

Ⅱ-5

構造物に作用する海水荷重の研究（その1）

八戸工業大学 正会員 ○竹内貴弘
清水建設(株) 技術研究所 赤川敏
" " 河村宗夫
" " 正会員 脇田英治

1. はじめに

海水の漂う海上に構造物を建設する場合、構造物に作用する氷荷重をどのように評価するかは、設計上、重要な課題である。このような課題を解決するために、図-1に示す場所（北海道網走市）において、野外実験が実施された。本論文ではその実験結果について検討を行う。



図-1 実験サイトの位置

2. 実験の概要と実験結果

図-2は実験装置の平面図である。実験は結氷した港の岸壁に設けられた貫入装置の載荷板を海水に当て、それをジャッキで一定速度で押し、その圧力と変位を計測するものである。載荷板が氷板を押す速度として、3種類の設定し、実験が実施された。

図-3は実験結果（全貫入力の時変化）を示している。これらのうち、図-3(a)は速度 $v = 0.03 \text{ cm/s}$ 、図-3(b)は速度 $v = 0.3 \text{ cm/s}$ の場合、図-3(c)は速度 $v = 3 \text{ cm/s}$ の場合の結果である。

実験装置には、氷板を押す載荷板に氷板からの圧力を測定するためのセンサーが取り付けられている。図-3はそれらセンサーにより計測された載荷板全体の氷荷重値を

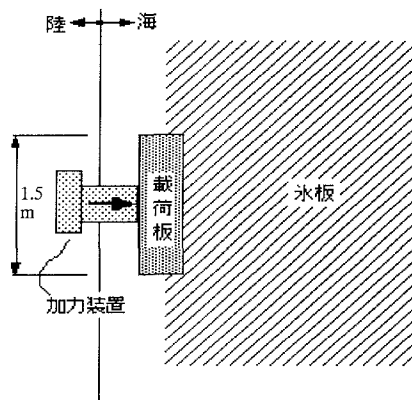


図-2 実験装置の設置概要（平面図）

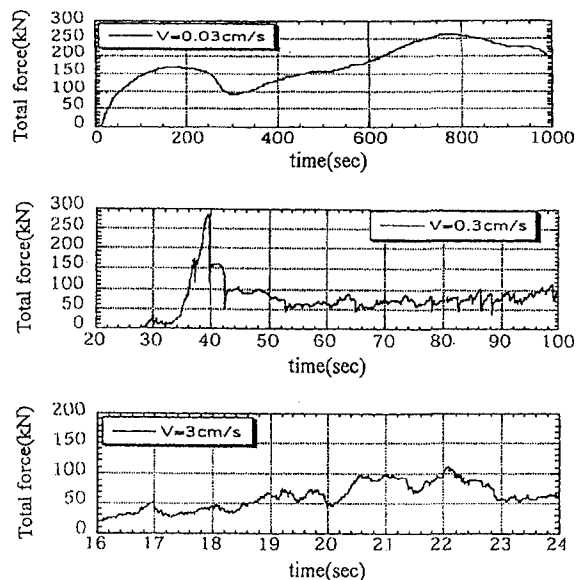


図-3 実験結果

キーワード：海水、荷重、FEM、粘弾性解析

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17, Tel 03-3820-5521, Fax : 03-3820-5955

縦軸に、時間を横軸に取ってプロットしたものである。

図-4 (a) ～ (C) は実験後の供試体の破壊状況の断面観察結果である。これらはそれぞれ図-3の (a)～(C) に対応している。図-4 (b)と(C) は破壊パターンが比較的似ているが、(a)と (b)・(C) とは破壊パターンが大きく異なっている。すなわち、前者では明瞭なクラックが生じることなく、変形しているのに対して、後者では両端部分と中心線に沿う部分に明瞭なクラックを生じている。

3. 有限要素法による粘弾性解析

図-4 (b)・(C) のようなクラックはどのようなメカニズムで生じるのか。また、図-3 (a) と (b)・(C) との破壊パターンの相違はどうして生じたのか。これらの点を解明するために有限要素法により粘弾性解析が計画された。

図-5 は図-4 のような破壊メカニズムをシミュレーションするためのFEM 解析モデルである。すなわち、氷板の上面は大気に接しており、下面は海水に接している。したがって、その部分は自由境界としている。また、奥行き方向は同様な載荷状態の氷板が連続しているの、平面ひずみ条件としている。そして、氷板は図に示すように一方の端から、等分布荷重を受け、

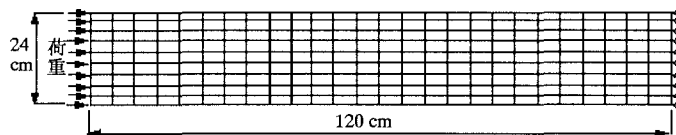
そこから所定距離離れた他端で固定状態にあるとする。なお、載荷板が接する氷板の表面では破碎された氷片が氷板の中心部から上下端部へ向かって排出されるため、その部分で摩擦力が氷板に作用する。解析ではこの摩擦力の大きさを載荷重の5%であるとして、考慮する。

本解析は次のような基礎方程式に基づくものである。

$$c \mathbf{I} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} - \nabla (D \nabla \mathbf{u}) = 0 \quad (1)$$

ここに、 $\mathbf{I}$ は単位マトリックス、 c は係数であり、解析では $c = 9.8 \times 10^6 \text{ Pa s/m}^2$ とする。 D は応力マトリックス（平面ひずみ）である。表-1 は解析に用いた入力定数のうち、実測値に基づいて設定された項目の値を示している。

図-5 FEM 解析モデル



謝辞：この研究は(社)日本海洋開発産業協会の受託研究の一部として実施したものである。研究を進めるに当たり御支援・御協力を頂いた北海道大学 佐伯浩教授を初め、多くの関係方々に謝意を表します。

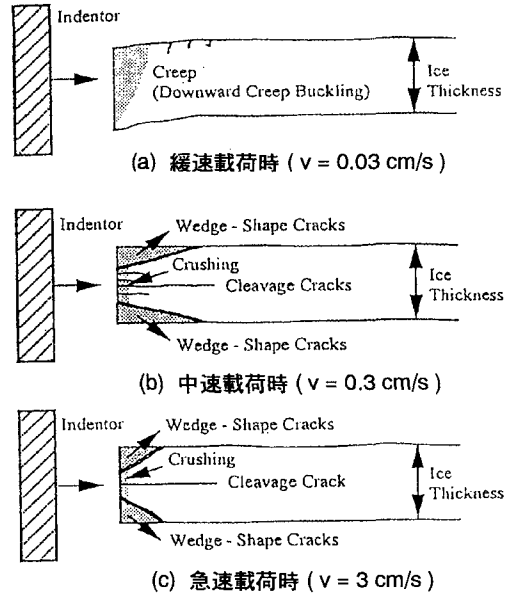


図-4 実験後の供試体の破壊状況の観察結果

表-1 解析に用いる入力定数

項 目		採用値
氷板の材質	ヤング率	$2.9 \times 10^5 \text{ Pa}$
	ポアソン比	0.3
	一軸圧縮強度	$1.0 \times 10^3 \text{ Pa}$