

## 美術館・博物館における美術工芸品の地震対策について

足利工業大学大学院 学生会員 美山 洋  
 足利工業大学工学部 正会員 篠 泉  
 池下工業 丸山 憲一

1. はじめに 美術工芸品は、貴重な文化的遺産であるため、地震国である我が国では、その地震時安全性は十分に確保されなければならない。しかし、過去の地震に際して美術館・博物館において美術工芸品に多くの被害が発生した。そこで、本研究では、美術館・博物館における美術工芸品の地震対策の現状をアンケート調査により把握することを試みた。また、「地震時に意図的にすべらせる」という地震対策に着目し、地震による美術工芸品の滑り量を計算機シミュレーションにより推定し検討した。

### 2. 美術館・博物館を対象としたアンケート調査

日本の美術館・博物館の中から、主に彫刻・工芸品などの立体作品を所蔵する 96 館を対象とし、1998 年 12 月～1999 年 3 月に美術工芸品の地震対策に関するアンケート調査を行ない、63 館より回答が得られた。同様な調査が全国 43 館の美術館を対象として、1990 年～1991 年に東京大学工学部土木工学科橋梁研究室によって実施されており(回収数 34)<sup>1)</sup>、阪神・淡路大震災をはさんで約 8 年の変化を検討することができる。

表 1 は、基準・マニュアルなどによった体系的な地震対策の必要性を尋ねる質問の回答をまとめたものである。今回は、体系的な地震対策を行っていない 57 館に尋ね、55 館から回答があった。今回の調査では、『不要である』の回答

がなくなり、『絶対に必要である』の回答が 23%から 43%に増えている。また、表 2 は、体系的な地震対策を導入する際の条件を尋ねる質問に対する回答を示したものである。これも体系的な地震対策を行っていない 57 館を対象とし、全館から回答を得ている。今回の調査では、『出来るだけ完璧な対策を導入したい』が増え、『簡単に出来るのであれば導入したい』が減っている。これらの変化は、阪神・淡路大震災、1993 年釧路沖地震による被害の影響と考えられる。

実際の地震対策としては、美術工芸品の種類や材質・形状にもよるが、『中空の台座を用い展示物と台座とをボルトで一体化している』、『糸やテグスを張って展示物を台座に固定している』、『展示物どうしの衝突を避けるため展示間隔を大きめにとっている』などが多く用いられている。また、美術工芸品用免震装置の導入希望は極めて多いものの、実際に導入している館は、少ないことが確認できた。

3. 計算機シミュレーションによる地震時すべり量の推定 美術工芸品の地震対策のうち『地震時に意図的にすべらせる』などを用いる際には、地震時に展示品がどの程度すべりを発生するかを把握する必要がある。また、鉛直地震動が滑りに与える影響についても明らかにする必要がある。そこで、水平 2 方向と鉛直方向の地震動が同時に作用したときの剛体の水平 2 方向すべり量を求める計算機プログラムを作成した<sup>2)</sup>。この

キーワード：美術工芸品，地震対策，アンケート調査，美術館・博物館，すべり

〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1，足利工業大学工学部土木工学科，TEL 0284-62-0605 FAX 0284-64-1061

表 1 体系的な地震対策の必要性に対する回答

選択肢	相対度数(%)	
	足利工大	東京大 <sup>1)</sup>
絶対に必要である	43	23
重要な展示物に対しては必要である	26	40
必ずしも必要ではないがあってもよい	11	20
不要である	0	3
その他	20	14

表 2 体系的な地震対策を導入する際の条件に対する回答

選択肢	相対度数(%)	
	足利工大	東京大 <sup>1)</sup>
出来るだけ完璧な対策を導入したい	24	14
重要な展示物に対しては導入したい	18	19
低コストならば導入したい	23	11
簡単に出来るのであれば導入したい	18	38
導入する必要はない	2	5
その他	15	13

プログラムを用いて表3に示す7種類の代表的な地震記録で剛体の地震地すべりを計算し、剛体の設置面での静摩擦係数 $\mu_s$ が動摩擦係数 $\mu_d$ と同じ場合と、 $\mu_s > \mu_d$ の場合の計算機シミュレーションを実施した。なお $\mu_s > \mu_d$ の場合、 $\mu_s = \mu_d \times 0.85$ とした。各地震波について、 $\mu_s$ をある美術館での測定値0.10<sup>1)</sup>、その半分の0.05とし、さらに0.10から0.01刻みで増加させ、すべりが全く生じなくなるまで $\mu_s$ を変化させた。水平二方向の相対変位(すべり量)の合成値の最大を表3に示す。 $\mu_s > \mu_d$ の方が $\mu_s = \mu_d$ よりすべり量がやや大きくなっている。また、鉛直動が作用する方がすべり量が大きくなるとは限らないこともわかる。すべり量が最大になったのはSYLMER波・鉛直動有り・ $\mu_s > \mu_d$ ・ $\mu_s = 0.05$ の時で59cmの水平すべりが発生することになる。

