

I-A 156

切欠きを有する大型コンクリート供試体のひび割れ進展実験及び解析

電力中央研究所構造部 正会員 松尾 豊史

電力中央研究所構造部 正会員 松村 卓郎

アジア工科大学院構造工学科 正会員 二羽 淳一郎

1. まえがき

阪神淡路大震災で起こったコンクリート構造物の崩壊などを背景に、コンクリート構造物の地震時安定性及安全性などを適切に評価することがますます強く求められるようになってきた。

破壊力学的な手法は、破壊靱性、エネルギー吸収能力などを考慮することにより、コンクリートのひび割れ現象や強度の寸法効果等を説明することが可能である。特に、大型無筋コンクリート構造物であるコンクリートダム の健全性などを評価するためには、破壊力学を用いたコンクリートのひび割れ進展解析が有効であると考えられる。

本研究では、コンクリートダムをモデル化した切欠きを有する大型無筋コンクリート供試体を用いた実験結果と、破壊力学的な手法を用いたひび割れ進展解析プログラムにより求めた解析結果とを比較検討することにより、解析プログラムの適用性を検証したものである。

2. 実験概要

試験体の形状と寸法を図1に示す。試験体には予め切欠きが入れてあり、ひび割れがこの切欠きの部分から進展するようになっている。切欠きの長さ及び切欠き高さは、表1に示す通りであり、Aタイプ及びBタイプ、それぞれ2ケースずつ実験を実施した。実験では、試験体は急速な破壊を起こさないように、変位制御方式でアクチュエーターによりゆっくりと載荷することにより破壊させるようにした。計測項目は載荷荷重、アクチュエーターの変位、試験体の変位、切欠き先端の開口変位、ひび割れ進展部分のコンクリートひずみである[1]。実験時のコンクリートの物性値及び使用したコンクリートの配合をそれぞれ表2及び表3に示す。表2の破壊エネルギーは、RILEMの推奨試験法に準じた切欠きはりの3点曲げ試験により求めたものを用いた[2]。

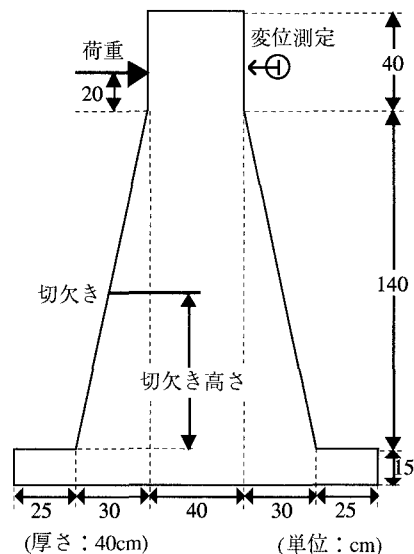


図1 供試体の形状・寸法

表1 切欠きの位置と深さ

試験体名	切欠き高さ	切欠き深さ
A-1 A-2	80cm	40cm
B-1 B-2	60cm	40cm

表2 コンクリートの物性

圧縮強度	(kgf/cm ²)	410
弾性係数	(kgf/cm ²)	3.1×10^5
破壊エネルギー	(kgf/cm)	0.1061
引張強度	(kgf/cm ²)	28.2

表3 コンクリートの配合表

最大骨材寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kgf/m ³)				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
20	47.0	41.2	179	381	707	1009	0.762

セメント：早強ポルチランドセメント

混和剤：フェノールEX20

3. 解析概要

本解析ではコンクリートの破壊力学に基づいた「仮想ひびわれモデル」による2次元有限要素解析プログラムを用いた[3]。解析は載荷点に強制変位を与えていく変位制御型の増分解析である。図2に示すように、ひびわれ面間にロッド要素を配置し、引張軟化曲線から求まる引張応力を等価節点力として作用させた。ひびわれと水平方向剛性については垂直方向の応力が引張強度に達した場合、0になるように設定した。引張軟化曲線のモデルは一般によく用いられる1/4モデルを用いた(図3)。荷重は供試体の頂部の中央の節点に集中荷重として与え、自重を考慮して解析を行った。供試体の要素分割図を図4に示した。解析に用いた、コンクリートの引張強度 f_t 、破壊エネルギー G_F 、弾性係数 E_c などの物性値は、表2に示した通りである。

