

巨大地震時における名古屋港ポートアイランドの地盤変状に関する数値解析

名古屋大学 正会員 ○酒井 崇之

名古屋大学 フェロー会員 野田 利弘 中野 正樹

財団法人地震予知総合研究振興会 フェロー会員 浅岡 顕

1. はじめに

名古屋港ポートアイランド(以下、PI)には、名古屋港の機能維持のために、毎年多くの浚渫土砂が仮置きされている。例えば、第1PIの場合、現在では計画段階の浚渫土の埋立天端高である海拔6mを上回る海拔約16mまで仮置き形で盛立てられており、今後も埋立ての可能性はある。このような状況下で、今後切迫する南海トラフ地震によって、PIの護岸が被害を受けると、PIが浚渫土を受け入れられなくなり、名古屋港の機能低下に直結する恐れがある。また、地震による浚渫土の海への流出も名古屋港の機能面や環境

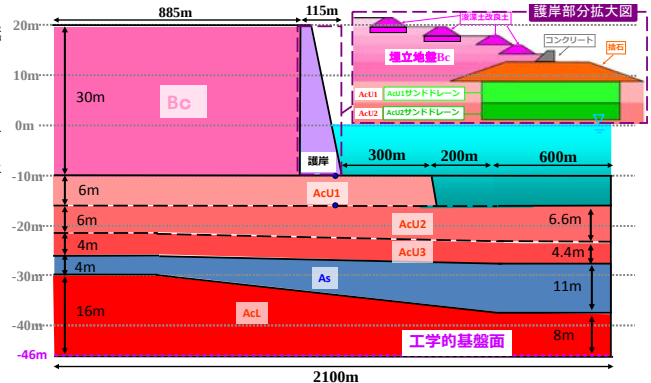


図1 解析断面概要図

面に多大な影響をもたらすため防がなければならない。これらのため、PIの護岸や埋立地盤、直下の自然堆積地盤からなるPI全体の地震時の挙動を把握し、弱点箇所を抽出することは喫緊の課題である。そこで、本研究では、第1PIを対象とし、最大クラスの南海トラフ地震を想定した場合に当該地点で想定される地震動を入力し、地震応答解析を実施した。解析では、現状の天端高における地盤の挙動を調べるとともに、今後更に埋立した場合などを想定し、埋立天端高の異なる3ケースについて解析を行った。解析には、土の構成式に骨格構造(構造・過圧密・異方性)とその働きを記述するSYS Cam-clay model¹⁾を搭載した水～土連成有限変形解析コード(GEOASIA²⁾)を用いた。

2. 埋立天端高の異なる人工島の建設解析と地震応答解析

図1は対象となる第1PI護岸の断面図である。モデル化の詳細は、文献3)を参照されたい。解析は埋立天端高が海拔12m、16m、20mの3ケース行った(図1は埋立天端高20mの場合)。第1PIは昭和49年に建設を開始し、埋立天端高16mに達するまでに要した期間は約30年間であるため、解析は平面ひずみ条件で行ったが、できる限り施工履歴を考慮し同じ期間をかけて断面を作製した。

埋立天端高が12mの場合については、一度天端高を16mまで埋立した6年後に、

天端高12mまで埋立土砂を4年間かけて掘削除去している。埋立天端高が20mの場合については、天端高を16mまで埋立した6年後に、4年間かけて埋立を行った。つまり、天端高12mと20mのケースは約40年かけて断面を作製した。図2は入力地震動を示す。最大加速度が約500galであり、継続時間が長い地震動である。地震動が建設開始41年後の平成27年に起きることを想定し、この地震動をそれぞれ地盤底面の全有限要素節点の水平方向に入力した。

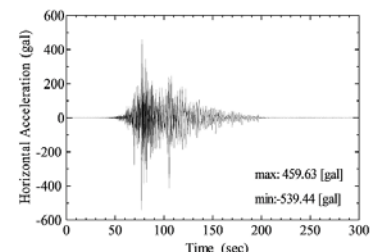


図2 入力地震動

図3は地震開始直前、地震終了直後におけるせん断ひずみ分布を示す。いずれのケースにおいても、埋立によるひずみはほとんど発生していない。地震後に着目すると、埋立天端高が高くなるにつれて、地盤の変形が大きくなっている様子がわかる。埋立天端高が20mの場合はマウンドの下の軟弱粘土層の層境や、埋立地盤部において大きなひずみが発生しており、埋立地盤がコンクリート護岸に乗り上げている。また、埋立地盤からマウンドの下の自然堆積地盤にかけてすべり面のようにひずみが発生し、マウンドの前面が大きく膨張して

キーワード 埋立地盤, 軟弱地盤, 有限要素法, 水～土連成, 地震応答解析

連絡先 〒464-0083 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院社会基盤工学専攻 TEL 052-789-2734

いる。埋立天端高が 16m の場合では、埋立地盤や自然堆積地盤にひずみが発生しているが、埋立天端高が 20m の場合に比べれば、せん断ひずみが大きい部分がかなり少ない。また、埋立天端高が 20m の場合で見られた埋立地盤からマウンド下にかけてのすべり面は見られず、マウンド全面の膨張が小さい。埋立天端高が 12m の場合は、埋立地盤にのみ大きいひずみが発生し、自然堆積地盤には大きいひずみが発生しなかった。

