

メタルライナーの取り付け構造に関する実験的研究

名古屋大学工学部 学生員〇片岡 誠
 名古屋大学工学部 正 員 伊藤義人
 栗本鉄工所 鋳物事業部 草田昭一

名古屋大学工学部 学生員 倉坪和弥
 名古屋大学工学部 正 員 宇佐美勉

1. まえがき

現在、砂防ダムおよびダムの排砂ゲートなどにおいて、粒径の大きい岩石によるコンクリートスラブの浸食や破壊などが大きな問題となっている。これらを防止する方法として耐摩耗性のメタルライナーの取付が検討されている。これはコンクリート表面を浸食から守り耐摩耗性の向上を目的としているが、土石流などの重衝撃に対しても十分に耐え得ることが必要である。しかし、メタルライナー取付構造物の耐荷力特性などは明らかになっておらず、設計指針は未だ確立されていないのが現状である。

そこで、メタルライナー取付構造物の耐荷力特性と耐衝撃性に関する基礎的データを得るために、一面せん断実験と斜め荷重載荷実験を行い、メタルライナーの形状及び取り付け構造や荷重形態の違いによるせん断耐力と最終的な破壊性状の違いを検討する。

2. 供試体および載荷方法

実験は、メタルライナーに水平力のみを想定したものを一面せん断実験で、鉛直力と水平力が同時に作用する場合を斜め荷重載荷実験で、一方向繰り返し載荷により行った。

供試体は、表-1に示すように一面せん断実験でAシリーズ3体、斜め荷重載荷実験でBシリーズ3体の合計6体である。供試体の概略図および載荷方法をそれぞれ図-1、図-2に示す。コンクリート躯体は3層構造になっており、1層目には早強コンクリートを2層目には普通コンクリートを最上部の3層目には無収縮モルタルをそれぞれ打設した。メタルライナーの形状及び取り付け構造については次の3タイプを実験対象とした。

表-1 供試体分類表

供試体名	ライナー形状	圧縮強度	最大耐荷力	破壊性状
A-1	平板	520 kgf/cm ²	20.6 tonf	アンカーボルトのせん断破壊
A-2	十字リブ付き	466 kgf/cm ²	76.9 tonf	リブ前面のコンクリートのせん断破壊
A-3	脚付き	580 kgf/cm ²	82.5 tonf	コンクリート躯体の割裂破壊
B-1	平板	584 kgf/cm ²	126.1 tonf	アンカーボルトのせん断破壊
B-2	十字リブ付き	536 kgf/cm ²	-----	破壊に至らなかった。
B-3	脚付き	531 kgf/cm ²	-----	破壊に至らなかった。

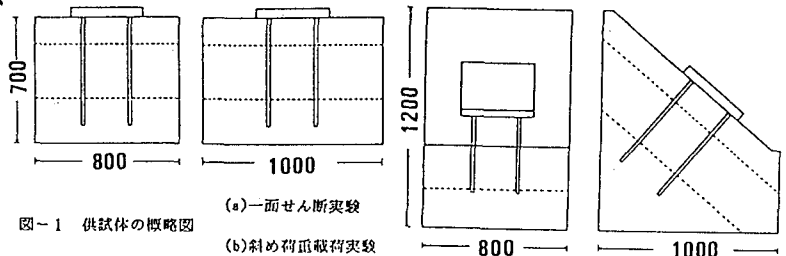


図-1 供試体の概略図

(a)一面せん断実験

(b)斜め荷重載荷実験

タイプ1：平板ライナーを4本のアンカーボルト

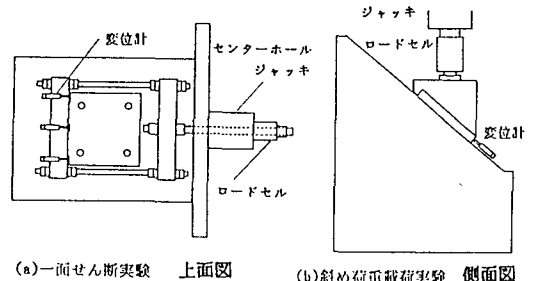
D19で取り付けたもの (図-3(a))

タイプ2：十字リブ付きライナーを4本のアンカーボルトD19で取り付けたもの

(図-3(b))

タイプ3：脚付きライナーを2本のアンカーボルト

D19で取り付けたもの (図-3(c))



