

膨張コンクリートに混入した鋼繊維の拘束能力

江戸工業大学 正 会員 杉田修一
正 会員 三浦正純
〇学生会員 鈴木 仁

1 まえがき

膨張コンクリートの伸びを拘束してケミカルプレストレスを導入するには、鉄筋を拘束材として用いるのが一般的である。これについては、すでに多くの有益な研究が行なわれている。また一方、コンクリートの引張特性の改善のために繊維を混入した繊維コンクリートもよく使用されるようになってきた。なかでも土木工学においては鋼繊維が一般的であり、これについても数多くの研究があるが、これを膨張コンクリートの伸びに対する拘束材としてケミカルプレストレスの導入に使用した報告は少ない。

本研究においては、鋼繊維による膨張拘束能力の評価法について述べる。

2. 実験方法

実験に使用した材料および配合は次のとおりである。

- (i) 早強セメント（日本セメント社製）：比重 3.15，比表面積 $4350 \text{ cm}^2/\text{gr}$
- (ii) 膨張材（日本セメント社製アサノジプカル）：比重 3.00，比表面積 $3200 \text{ cm}^2/\text{gr}$
- (iii) 粗骨材：碎石，比重 2.91，最大寸法 15 mm
- (iv) 細骨材：川砂，比重 2.56，F.M 2.35
- (v) 混和材：減水剤マイティ 150（花生石鹼社製）
- (vi) 鋼繊維（日本鋼管鬼ヶ原）： $0.5 \times 0.5 \times 30$

配合は W/C = 50%，単位セメント量 350 kg/m^3 ，膨張材量 60 kg/m^3 および 70 kg/m^3 （置換え率 17% および 20%），鋼繊維量は 1%，1.5% および 2% である。養生は、 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ の水中養生である。膨張ひずみは A 法で使用する拘束器具を用い、P-C 鋼棒にひずみ計を貼付して材齢 14 日目で測定した。A 法における拘束鋼材比は $p_1 = 0.96\%$ である。

3 鋼繊維による膨張コンクリートの拘束能力の評価法

拘束能力は通常は拘束鋼材比により表わされているので、ここでも鋼繊維量を拘束鋼材量に換算することにより評価するものとする。文献 (I) にしたがえば、膨張コンクリートにおいては「仕事量」は次式に示すようである。

$$U = \frac{1}{2} \sigma_{cp} \varepsilon = \frac{1}{2} p \cdot E_s \cdot \varepsilon^2 \quad \text{————— (1)}$$

ここで U：単位体積あたりの膨張コンクリートが拘束鋼材に対してなす仕事量

σ_{cp} ：ケミカルプレストレス

ε ：拘束鋼材の膨張ひずみ

E_s ：拘束鋼材のヤング係数

p：拘束鋼材比

同一配合の場合には、拘束能力が変化しても式 (1) で表わされる仕事量は一定である。したがって、同一配合の膨張コンクリートにおいて拘束鋼材の p、 E および ε が異なる場合には次式が成立する。

$$p_1 E_{s1} \varepsilon_1^2 = p_2 E_{s2} \varepsilon_2^2 \quad \text{————— (2) あるいは } p_2 = p_1 (E_{s1}/E_{s2}) (\varepsilon_1/\varepsilon_2)^2 \quad \text{————— (3)}$$

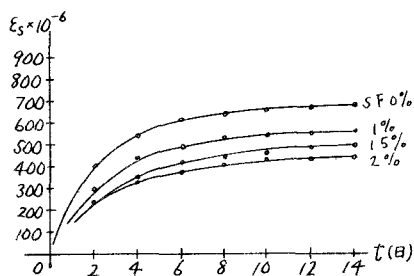


Fig 1-1 $\epsilon_s \sim t$ ($E = 60 \text{ kg/m}^3$)

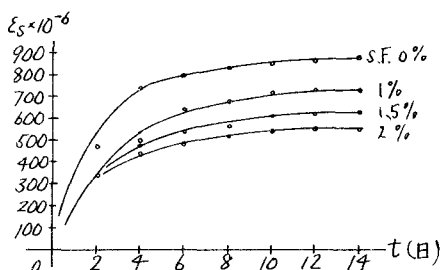


Fig 1-2 $\epsilon_s \sim t$ ($E = 70 \text{ kg/m}^3$)

