

メタルライナー取付構造に関する非線形衝撃解析

名古屋大学工学部

学生員○川口雅樹

名古屋大学工学部

正 員 伊藤義人

名古屋大学工学部

学生員 笹田俊治

1. はじめに

砂防ダムは重要な土石流災害対策施設の1つである。砂防ダムの水通し部、袖部及び水叩き部は土石流の衝撃力により磨耗損傷され、時には破壊にも至る。そこでコンクリート表面を鋳鉄製のライニング材（メタルライナー）で覆うことが考案され、試験的な使用もされている。本研究では、当研究室で過去数年に渡り行った、メタルライナー取付構造に関する一面せん断衝撃荷重載荷実験を対象として非線形動的応答解析を行い、実験結果と比較検討を行った。

2. 実験概要

名古屋大学では、過去3年間に渡りメタルライナー取付構造に関する衝撃載荷実験を行ってきた。ここではその内の一面せん断衝撃載荷実験について取りあげる。実験は、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、これらは、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ものである。表-1に実験の概要を、図-1に供試体例、図-2に実験装置図を示す。

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

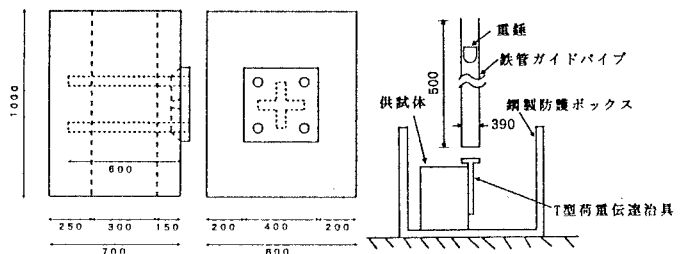


図-1 供試体例 (DA-1)

図-2 実験装置図

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 L S-DYNA3D を用いて行った。そして、解析結果を実験結果および Hertz 解と比較することとした。解析におけるモデル図を図-3に示す。モデルの対称性から実際の供試体の 1/2 を解析モデルとし、対称面鉛直方向の変位を拘束し、コンクリート躯体の底部を完全拘束した。また、重錘と T 型治具については Von Mises の降伏条件を使用している。

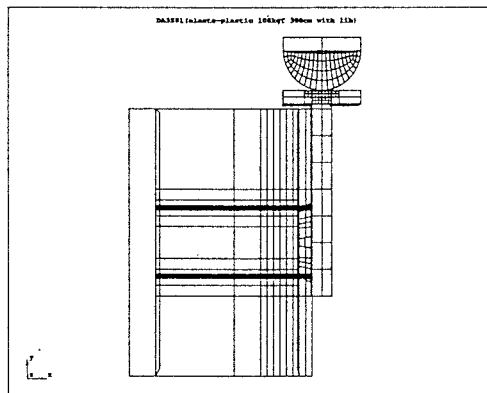


図-3 解析モデル図 (DA-1)

4. 解析結果

実験の際に加速度計を設置した位置(重錘最上部中央)における加速度応答波形の解析結果の例を図-4、定着構造についての変形図の例を図-5に示す。加速度波形の形状および衝撃継続時間(約1~1.5msec)は、ほぼ実験結果を再現している。

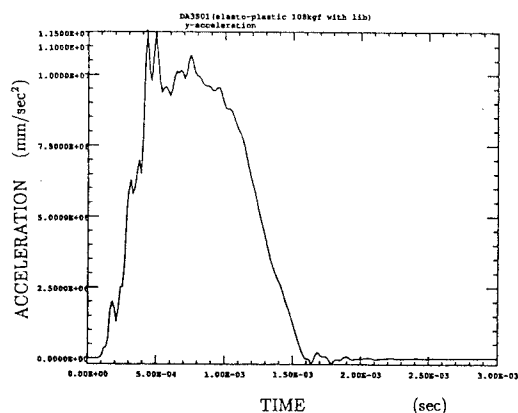


図-4 加速度応答波形(DA-1)

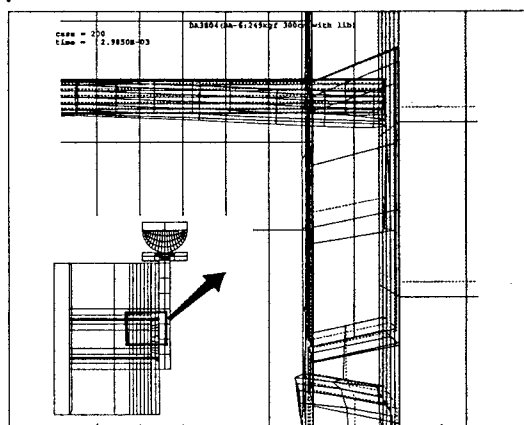


図-5 下部構造変形図

表-2 解析結果一覧

次に、実験に対応する解析モデルの結果についての一覧を表-2に示す。表中では解析によって得られた衝撃力およびHertz解を示し、また、それらの比についてもあわせて載せた。実験において低い落下高さで破壊に至ったものも存在するためそれらと

	解析モデル	落下高さ (cm)	ピーク加速度 (g)	衝撃力 (tonf)	Hertz 解 (tonf)	衝撃力 Hertz
DA-1,2	DA3S01	300	1150	124.2	451.9	0.275
DA-3	DA3S02	300	950	124.9	508.6	0.246
DA-4	DA3S03	300	640	145.0	704.8	0.206
DA-6	DA3S06	100	449	111.8	385.9	0.290
	DA3S04	300	900	224.1	746.0	0.300
DA-7	DA3S05	100	600	149.4	385.9	0.387
DA-8	DA3S07	100	445	110.8	385.9	0.287
DA-9	DA3S08	100	445	110.8	385.9	0.287
	DA3S09	300	900	224.1	746.0	0.300

の比較のため、DA-6とDA-9供試体については必要に応じ、2種類の落下高さに対応して解析を行った。

5. 衝撃力の評価

文献1)によれば、Hertz式から計算される解に補正係数0.4を乗じたものによって実験値を説明できると提案されている。表-2によれば、解析から得られた衝撃力とHertz解の比は約0.2~0.3となっており、若干小さな値であるが各供試体ではほぼ一定値となっている。また、各々の値を比較すると、DA-6とDA-9では2種類の落下高さとも、ほぼ等しい値となっており、これは実験結果からも得られた傾向であるが、ボルト本数の影響はないと考えられる。DA-8とDA-9(100cm)の結果もほぼ等しくなっており、ボルト本数が3本の定着構造の場合、リブの影響はないと思われる。この傾向も実験において見られたものである。DA-7のみが上記の比率が0.387と少し大きくなっているが、これはボルト4本の定着構造におけるリブがないための影響かと思われる。

6. おわりに

衝撃実験を対象とした非線形動的応答解析により、定着構造に与える衝撃力の各種パラメータの変化による差異について検討した。より広範囲にわたる検討、および算定係数に与える物性等の影響などについての検討は今後引き続き行っていく。

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。