

メタルライナー取付構造のエネルギー吸収能に関する数値解析的研究

名古屋大学大学院

学生員 ○鈴木信哉

名古屋大学理工科学総合研究センター

フェロー 伊藤義人

名古屋大学大学院

学生員 森 正樹

1. はじめに

土石流に含まれる岩石の衝突により、砂防ダム堤体の袖部、水叩き部、流路のコンクリート面が摩耗損傷、侵食および破壊を生じていることが問題となっている。その対策として、耐摩耗性に優れた鑄鉄製ライニング材をコンクリート表面に取り付けることが、近年試みられてきた。本研究では、当研究室で過去数年に渡って行われたメタルライナー取付構造に関する一面せん断荷重実験を対象として、非線形動的応答解析を行い、エネルギー吸収能を求め、実験結果と比較検討を行い、エネルギー基準に基づく設計への適用を考える。

2. 実験概要

名古屋大学では、過去数年間に渡りメタルライナー取付構造に関する衝撃荷重実験を行ってきた。ここではその内の一面せん断衝撃荷重実験について取りあげる。実験では、重錘の重量、ライナーの寸法、ボルト径、ボルト本数、リブの有無、付着長等を変化させたものとなっており、取付構造の設計に際し、安全性、施工性、経済性の面からの多様性を検討した。さらに、実験的に得られた吸収エネルギーをもとに、吸収エネルギーを基準にした設計法を提案している。表-1 に実験の概要、図-1 に供試体例、図-2 に実験装置図を示す。本研究においては、その中でも DA-3 を対象として非線形動的応答解析を行い、エネルギー吸収能に関して比較検討するものである。

3. 解析モデル

2.で示した実験の供試体を対象とし、衝突の際に発生する衝撃力についての数値解析を非線形動的応答プログラム LS-DYNA3D を用いて行った。解析におけるモデル図を図-3 に示す。この有限要素モデルは対象性を考慮して、切断面鉛直方向の変位および切断面平行方向の回転を拘束した 1/2 モデルを使用した。また重錘と T 型治具間を接触および剥離、アンカーボルトとコンクリート間およびメタルライナーとコンクリート躯体間を剥離破壊とした。なお、破壊時の垂直応力 S_n はコンクリートの引張強度より大きいと考えて、コンクリートの静的引張強度 f_t を、アンカーボルトとコンクリート躯体間の付着破壊時のせん断応力 S_s の値は、異形鉄筋 D19 の付着強度 70 kgf/cm^2 を用いた。

表-1 実験概要

	重錘重量 (kgf)	ライナー寸法 (cm)	ボルト種類	ボルト本数 (本)	リブ	付着長 (cm)
DA-1, 2	108	40	D19	4	有	60
DA-3	131.5	40	D19	4	有	60
DA-4	226.5	40	D19	4	有	60
DA-5	131.5	40	D19	4	有	60
DA-6	249	50	D22	4	有	60
DA-7	249	50	D22	4	無	32.4
DA-8	249	50	D25	3	無	37.1
DA-9	249	50	D22	3	有	30

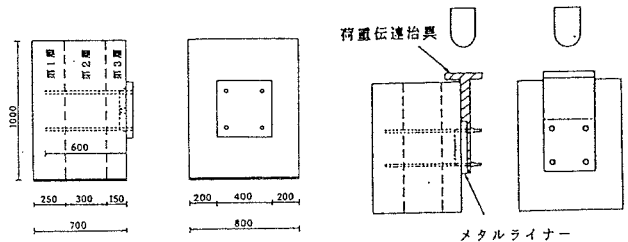


図-1 供試体例 (DA-3)

