

埋立地における液状化履歴

(その1) 液状化発生と埋立て後の経過年数との関係

早稲田大学 正会員○若松加寿江 九州工業大学 正会員 安田 進
東海大学 正会員 浜田 政則 佐藤工業(株) 正会員 吉田 望

1. はじめに

近年大都市周辺における臨海部の開発が盛んになり、いわゆるウォーターフロントプロジェクトは現在計画中のものを含めると全国で100を上回っている。一方、1987年千葉県東方沖地震や昨年(1989年)のロマブリータ地震では、臨海部の埋立地で広い範囲に液状化が発生し、埋立地の液状化に対する懸念が深まってきている。そこで、筆者らは既往の地震による埋立地での液状化事例を収集し、構造物の被害状況、埋立て年代・材料・工法等と液状化との関係を検討している。本文では、まず埋立て後の経過年数と液状化のし易さとの関係について検討した結果を報告する。

2. 調査方法

既往の文献等の中から埋立地における液状化発生事例を収集した。一方、埋立て造成工事資料等を収集し、埋立て竣工年から液状化を発生させた地震までの年数(以下埋立て後の経過年数と呼ぶ)を調べた。工事資料等が見つからない場合は、旧版地形図や航空写真より埋立ての時期を推定した。なお、埋立地は海岸、湖沼、河川な

表1 外国での埋立地における液状化発生事例

地震名(発生年)	M	液状化が発生した地域
サンフランシスコ地震(1906)	8.0	サンフランシスコ湾沿岸
メキシコ地震(1985)	7.9	ラサロカルディナス
ロマブリータ地震(1989)	7.1	サンフランシスコ湾沿岸

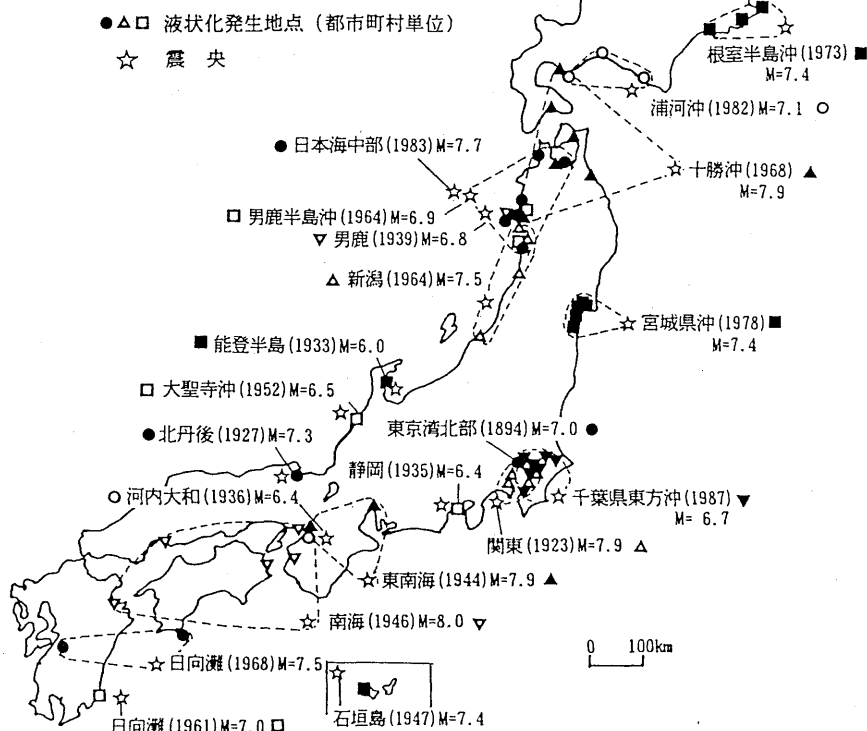


図1 既往の地震による埋立地における液状化発生地点

ど旧水面上の大規模な埋立地のみを対象とし、小さな池沼の埋立地、干拓地(排水によって陸地化した土地)や水田上の盛土地は検討の対象外とした。

3. 調査結果

表1および図1に埋立地における液状化発生事例を示す。液状化発生地点の詳細は省略したが、同時期に造成された町丁目程度を1地点とカウントして約200地点ある。わが国では、明治中期の地震を始めとして、大正12年の関東地震では30余りの埋立地で液状化が発生しており、埋立地盤での液状化が必ずしも新しいタイプの災害ではないことがうかがわれる。また地域的にも北海道から沖縄県まで全国に及んでいる。

図2は、埋立て後の経過年数と液状化発生地点数との関係を示している。液状化発生地点の過半

数が埋立て後20年未満の埋立地であり、85%が40年未満の埋立地で占められている。

図3は、液状化を発生させた地震のマグニチュードと埋立て後の経過年数との関係を示している。図から地震のマグニチュードが大きくなるにつれて、経過年数が大きい(古い)埋立地でも液状化が発生する傾向が認められる。図には外国での事例も含まれているが、昨年のロムプリータ地震による2地点ではマグニチュードの割には古い埋立地で液状化が発生したといえる。