$E_{s1} = E_{s2}$ の場合には

$$P_2 = P_1 (\epsilon_1 / \epsilon_2)^2 \quad \text{--- (3)'}$$

式 (3) において添字 1 を鋼繊維を混入しない場合 添字 2 を鋼繊維を混入した場合の諸量とすると ひずみ量を測定すれば式 (3) により鋼繊維を含んだ拘束鋼材比に換算できることになる。したがって導入されるケミカルプレストレスの大きさは、

$$\sigma_{cp} = P_2 \cdot E_{s2} \cdot \epsilon_2 \quad \text{--- (4) とする。}$$

4. 実験結果とまとめ

実験結果の一部を図化すると Fig 1~4 のようになる。

Fig 1~1 および Fig 1~2 はそれぞれ $E = 60 \text{ kg/m}^3$ および $E = 70 \text{ kg/m}^3$ の場合の拘束材のひずみを混入した鋼繊維量別に示したもので、Fig 2 は材料 14 日におけるひずみと鋼繊維量との関係を座標材量ごとに示し、Fig 3 は鋼繊維量を次式によって拘束鋼材比に換算した $P_{S.F.}$ と鋼繊維量との関係を示すものである。本実験では $P_1 = 0.96\%$ である。

$$P_{S.F.} = P_2 - P_1 \quad \text{--- (5)}$$

また、 $(\sigma_{cp})_{S.F.=0} = P_1 \cdot E_{s1} \cdot \epsilon_{s1}$ と式 (4) から、

$$(\sigma_{cp})_{S.F.} = P_2 \cdot E_{s2} \cdot \epsilon_{s2} \text{ を求め}$$

$m = (\sigma_{cp})_{S.F.} / (\sigma_{cp})_{S.F.=0}$ と鋼繊維量との関係を示すと Fig 4 のようになる。

Fig 4 から分かるように鋼繊維の混入量が 2% までの範囲では σ_{cp} の大きさもほぼ比例的に増加することが分かる。

また、紙面の都合上省略するが 式 (3) が実験的にも成立することを確認している。

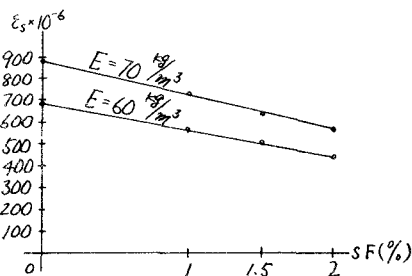


Fig 2 $\epsilon_s (t=14 \text{ 日}) \sim S.F.$

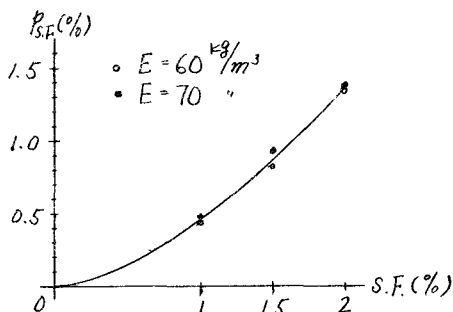


Fig 3 $P_{S.F.} \sim S.F.$

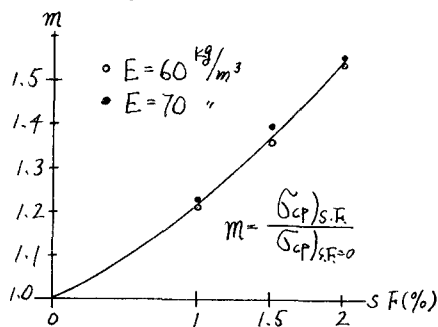


Fig 4 $m \sim S.F.$

文献 (I): 辻幸和-コンクリートにおけるケミカルプレストレスの利用に関する基礎研究

土木学会論文報告集第 235 号 1975 年 3 月 -