

II-6 構造物に作用する海水荷重の研究(その2)

清水建設(株) 技術研究所 正〇 脇田英治
" 河村宗夫
" 赤川敏
八戸工業大学 正会員 竹内貴弘

1. はじめに

海水の漂う海上に建設される構造物に作用する氷荷重を評価するために野外実験が実施された¹⁾。本論文ではその実験結果をシミュレートするために実施した有限要素解析の結果を検討し、氷板の破壊メカニズムについて考察を行う。

2. 粘弾性 FEM 解析の結果

図-1はFEM解析モデルである。解析条件は文献1)に記載したので、詳細は省略する。

図-2,3は解析の結果、得られた載荷開始から10秒後のミーゼス(Von Mises)の応力の分布をコンターで表示している。これらのうち、図-2は加力速度が遅い場合($v = 0.03 \text{ cm/s}$)の結果であるが、ミーゼスの応力分布は載荷位置から遠く離れた部分まで一様となる。したがって、この場合には、載荷位置付近で応力集中がなく、クラックが生じることはなく、断面が全体的に塑性化する。この様子は文献1)の実験結果($v = 0.03 \text{ cm/s}$)と符号するものである。

それに対して、図-3は加力速度が比較的速い($v = 0.3 \text{ cm/s}$)場合の解析結果である。この場合には、ミーゼスの応力分布が載荷位置付近で、大きく変化している。したがって、この応力が降伏応力を超過する部分を境として、図に示すようにクラックが発生すると考えられる。これはやはり文献1)の実験結果($v = 0.3 \text{ cm/s}$)と符号するものである。

以上の解析の結果によれば、図-3に点線で示すような端部の楔型クラック発生メカニズムは説明がつく。しかし、文献1)の実験結果では、端部の楔型クラックの他に、氷板の中心線付近にも中心線に沿うようなクラック(クリページ・クラック)が発生している。以上の解析ではこのクラックについて説明がつかない。そこで、この現象を説明するために、さらに、図-4のようなFEMモデルで解析を行った。

図-4のモデルは図-3のモデルで、載荷を行った結果、載荷板付近の氷板の端部にクラックが生じ、端部が欠け、その部分の氷板の形状が台形になった場合を想定している。この解析モデルで載荷速度 $v = 0.3 \text{ cm/s}$ の場合について、粘弾性 FEM 解析を実施した。

図-5,6はその解析結果である。図-5に示すコンターはY方向応力 σ_y の分布を表しているが、氷板の一部に引張領域が生じている。また、図-6に示すコンターはミーゼスの応力分布である。載荷板近傍の氷板の中心線付近でミーゼスの応力が最も大きくなっている様子がわかる。つまり、載荷板近傍の氷板の中心線付近が降伏し、その部分で氷板が引き裂かれるような変形を生じることになる。これらのことは文献1)の実験結果と符号している。つまり、氷板の破壊は図-7に示すように、最初に載荷板端部の斜め破壊が生じ、次に氷板の中心線に沿うクラックが生じているのではないかと考えられる。

3. あとがき

本論文で実施した解析の結果、複雑な氷板の破壊メカニズムに対して、一つの仮説を立て、可能性を実

キ-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

図 - 1
FEM 解析モデル I

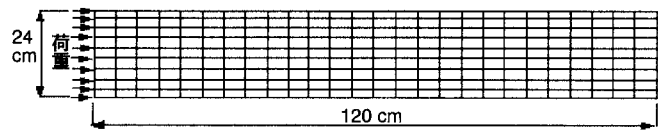


図 - 2
緩速載荷時 ($v = 0.03 \text{ cm/s}$)
のミーゼスの応力分布
(FEM 解析 I の結果)

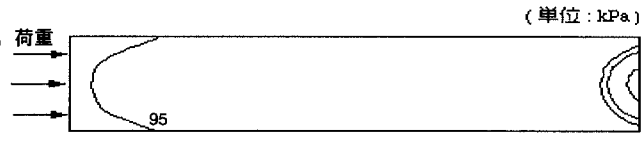


図 - 3
中速載荷時 ($v = 0.3 \text{ cm/s}$)
のミーゼスの応力分布
(FEM 解析 I の結果)

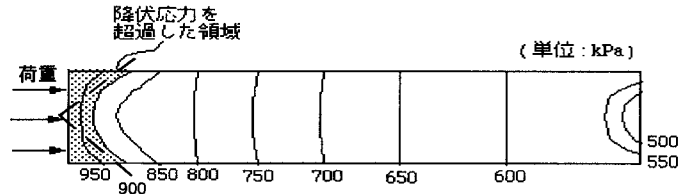


図 - 4
FEM 解析モデル II

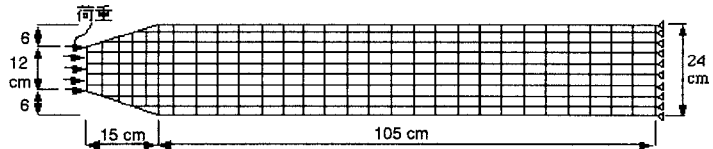


図 - 5
応力 σ_y の分布
(FEM 解析 II の結果)

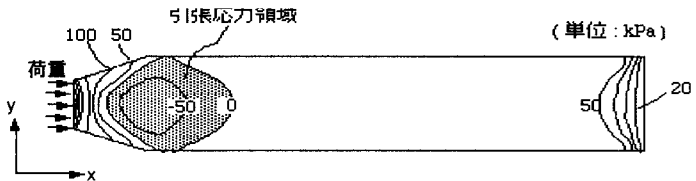


図 - 6
ミーゼスの応力分布
(FEM 解析 II の結果)

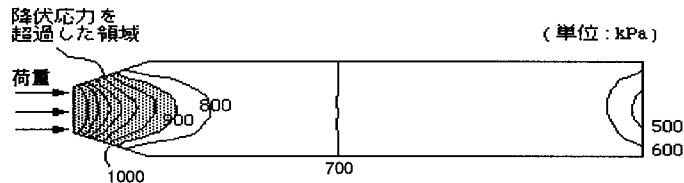
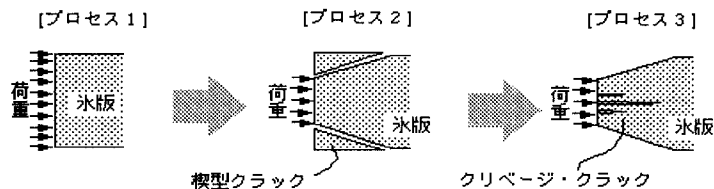


図 - 7
氷板の破壊
メカニズム



証することができた。ただし、今回、立証した破壊メカニズムは今回の実験に関して言えるものであり、現実の海水にそのままあてはまるとは限らない。したがって、現実の海水の力学的条件を調査し、それが今回の実験条件と異なれば、別の破壊メカニズムでの検討が必要となる場合も考えられる。今後、今回の解析結果を足掛かりとして、構造物に作用する氷荷重の解析をさらに押し進める予定である。

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。

<参考文献>

- 1) 竹内, 河村, 赤川, 脇田：構造物に作用する海水荷重の研究(その 1), 第 54 回土木学会年次学術講演会(投稿中)