次に、液状化が発生した地点の地震動の強さと埋立て後の経過年数との関係を検討した。ただし、図1に示した液状化地点のうち強震記録が得られたのは新潟地震の川岸町と日本海中部地震の八郎潟正面堤防だけである。また、各地点の土質条件等も今のところ十分明らかではない。そこで既往の距離減衰式を用いて各液状化地点の地表最大加速度を推定し、埋立て後の経過年数との関係を検討した。距離減衰式は多数提案されているが、図1に示した液状化地点には東京湾や伊勢湾沿岸など軟弱な沖積層が厚い地盤が多く含まれていることから、ここでは道路橋示方書の4種地盤に対する式 $A_{max} = 12.8 \times 10^{-0.432M} \times (\Delta + 10)^{-1.122}$ を用いた。外国の液状化地点については改正メルカリ震度階による震度分布等から推定した。図4にその結果を示す。図には非液状化地点も併せて示した。非液状化地点とは、他の地震では液状化が発生したが、その地震では発生しなかった地点のことを意味する。図から、埋立て後40年未満の埋立地では地表最大加速度が50~100gal程度で液状化が発生し始め、加速度が大きくなるにつれて液状化を生ずる経過年数の上限値も大きくなることがわかる。50~100galの間では、液状化地点(□▲●◆)と非液状化地点(×)が混在しているが、距離減衰式による地表最大加速度の予測誤差を考慮し、また図3で例外的な値を示したロムプリータ地震による2地点を除くと、液状化地点と非液状化地点は図中破線で示した曲線で概ね区別できる。これによれば、埋立て後100年以上の埋立地では、液状化は地震動の大きさにかかわらず極めて発生しにくくなると言える。

4. まとめ

過去の液状化の履歴から埋立地における液状化のし易さと埋立て後の経過年数との関係を検討した。その結果、埋立て後40年未満の埋立地が最も液状化を生じ易く、地表面最大加速度が大きくなるにつれて、古い埋立地でも液状化が発生する傾向にあることがわかった。ただし、埋立て後100年以上を経過した埋立地では地震動の強さにかかわらず液状化が起こりにくくなる傾向も認められた。今後、埋立て材料や工法等と液状化のし易さとの関係についても明らかにする予定である。なお、本研究は文部省科学研究費(総合研究A)の補助を受けている。

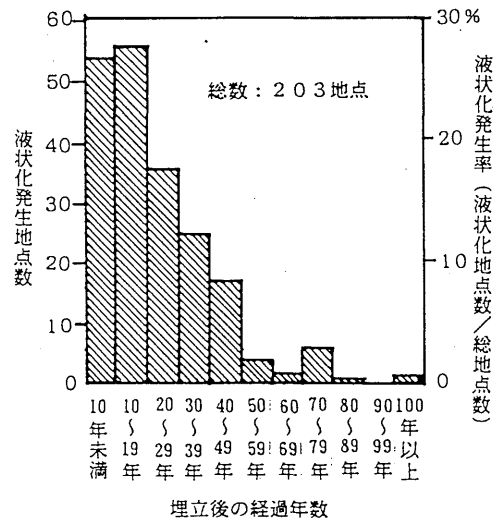


図2 埋立後の経過年数と液状化発生地点数との関係

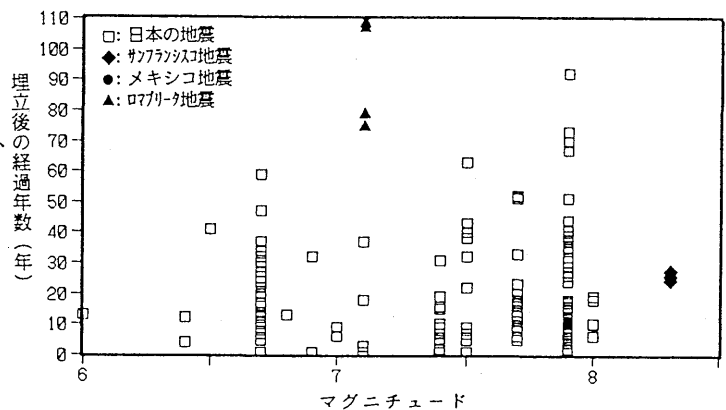


図3 地震のマグニチュードと埋立後の経過年数との関係

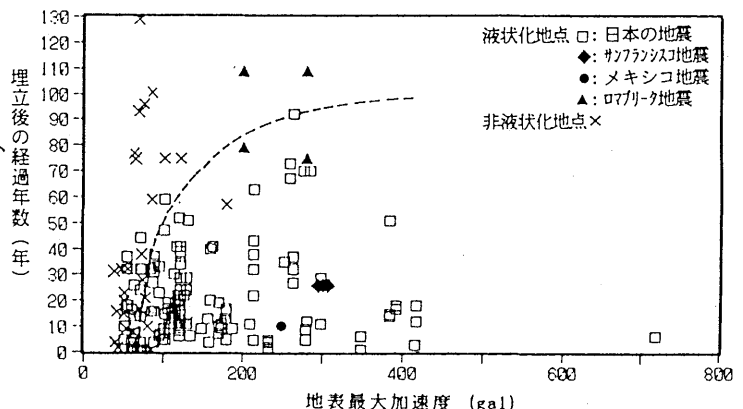


図4 地表最大加速度と埋立後の経過年数との関係