(a)一面せん断実験 上面図

(b)斜め荷重載荷実験 側面図

3. 実験結果および考察

各供試体について最大耐荷力、破壊性状、及び材料試験により求められた最上部のモルタルの圧縮強度についてまとめたものを表-1に示す。また、荷重と

ライナーのすべり変位の関係について代表的なものとして図-4に、A-3供試体の結果を示す。

一面せん断実験のAシリーズ3体について、荷重-変位関係の包絡線図を図-5に示す。これら3体に着目してみると、表-1からも明らかなようにA-1は最大耐荷力がA-2、A-3に比べて約1/4とかなり小さい値であり、十字リブや脚構造がせん断耐荷力の面

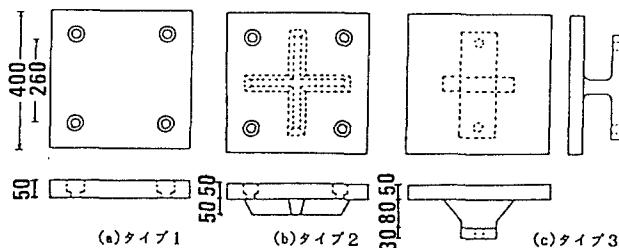


図-3 メタルライナーの形状及び取り付け構造

では非常に有効であることがわかった。変形特性についてもA-1では特に変形が大きく、最大荷重時の変位でA-2に比べて約3倍、A-3に比べて約2倍となっている。これは、A-2、A-3が、十字リブや脚構造を介してコンクリートにもせん断耐力を分担させているのに対し、平板のA-1では全ての水平荷重をアンカーボルトのせん断耐力だけに持たせているからであろう。A-1供試体では、コンクリート躯体には全く損傷がみられず2本のアンカーボルトの破断のみで崩壊モードが決まった。各種アンカーボルト設計指針（日本建築学会）¹⁾によると、コンクリート躯体中に定着された鉄筋アンカーボルト1本当りの許容せん断耐荷力は、

$$Q = 0.7 \times s_o a \times \sigma_{max} \quad \dots\dots (1)$$

で算定される。ここに、 $s_o a$ ：アンカーボルト1本当りのせん断断面積(cm^2)、 σ_{max} ：アンカーボルトの引張強度(kgf/cm^2)である。この式を用いて計算を行った結果、アンカーボルト4本分のせん断耐荷力は16.9tonfとなった。A-1ではこの荷重付近でアンカーボルトが4本とも降伏し、その後で2本が破断して最終的な最大耐荷力が20.6tonfになった。

次に、A-2とA-3を比較してみると最大耐荷力や変形特性には大きな差はない。しかし、その破壊性状に注目すると大きな違いがみられる。A-2ではアンカーボルトの変形を伴いつつ十字リブ前面のコンクリートがせん断破壊を起こした。一方、A-3ではアンカーボルトが変形していない状態でコンクリート躯体が割裂破壊している。一般的にコンクリートの破壊は脆性的であり、危険である。実際のメタルライナーの定着構造を考えると、エネルギー吸収能の面からもアンカーボルトに耐力を分担させアンカーボルトを先に降伏させる方が望ましい。その点では、今回の実験の中では十字リブ付きライナーをアンカーボルトで取り付けたタイプ2の構造の方が有利であると考えられる。

次に、タイプ1の供試体について一面せん断実験と斜め荷重載荷実験とを比較する。B-1の破壊もA-1と同じように、アンカーボルトの破断だけで決まった。B-1の斜め方向最大耐荷力を、ライナー表面に垂直な方向とせん断方向に分解すると、それぞれ45.4tonf、80.7tonfとなる。このせん断耐荷力をA-1の最大耐荷力と比較すると約60tonfの差がみられ、約4倍の大きさである。これは、B-1にはライナーに垂直な方向にかかる圧縮力によりせん断耐荷力が大きく上昇したことを意味する。

<参考文献>

- 1) 日本建築学会：各種合成構造設計指針（案）、昭和59年1月

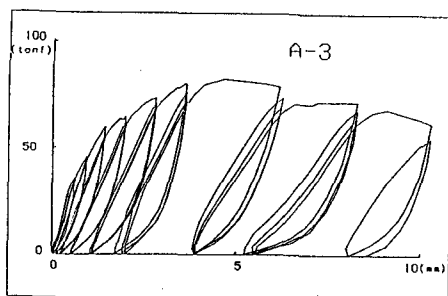


図-4 荷重-変位曲線 (A-3)

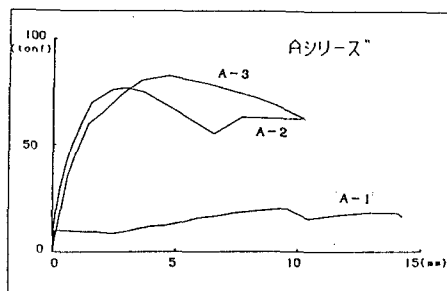


図-5 荷重-変位関係の包絡線 (Aシリーズ)