常のセメントコンクリートに比較して強度発現が早い。これは副産物フェライトの金属成分が水和反応を起こしているものと推定される。

養生期間を問わず、セメント量の多い副産物フェライト混合物ほど σ_b が大きい。

図-3は水セメント比、 W/C , 40%に固定して、セメント量を10%、15%、20% by wt. に変化させた副産物フェライト混合物の破壊時のひずみ、 ε_b と養生日数の関係を示す。 ε_b は養生期間によってほとんど変化せず、これはセメント量を問わず成り立つ。

養生期間の増加によって、若干、 ε_b が減少するが、有意な差とは言えない。

図-4は水セメント比、 W/C , を一定にしてセメント量を変化させたセメント系副産物フェライト混合物の破壊時の曲げ弾性率、 E_b と養生日数の関係を示す。どのセメント量においても養生期間の経過とともに E_b が増大する。図-2に示した σ_b と図-3に示した ε_b の比から E_b が定義されるが($E_b = \sigma_b / \varepsilon_b$)、 ε_b が養生期間によって、さほど変化せず、 σ_b が増加することから当然と言える。

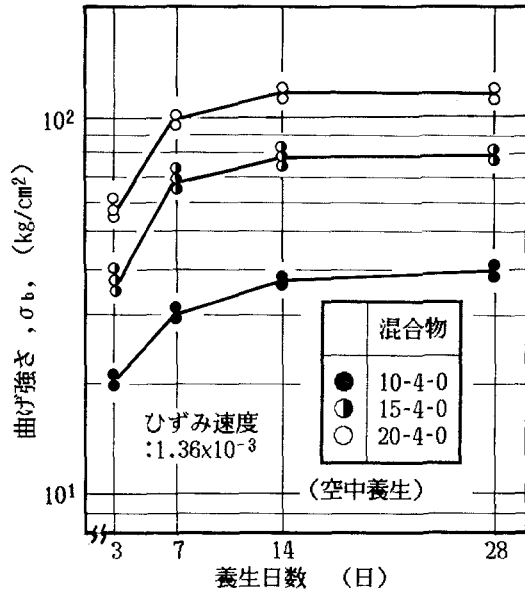


図-2 フェライトコンクリートの曲げ強さと養生日数の関係

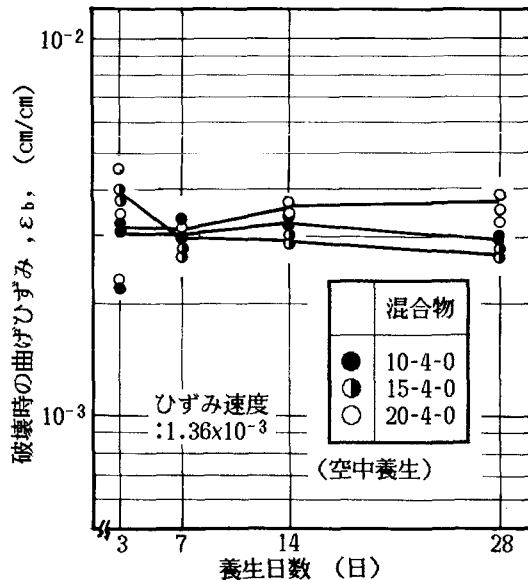


図-3 フェライトコンクリートの破壊時の曲げひずみと養生日数の関係

5. 結 論

本研究で得られた結論を列記する。

- 1) 中間処理済み副産物フェライトとセメントの混合からなるフェライトコンクリートを開発した。
- 2) フェライトコンクリートの作り方について詳しく説明した。
- 3) フェライトコンクリートの曲げ破壊性状は養生条件によって、それほど変わらないことを見出した。
- 4) 一定ひずみ速度曲げ試験を行ない、セメント量に依存する曲げ破壊性状を明らかにした。
- 5) フェライトコンクリートは通常のセメントコンクリートに比較して、強度発現が早いことを明らかにした。

6. 後 記

本研究は約 3 年半前に北海道工業大学工学部間山研究室で行なわれたものであり、その後、海水養生等を行なったフェライトコンクリートの力学的性状の経時変化等も生じていないことを確認しての発表である。

最後に、本研究を行なうにあたり、北海道工業大学工学部間山ゼミの学生諸君、日本道路（株）技術研究所の坂口陸男氏には多大の御助力を願った。ここに、お礼を申しあげたい。

参考文献

- 1) 間山正一・山内文雄：副産物フェライトを利用した磁気標識体，土木学会論文集VI部門に掲載予定。
- 2) 間山正一・山内文雄：副産物フェライトを利用した藻礁，水産土木，第23巻，第1号，1987。
- 3) Yamauchi, F., and Emoto, S.: Ferrite-Resin Composite Material for Vibration Damping, ASTM, STP 864, pp.346-354, 1985.
- 4) たとえば，'86 北海道先端産業・情報展。

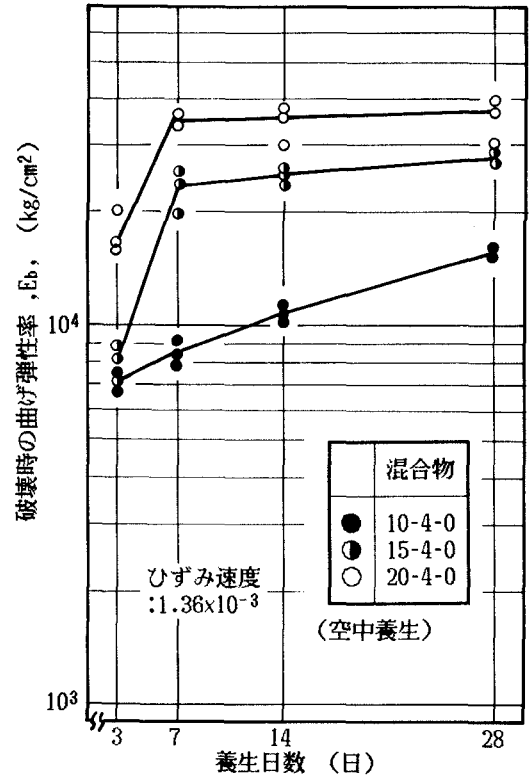


図-4 フェライトコンクリートの破壊時の曲げ弾性率と養生日数の関係