

## 12. 土木構造物の被害予測

### 12.1 概要

ここでは、土木構造物として海岸堤防と造成地について検討した。海岸堤防については、中央防災会議(2003)<sup>1</sup>の東海地震および東南海・南海地震被害想定の際作成された千葉県全域の海岸堤防高から定性的な危険度の予測を行った。

造成地については、昭和20年代～昭和40年代前半の地形図と現在の1/25,000地形図との地形変化を読み取り造成盛土および切土の分布図を作成した。

### 12.2 検討の流れ

土木構造物の被害予測の検討の流れを図12.2-1に示した。

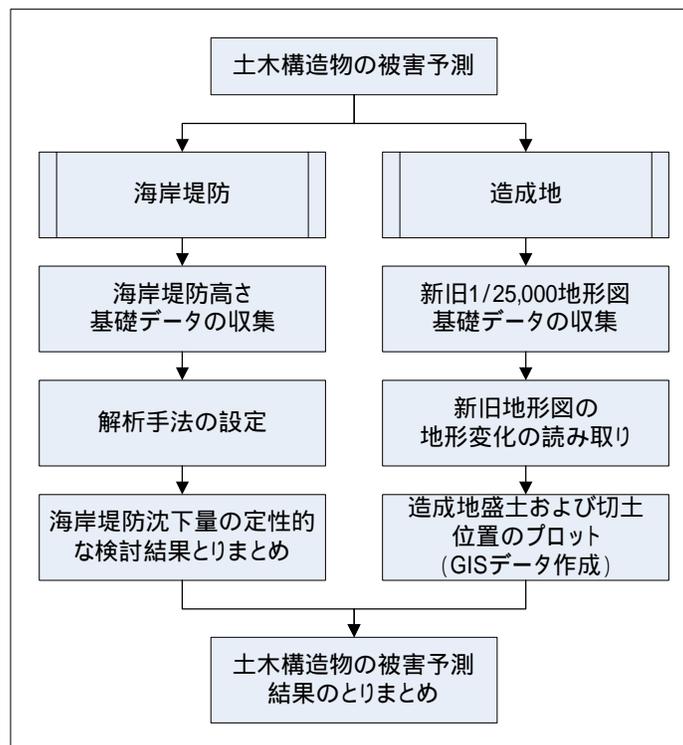


図 12.2-1 土木構造物の被害予測の流れ

### 12.3 海岸堤防の被害予測

#### 12.3.1 被害予測手法

海岸堤防の被害予測は、以下の手法によった。

Ishihara & Yoshimine(1992)<sup>2</sup>による液状化による体積圧縮ひずみと $F_L$ 値の関係図(図12.3-1)を用いた。

さらに図12.3-2に一例を示すIshihara & Yoshimine(1992)による1964年新潟地震での新潟市川岸町付近の6地点の沈下量検討結果から、 $P_L$ 値を算出した。

図12.3-3に示すように、液状化による体積圧縮ひずみから算出した地盤の沈下量とこの $P_L$ 値の関係を検討した。図12.3-3は6地点の最大沈下量=51cmで基準化した図である。

図 12.3-4 に示すように、一般に堤防の地震による沈下は、液状化による浮力が働くため、最大  $0.75H$  ( $H$  は堤防の高さ) といわれている。