図-2 実験装置図

4. 解析結果

(1) 実験結果との比較

図-4 はメタルライナーの鉛直および水

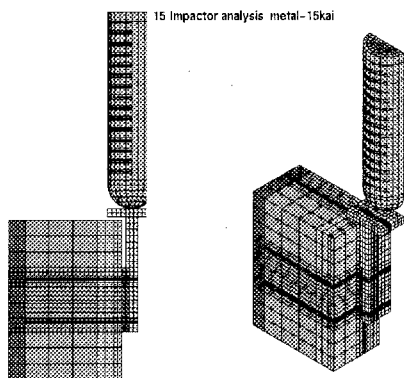


図-3 解析モデル (DA-3)

平変位と累積外力エネルギーの関係を示している。ライナー面鉛直方向変位の解析結果は実験結果をほぼ再現している。一方、ライナー面水平方向変位については 15 回衝突後の終局変位はほぼ同じ値が得られたが、初期の変位の発生に大きな差が見られる。これはコンクリートとメタルライナー自体の付着を解析では無視していることなどによるものと考えられる。また、実験では 5 回目の衝突以降から急激に変位が増加しているが、ライナー部のリブ付近のコンクリートが破壊されたことによるものと考えられる。解析において現在使用している物性モデル

では、コンクリートのクラック進展を考慮できず、各衝突毎のリブ付近のコンクリート変形の増大に伴って、ライナーの変位も増加するものと考えられる。

図-5 は、重錘の持っていた運動エネルギーの累積である累積外力エネルギーと、メタルライナー取付構造が吸収するエネルギーである内部エネルギーの増加の関係を示している。累積外力エネルギーの約 85% がコンクリート、約 10% がアンカーボルトによって吸収されている。また、ライナーのプレート自体や T 型荷重伝達治具はエネルギーをほとんど吸収していない。重錘衝突回数が増えても、ほぼ線形的に吸収エネルギーは増加しており、1 回の衝突あたりの吸収エネルギーは衝突回数に関わらずほぼ一定であるといえる。

5. おわりに

本研究では、重錘を 15 回連続落下させた実験を、作成した有限要素モデルを用いて解析し、従来実験でしか得ることのできなかったメタルライナー取付構造のエネルギー吸収能を明らかにできる可能性を示した。

参考文献 1)伊藤義人ら：衝撃荷重を受けるメタルライナー取付構造物の耐荷力と変形能に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.39A,1993.3,pp.1539-1552.

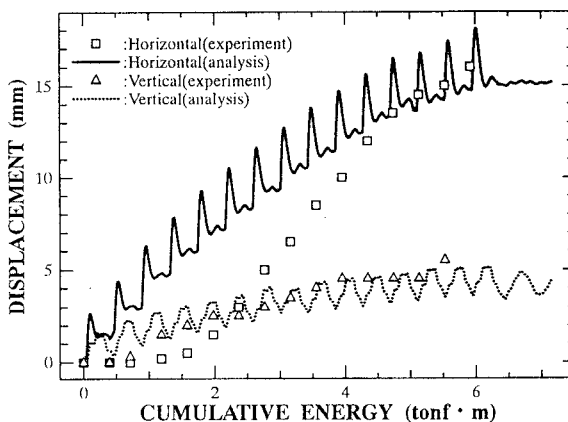


図-4 アンカーボルトの変位 (重錘落下 15 回)

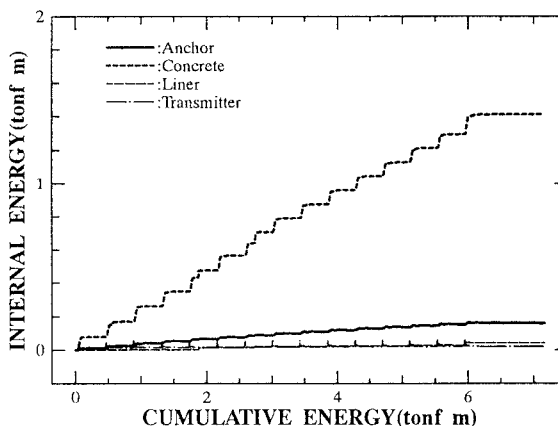


図-5 内部エネルギーの増加 (重錘落下 15 回)