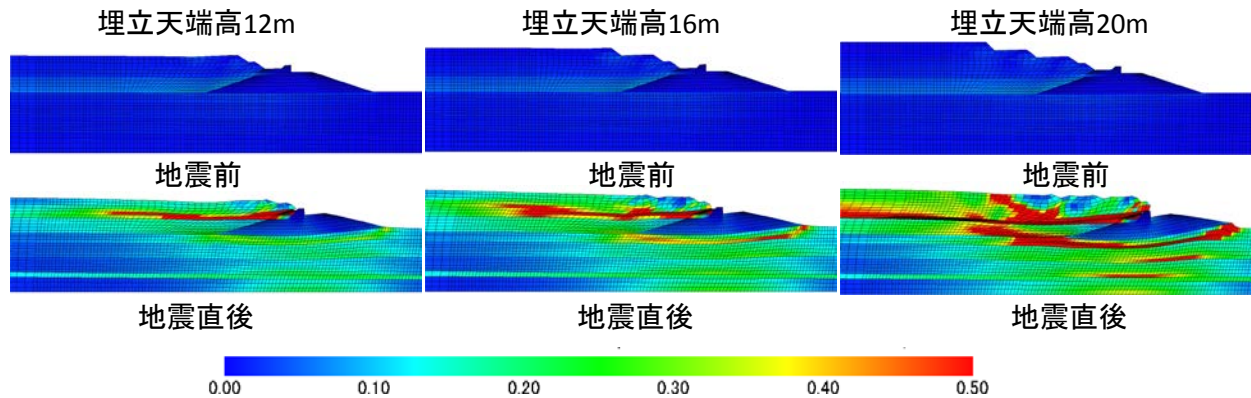


図 3 せん断ひずみ分布

図 5, 6 は水平変位および沈下量をそれぞれ示す。点 1~3 については、図 4 が示す通りである。点 1 において、水平変位は埋立天端高が 20m の場合では 40m 程度発生し、大変形している。埋立天端高が 12m, 16m の場合では、どの点においても、水平変位が埋立天端高 20m の場合に比べ半減している。沈下量は、特に点 3 に大きい違いが現れ、埋立天端高が 12m, 16m の場合は沈下しているのに対し、埋立天端高が 20m の場合は膨張している。これは、円弧すべりのようなすべり面がマウンド下の自然堆積地盤に現れたためである。

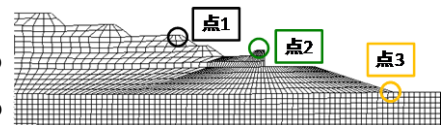


図 4 着目した点

3. まとめ

解析の結果、天端が低い時は、埋立地盤のみに大きいひずみが発生し、天端が高くなるにつれて、埋立地盤以外に捨石マウンド下部の自然堆積地盤にもひずみが発生する。埋立天端高 20m の場合では、埋立地盤から自然堆積地盤まで大きいひずみが発生する部分が繋がって大規模なすべり面を形成することがわかった。つまり、天端が高くなると、地震動によって、地盤が大変形を起こす危険性が高まることがわかった。特に 16m から 20m まで埋立天端高を上げた時に変形が大きくなるため、現在よりも嵩上げすることは、護岸の耐震上危険であり、土砂流出のリスクが増す。本報告では、紙面の都合上、地震後の挙動については省略したが、発表当日に示したい。

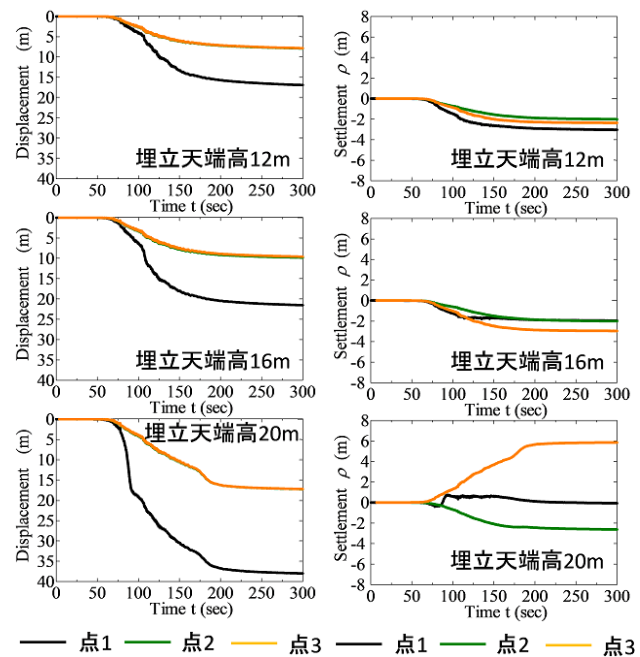


図 5 水平変位

図 6 沈下量

謝辞 科学研究費補助金（基盤研究(S)：課題番号 21226012，基盤研究(A)：25249064）に関する研究である。本研究を実施するにあたり、国土交通省中部地方整備局 名古屋港湾事務所にご支援・ご協力いただいた。ここに謝意を表する。

参考文献

1) Asaoka et al.(2002): An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanisms of soils, S & F, 42(5), pp.47-57. 2) Noda et al. (2008): Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-slay model, S & F, 48(6), pp. 771-790. 3) 酒井崇之他(2012)：軟弱粘土層上の巨大人工島の埋立履歴を考慮したモデル化と地震応答解析，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，pp.345-346，2012