この  $0.75H$  を最大沈下量として、図 12.3-3 の関係を基に、 $F_L$  値と堤防沈下量の関係を表 12.3-1 のようにとりまとめた。

海岸堤防の被害予測では、この表 12.3-1 の関係を基に、堤防高さだけを使用して、地震後の沈下量の定性的検討を行った。

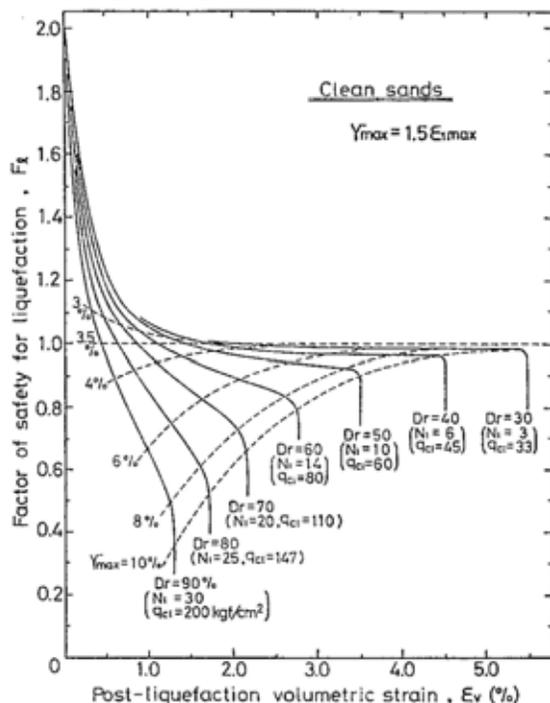


図 12.3-1 Ishihara & Yoshimine(1992)による $F_L$ 値と体積圧縮ひずみの関係

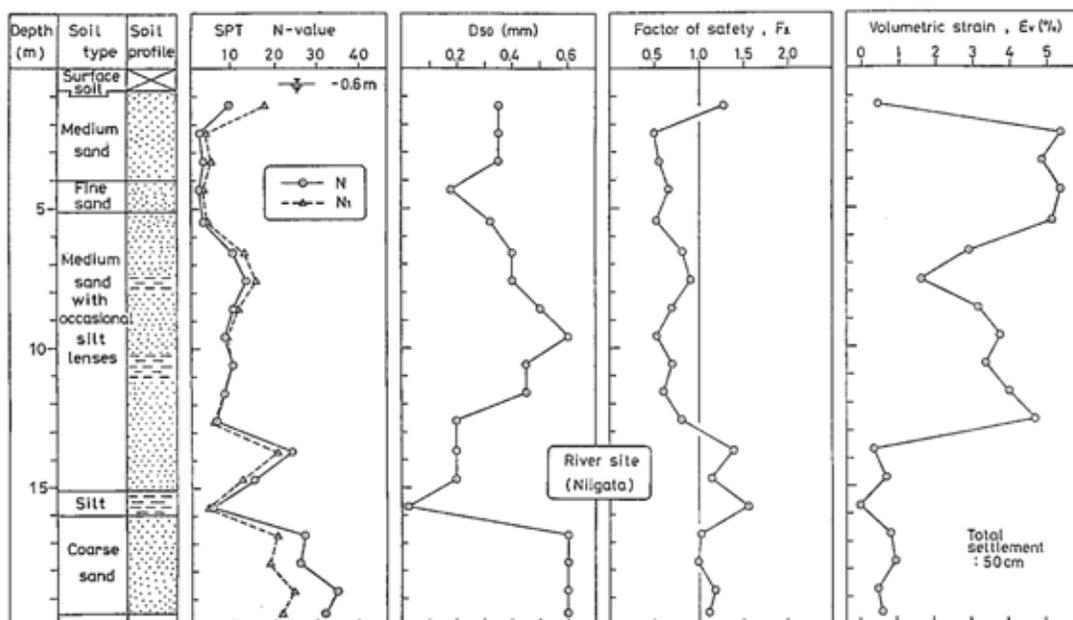


図 12.3-2 Ishihara & Yoshimine(1992)による新潟地区の土性図と解析した沈下量 (No.1 地点)

