

港湾地域における地表面下の空洞の発生傾向について

東洋大学工学部環境建設学科 学生会員 ○石渡 崇泰
 東洋大学工学部環境建設学科教授 フェロー 福手 勤
 ジオ・サーチ株式会社 雑賀 正嗣

1. はじめに

近年、港湾地域の埋立地において陥没の被害が報告されている。港湾地域における主な陥没発生原因は、波浪によって、護岸構造物の裏込材料が吸い出され、空洞が発生することにある。こうして発生した空洞は、合体・拡大しながら、地表面直下に移動し、短期間で大規模な陥没に至る傾向があり、地震や台風などの自然災害時には、大幅にその被害が拡大する。

本研究では、それら陥没被害の原因となる空洞の発生傾向を調べる事により、災害時の危険箇所の選定や空洞調査の効率化など、港湾地域における、空洞・陥没発生の低減の一助となることを目的とする。



写真 1 港湾における空洞化の被害

2. GPR(地中レーダ)

地表面下の空洞を探索する技術に、GPR(地中レーダ、Ground Penetrating Radar)がある。これは電磁波の反射特性を利用して、地下情報を可視化する方法で、非破壊で調査でき、空洞探索以外にも埋設管探索、地層調査、遺跡調査などにも活用されている。

3. 本研究の使用データについて

福岡県西方沖地震(2005 年)によって、海岸埋立地における空洞化の被害が報告された。震源に隣接する博多港においても、空洞化の被害を受けた。本研究は、

キーワード 空洞 港湾 陥没

連絡先 東洋大学工学部環境建設学科ストックマネジメント研究室

〒350-858 川越市鯨井 2100 TEL 049-239-182

その博多港を、前で述べた GPR によって調査されたデータをもとに行った。今回の空洞調査に使用された探査機器の一つ、地中レーダアンテナを搭載した港湾空洞探査車の詳細を以下に記述する。本研究は、主にこの港湾空洞探査車で得られたデータを使用した。

・港湾空洞探査車(自走式 探査速度 Max15km/h 調査幅 2.45m 探査深度 1.5m レーダ中心周波数 500MHz)

4. 分析結果

4-1 岸壁の構造形式と空洞発生の関係

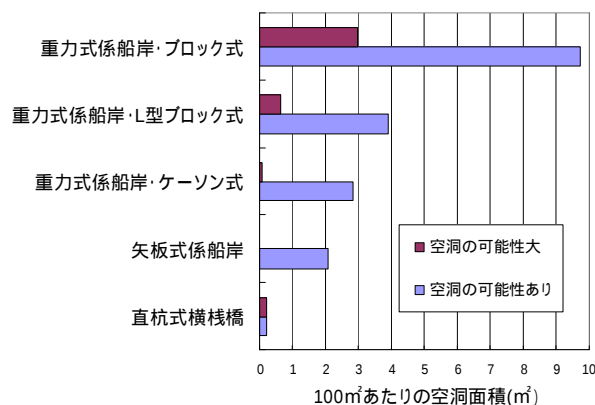


図-1 岸壁の構造形式別による空洞の発生面積

図-1 は岸壁の構造形式ごとに分類し、空洞の発生面積を比較したものである。また、「空洞の可能性大」と「空洞の可能性あり」だが、「空洞の可能性大」は地中レーダ結果のから空洞の可能性が非常に高いと判断したもの、一方、「空洞の可能性あり」は地中レーダ結果から空洞である可能性が高いと考えられるものである。確実に空洞の有無を判定するためには、スコープ調査などが必要となる。図-1 で示すように、重力式岸壁のブロック式の構造形式が他形式に比べ、空洞の発生傾向が大きい。ブロック式はいくつものブロックを積み

上げた構造になっており、大きな地震動によって、ブロックがずれるなど、地震の影響を大きく受けたものと考えられる。

4.2 建造物の竣工時期と空洞発生との関係

図-2は、港湾地域の竣工時期を20年ごとに分けて示した図である(空洞の可能性大のみ)。1974年以降に建設された地域の空洞発生面積はそれ以前に比べて低くなっている。古く建設されたものは老朽化も進み、ひび割れなどの、裏込材料の吸い出される要素が、多いと思われる。