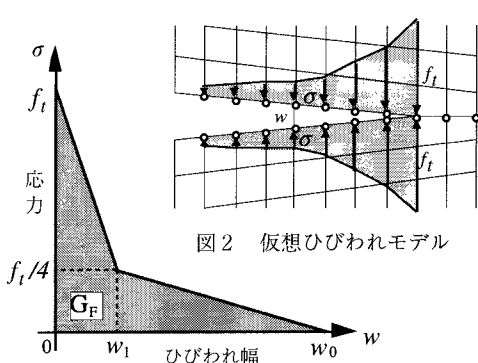


図2 仮想ひびわれモデル

図3 1/4モデル

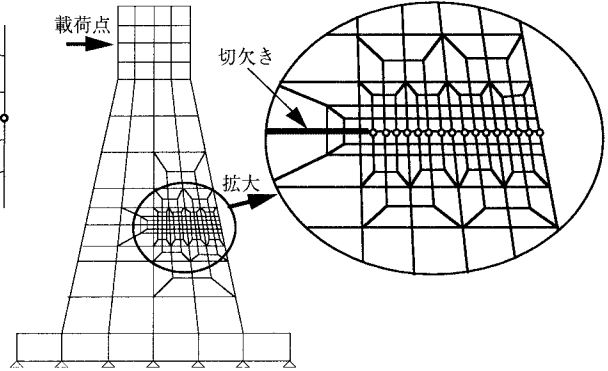


図4 要素分割図

4. 実験結果及び解析結果

図5にAタイプ及びBタイプの2ケースについてそれぞれ解析と実験で得られた荷重-変位曲線を示す。

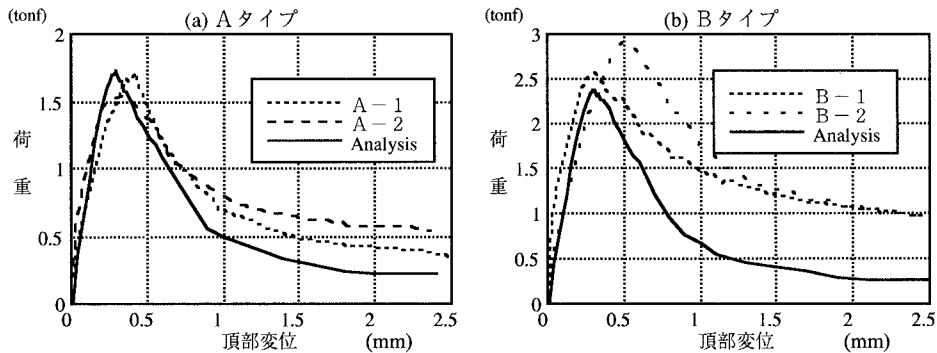


図5 供試体の荷重-変位曲線

5. おわりに

図5に示すように、実験値自体に多少バラツキがあるものの、本解析により最大荷重付近までの挙動は比較的適切に予測可能であることが明らかになった。最大荷重値以降については必ずしも良い一致を示していないが、これは載荷方法、実験装置及び載荷速度などにも影響を受けていると考えられる。今後動的な影響も含めて検討していきたい。

参考文献

- [1] 石田博彰ら：線形破壊力学の手法を用いたコンクリートのひびわれ進展解析, 電中研報告(U93066), 1994.3.
- [2] コンクリートの破壊力学研究委員会：破壊力学の応用研究委員会報告書, JCI, 1993.10.
- [3] 二羽淳一郎：非線形ロッド要素を用いたコンクリートはりの曲げ強度寸法効果解析, JCI年次論文報告集, 1993.6.