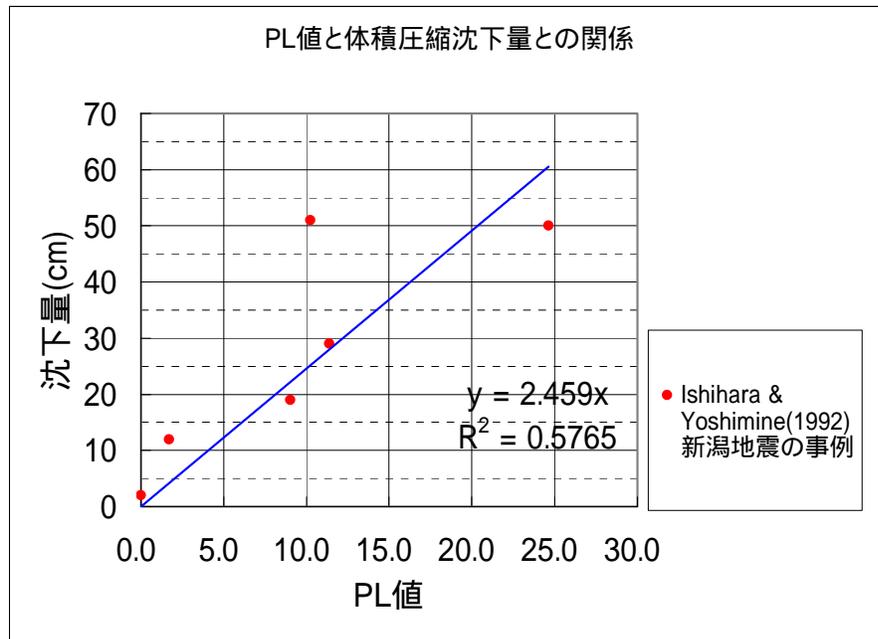


図 12.3-3 PL 値と液状化による体積圧縮ひずみ沈下量比の関係

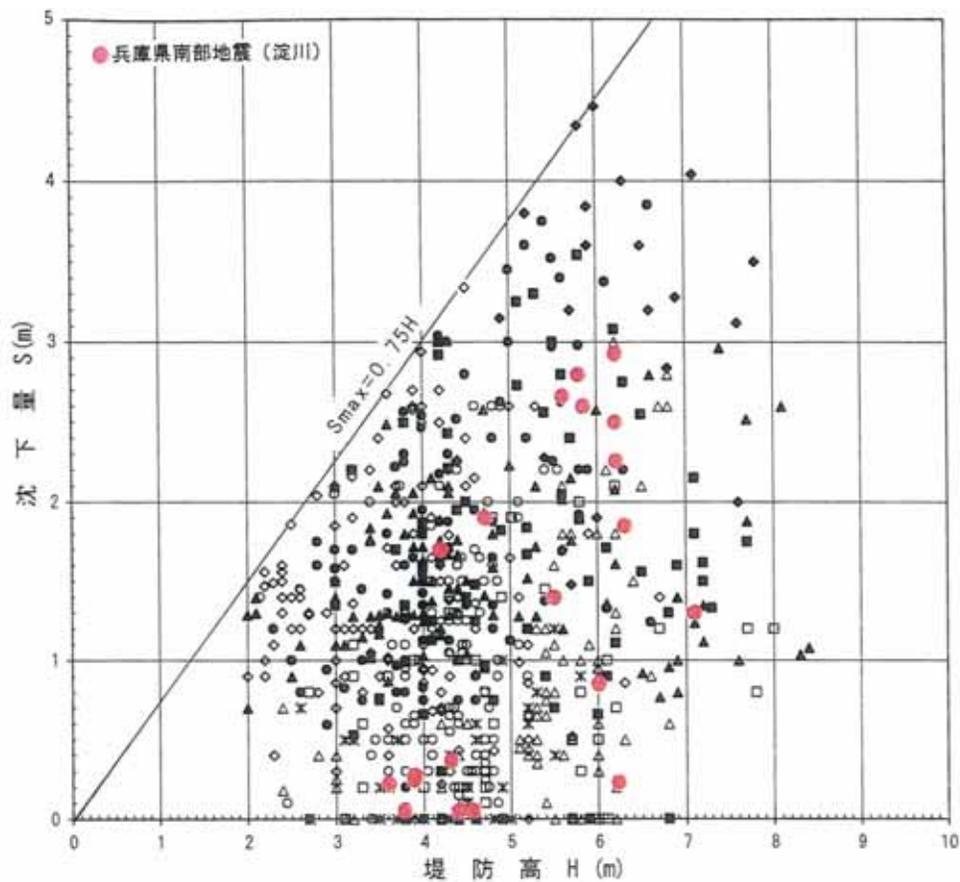


図 12.3-4 既往の地震による堤防の沈下量と堤防高さの関係  
 (国土技術研究センター(2002)<sup>3</sup>: 河川堤防の構造検討の手引き  
 図中の各種プロット点は被害地震ごとの区別を示す)

表 12.3-1  $P_L$  値と堤防沈下量の目安

| PL値                | 沈下量の目安(Hは堤防の高さ) | 被害程度の目安            |
|--------------------|-----------------|--------------------|
| $0 \leq PL \leq 5$ | 0.0H            | 堤防沈下は生じないと考えられる    |
| $5 < PL \leq 15$   | 0.25H           | 小規模な堤防沈下が生じると考えられる |
| $15 < PL \leq 20$  | 0.50H           | 中規模な堤防沈下が生じると考えられる |
| $20 < PL$          | 0.75H           | 詳細検討必要であると考えられる    |

(注：図 12.3-3 と図 12.3-4 より設定した)

### 12.3.2 被害予測結果

海岸堤防高さ分布を図 12.3-5 に示した。この堤防高さのデータは、中央防災会議(2003)<sup>1</sup>の東海地震および東南海・南海地震被害想定の際作成された千葉県全域の 50mメッシュごとのデータである。このデータは、標高(T.P+m)で表されており、この標高の堤防高さを基データとして用いた。