4.3 壁体の裏からの距離と空洞発生との関係

壁体はコンクリート構造なので、壁体自体に空洞が発生することはない、そのため壁体が埋まっている箇所に空洞は発生しない。図-3はその壁体の裏からの距離を5m間隔で分割し、空洞発生面積の違いを示したものである。壁体のすぐ裏から15m付近にかけて、空洞が集中しているのに対し、15m以降、空洞は急激に少なくなっていることが分かる。

4.4 地震による液状化現象と空洞発生との関係

地震によって引き起こされる現象の一つに液状化現象がある。この液状化は、福岡県西方沖地震でも見受けられた。そこで、液状化が発生した箇所がある岸壁と液状化の発生が見られなかった岸壁との間で、空洞の発生面積の違いを図-4に示す。液状化が見られた岸壁では、見られなかった岸壁の2倍近い空洞の発生がみられた。このことから液状化現象は地盤の空洞化に大きく寄与していることが分かる。

5. まとめ

- (1)重力式係船岸のブロック式では、他の構造形式に比べ空洞の発生傾向も大きい。
- (2)竣工時期が早い構造物では、比較的大きいと思われる空洞の発生傾向が大きい。
- (3)壁体の裏から15m付近に空洞化が比較的多い。
- (4)地震時に起こる液状化により、空洞の発生や拡大の危険が高まる。
- (5)本研究は、博多港のみのデータを分析したものであり、さらに一般的な結論を得るためには他の地域でのデータを収集する必要がある。
- (6)本研究を実施するにあたり、データを提供していた

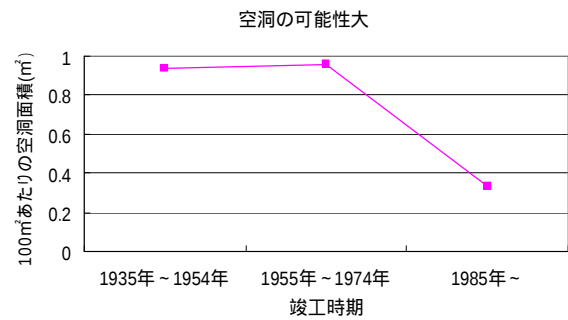


図-2 竣工時期と空洞発生面積

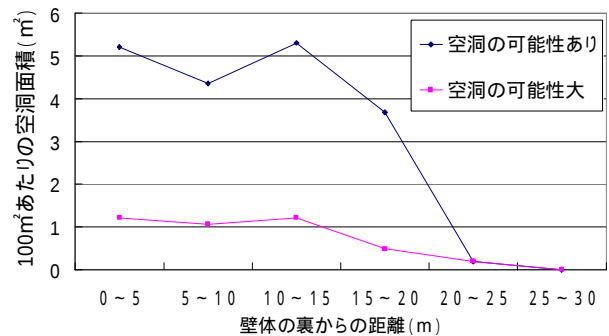


図-3 壁体の裏から距離と空洞発生面積

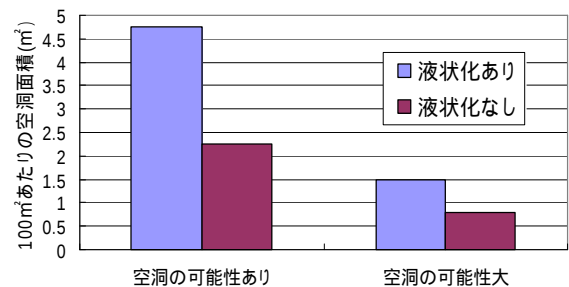


図-4 液状化と空洞発生面積

だいた国土交通省九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所、現場見学、データ提供などご協力いただいた(株)五省コンサルタントの藤田浩一氏、現場見学、データ提供などで、ご指導ご援助いただいたジオ・サーチ(株)の島野好氏に、厚く御礼申し上げます。

6. 参考文献

- (1)地盤工学会調査団 福岡県西方沖地震における地震被害調査速報(第3報) p32
<http://www.jiban.or.jp/saigai/hukuoka/4.8.pdf>
- (2)基礎地盤コンサルタンツ 平成7年(2005年)福岡県西方沖地震調査報告書 p22
- (3)地質ニュース 537号 6-7頁 1999年5月 倉本真一 GPRを用いた地下イメージング研究