

VI-121

PCa型枠とSFRCを用いたフィルダム監査廊の構築工法の開発
—監査廊実大規模試験体載荷実験の非線形解析—

前田・熊谷・飛島 J V 榎谷ダム作業所 正会員 森本 英樹
前田建設工業（株） 技術研究所 正会員 原 夏生
農林水産省 農業工学研究所 安中 正実 浅野 勇

1. はじめに

フィルダム監査廊の合理化施工を目的として、従来の鉄筋コンクリート構造に変えて鋼繊維補強コンクリート（以下 SFRC と称す）とプレキャスト型枠の適用が検討されている¹⁾。筆者らは本工法の開発にあたり監査廊の実大規模模型試験体の載荷試験を実施した²⁾。本文は、この載荷試験に対して非線形有限要素解析を行った結果に対して報告するものである。

2. 解析概要

試験体は、表-1 に示すように 3 ケースであり、幅 200cm、高さ 225cm、幅 50cm でインバート部分に鉄筋を配置した SFRC 構造である。載荷方法は実験にあわせ、側圧および上載荷重を作用させた。

解析は、まず実験に使用した SFRC の破壊エネルギーを含む諸物性を算定するために、材料試験として実施した 15×15×53cm 供試体の三等分曲げ試験の逆解析を行った。図-1 に解析に用いた 15cm 角曲げ供試体の要素分割図を示す。等曲げ区間にはひび割れ要素（1cm×1cm）を配置した。全ての要素の応力-ひずみ関係は Kupfer 則を使用し、ひび割れ発生基準はプレーンコンクリートの引張強度（主応力判定）とした。また、表-2 に解析に用いた SFRC の代表的な諸物性を示す。ひび割れは等曲げ区間の中央の要素のみに発生するとし、ひび割れ発生後は式（1）に示す構成則を用いた。基準供試体である 15cm 角曲げ供試体の実験結果にあうように、パラメータスタディを行った結果を表-2 に示す。また、図-2 に CASE2 における実験結果と解析結果を示す。解析値は最大曲げ強度を若干過大評価しているが、最大曲げ強度以降の SFRC の応力低下特性を表現している。

図-3 に監査廊実大規模模型の解析モデル図を示す。事前に

表-2 SFRC の物性値（15×15×53cm）

CASE	圧縮強度 σ_c (N/mm ²)	ヤング率 E_c (kN/mm ²)	*1) 引張強度 σ_t (N/mm ²)	基準 残留応力 σ_{rt} (N/mm ²)	基準 ひずみ ϵ_f	$R = \frac{\sigma_{rt}}{\sigma_t}$ (%)
1	28.7	21.5	2.52	1.32	0.25	52.5
2	31.3		2.67			49.6
3	30.8		2.64			50.2

*1) 引張強度は、次式で求めた。 $0.269\sigma_c^{2/3}$ (N/mm²)

表-1 試験ケース一覧

CASE	7-チ部鉄筋	側方拘束
1	無し	上載圧の30%
2	無し	無し
3	D13@125(4本)	無し

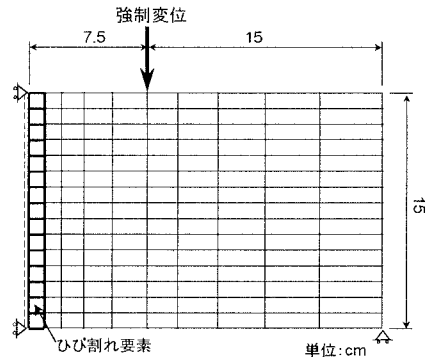


図-1 要素分割図（15×15×53cm）

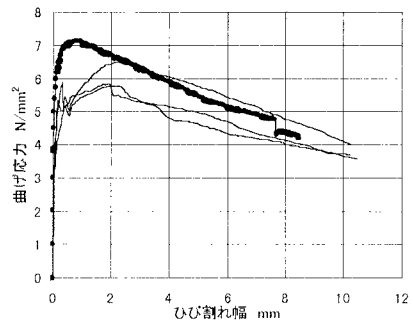


図-2 引張縁応力とひび割れ幅（CASE2）

キーワード：フィルダム監査廊，鋼繊維補強コンクリート，破壊エネルギー，非線形解析

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 TEL 03-3977-2412 FAX 03-3977-2251