図1は、神戸波、釧路波、Sylmer波を入力地震記録として、鉛直動有り・ $\mu_s > \mu_d$ の場合の剛体の水平すべり量の合成値の最大を設置面での静摩擦係数に対して示したものである。Sylmer波の場合のように、静摩擦係数が大きいほどすべり量が小さくなるのが一般的な傾向であるが、神戸波と釧路波の場合異なっていた。神戸波では $\mu_s = 0.40$ 付近の時にすべりが最大になる。また、釧路波においては $\mu_s = 0.60, 0.80$ 付近ですべりが大きくなる範囲が存在する、という興味深い結果が得られた。図2は、上記と同じ条件で剛体の水平2方向絶対加速度応答の合成値の最大を静摩擦係数に対して示したものである。設置面での静摩擦係数が大きくなると、絶対加速度応答も大きくなることわかる。同様な傾向が他の地震波の場合にも見られた。

4.まとめ 今回実施したアンケート調査の結果から、阪神・淡路大震災での被害などを契機として、美術館等における体系的な地震対策の必要性がより強く感じられるようになったことが確認できた。さらに、実際に施されている地震対策が把握できた。また、剛体の地震時すべり解析を行った結果、神戸波・釧路波のすべり量に他と異なる特徴が見られた。これは地震波の波形や振動特性に関係があると考えられ、今後更なる研究が必要と考えられる。

謝辞 アンケート調査にご協力を頂いた美術館・博物館の方々に対し、感謝の意を表します。

参考文献 1) 西上裕之ほか：美術工芸品の地震対策，土木学会第46回年次学術講演会概要集，1-573, pp.1184-1185, 1991 2) M.S.Agabian 他：Evaluation of Seismic Mitigation Measures for Art Objects, GCI SCIENTIFIC PROGRAM REPORT, 1990

表3 各地震波での最大すべり量(単位:cm)

地震波	鉛直動 有り		鉛直動 無し	
	$\mu_s = \mu_d$	$\mu_s > \mu_d$	$\mu_s = \mu_d$	$\mu_s > \mu_d$
ELCENTRO波	19.7	21.7	19.5	21.9
SYLMER波	56.6	59.1	39.4	44.1
TAFT波	4.0	4.7	4.2	4.7
神戸波	36.2	37.8	41.5	41.7
釧路波	25.3	26.9	21.7	24.3
塩釜波	15.8	16.5	15.7	16.5
八戸波	9.0	10.4	9.6	10.3

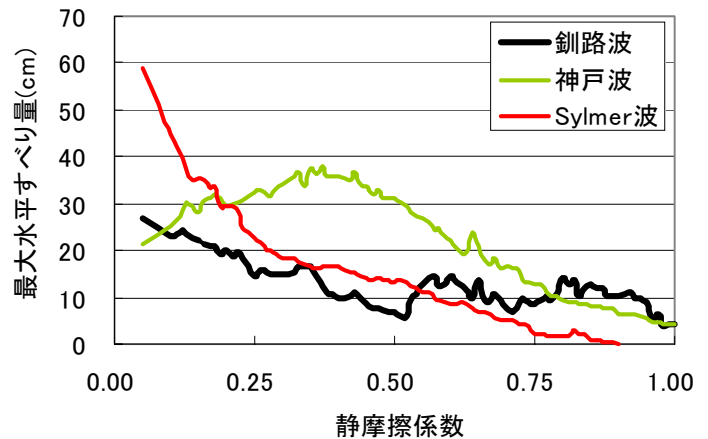


図1 設置面での静摩擦係数と最大水平すべり量

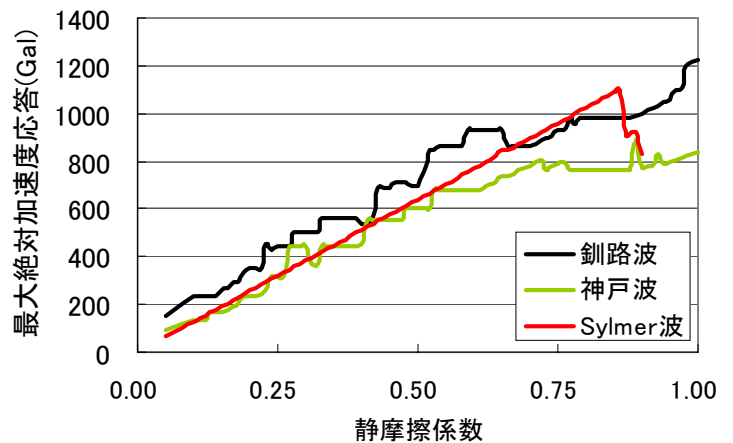


図2 設置面での静摩擦係数と最大絶対加速度応答