

地震時における大型ゲートの挙動について

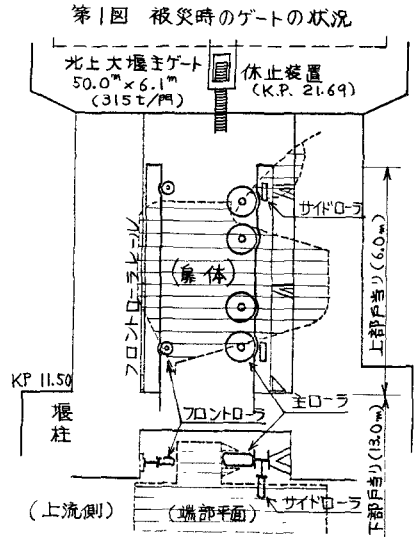
建設省 東北地方建設局 北上川下流工事事務所 正佐 久木 賢一
 道路部機械課 ○丹野 光正

1. まえがき

この報告は、昭和53年6月の宮城県沖地震において震災を受けた「北上大堰ゲート」等の損傷状況から、休止（吊下げ）状態における大型ゲートの地震時の挙動を推察し、これら大型ゲート設計上の問題点、及び今後の対応について検討したものである。

2 ゲートの損傷状況

被災時のゲート扉体、ローラー部と上部戸当り部の関係を第1図に示す。震災前から約90%の北上大堰ゲート（シエルゲート、扉高6.1m×径向50.0m 315t/門×3門 地3門）が、休止装置に吊下げた状態で、主として上下流方向に扉体が震動し、扉体付のローラー類で上部戸当りのローラーレールを叩き、レールと支持材（H形鋼）に、ねじれ変形、ウェブ及びフランジの座屈変形、フロント及びサイドローラーの損傷、休止装置作動機構の損傷、などを受けた。



3 有限要素法による座屈解析

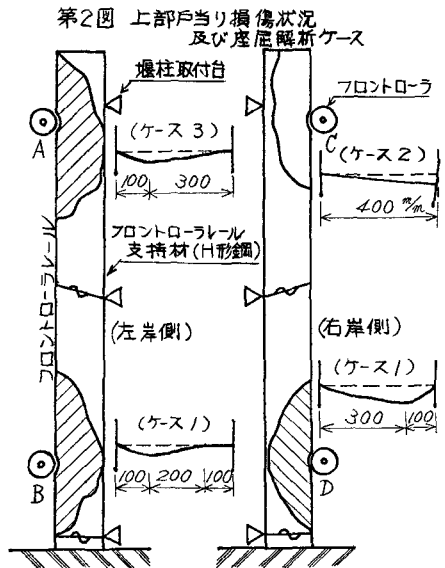
これらの損傷箇所は、設計震度 $KH=0.22$ として設計していたものであるが損傷を受けている。フロントローラーレールのうち、特異な損傷を示す、ウェブの座屈に着目し、有限要素法による座屈解析を行ない、地震荷重の推定を試みた。この結果、衝撃を含む設計震度は、かなり大きいものであった。第1表に、座屈荷重と想定震度を、第2表に南北橋の地震動の記録を示す。

4 地震時の対応

設計上の問題点と対策について検討してみた。なお、使用状態にある（水圧を受けている）場合における扉体荷重としての地震力の検討は出来なかったため、主として使用状態にない（水圧を受けていない、吊下げている）場合について検討した。その結果は、次のとおりである。

(1) 上部戸当り及びサイドローラー

保守管理上、取外し可能な構造でなければならぬし、これを強固なものとした場合の扉体、堰柱に対する影響、震度 V (80~250gal) を超える地震の頻度、地震エネルギーの吸収方法、などを考慮し、修復の容易なこれらの部分、例えば上部戸当り取付ボルト及びサイド



ローラー取付ボルトを、設計震度 $K_H=0.5\sim0.6$ 程度で剪断されるように設計する。

(2) 主ローラー及び扉体

主ローラー及び扉体端部について、分解実験の結果、特に損傷は認められなかった。従って、従来の設計手法で、必要な余裕率及び強度、剛性が確保されていれば、問題は無いと考えられるが、今回の場合は、上部戸当り等が損傷することによって、エネルギーが吸収された誤りであり、扉体の固有周期、堰柱との衝突時の挙動など、動的解析は今後の課題といえる。

(3) 休止装置及びワイヤロープ

休止装置の動作機構に損傷が生じ、ゲートの開閉実験も出来ない事態が生じたこと、検討の結果、ワイヤロープの伸び対策としての休止装置は必要ないと判断されたこと、などから、河川ゲートにおいては、今後、作業時のみに休止装置は使用するものとし、常時は扉体を休止装置にかけない、動力式(スクリーフフード式、パワーシリンダー式、ラック式など)は採用しない、遠方操作は行わない、などを検討している。又、ワイヤロープについて、上下発動時の強度検討が必要である。

(4) その他

建設途中(供用開始前)の大型ゲートの場合、商用電源及び操作制御装置は、工期の最終時期に設置する例が多く、ゲートの開閉は、予備動力(エンジン)によることとなる。この場合、すべての制御安全対策機構は動かず、それぞれの堰柱の開閉機(エンジン)操作により調節せざるを得ない。しかしながら、エンジンの不調、回転ムラや排気騒音による連絡の不徹底などから、しばしば問題が生じており、開閉が主動力で行われるよう、建設途中であっても、仮設電源あるいは、予備機などの準備が必要である。

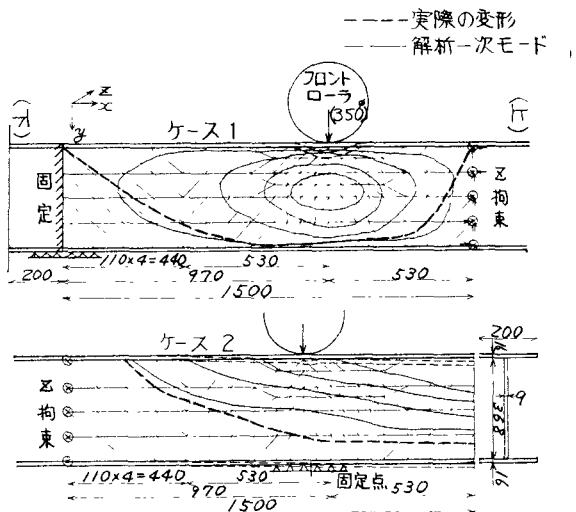
表1 座屈荷重と想定震度(K_H)

	一次モード			二次モード	
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース1	
座屈荷重	175t	48t	136t	299t	
K_H	ローラー4個 均等荷重	2.22	0.61	1.73	3.80
	ローラー2個	1.11	0.31	0.86	1.90

表2 地震動の記録

南北橋 (gal)		
	地盤	橋脚
橋軸	191.8	(橋脚側) 500以上
橋軸直角	288.7	333.0
上下	116.0	184.4

第3図 座屈モード (X-Y面、一次モード)



5 あとがき

地震時におけるゲートの挙動解析は、地盤の震動、堰柱との振る現象、共振など、複雑な要素が多く、今回の事例も吊下げ時の被災例であって、各位置におけるゲートの挙動解析の多くは、今後の課題といえる。

この報告が、大型ゲートの計画の参考となれば幸いである。