行った弾性 FEM 解析により引張応力が卓越する部分に式 (2) を用いてひび割れ要素 (5cm×5cm) を配置した。また、鉄筋については完全付着を仮定してトラス要素を重ね合わせた。表-3 に各ケースの破壊エネルギーおよび物性値を示す。

$$\frac{\sigma(\varepsilon)}{\sigma_i} = \exp\left\{\ln(R)/\varepsilon_f \times \varepsilon\right\} \cdots \cdots (1)$$

$$G_f = -\sigma_i \cdot \varepsilon_f \cdot l_e / \ln(R) \cdots \cdots (2)$$

ここで、 G_f ：破壊エネルギー
 l_e ：要素寸法

表-3 解析に用いた諸物性

CASE	G_f (N/mm)	物性値概要	
		SFRC	鉄筋
1	19.94	15cm角曲げ供試体	Von-mises, $A_s=5.065\text{cm}^2$ (D12×5)
2	19.40	同様	$E_s=179\text{KN/mm}^2$
3	19.51		ひずみ硬化率 $E_s/100$

3. 解析結果

(1) 内空鉛直変位

内空鉛直変位の解析結果と試験結果の比較を図-4 に示す。解析結果と試験結果は荷重装置の制限で試験を終了させた時点までよく一致している。

(2) ひび割れ幅

図-5 に実大規模模型のアーチ部内空側ひび割れの試験結果と解析結果の比較を示す。CASE1 および CASE2 は、試験結果とよく一致している。CASE3 については、解析結果はひび割れ幅を小さめに評価している。これは、鉄筋とコンクリートの完全付着を仮定したことによるものだと考えられ、ひび割れ幅を正確に算定するためには、鉄筋とコンクリートのすべりをモデル化する必要がある。

4. まとめ

材料試験結果より SFRC の破壊エネルギーを算定し非線形解析を行うと荷重-変位曲線および荷重-ひび割れ幅曲線を精度良く再現出来た。

なお、本報告の内容は、農林水産省と民間7社（前田建設、熊谷組、銭高組、飛鳥建設、日本国土開発、フジミ工研、前田製作所）とで進めている官民連携新技術研究開発事業の中の共同研究課題として実施したものである。

【参考文献】

- 1) 横沢和夫, 浅野勇, 安中正実：フィルダム監査廊の合理化施工に関する研究, 第 47 回農業土木学会大会講演会, 1998.7, pp388～389
- 2) 原夏生, 安中正実, 浅野勇：PCa 型枠と SFRC を用いたフィルダム監査廊の構築工法の開発－監査廊実大規模試験体の荷重実験－土木学会第 54 回年次学術講演会第 VI 部門, 投稿中

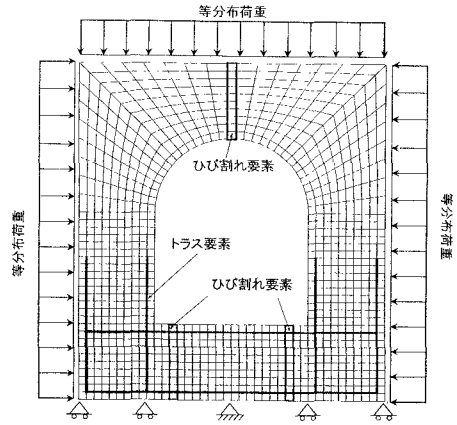


図-3 要素分割図（実大規模模型 CASE1）

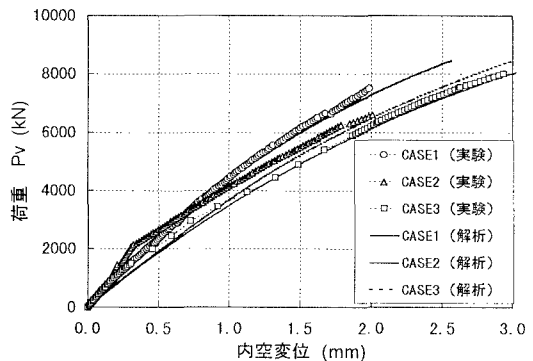


図-4 荷重-鉛直内空変位

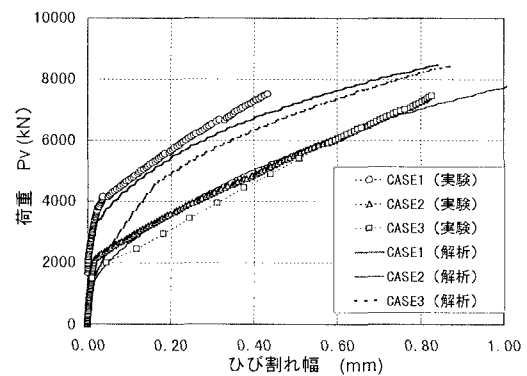


図-5 荷重-内空ひび割れ幅（アーチ部）