図 12.3-6～図 12.3-8 に、東京湾北部地震、千葉県東方沖地震および三浦半島断層群による地震の場合の予測される堤防の沈下の定性的な検討結果を示した。

今回の検討は、堤防の高さと $P_L$ 値だけを用いた相対的な評価であり、沈下量が定性的に大きく評価された地域は、今後さらに詳細な検討が必要である。

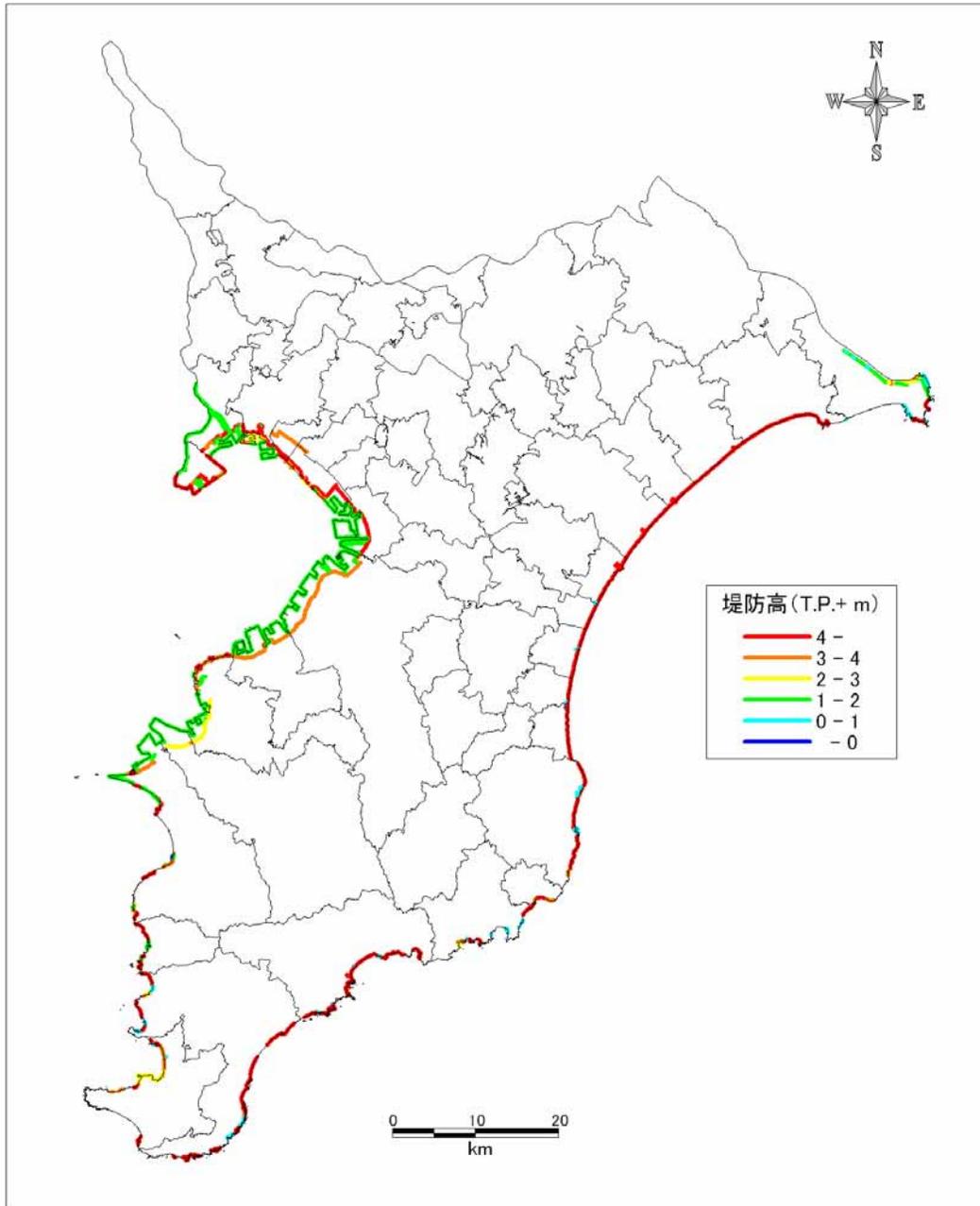


图 12.3-5 海岸堤防 堤防高さ (T.P.+m) 分布



図 12.3-6 堤防被害程度分布図  
(東京湾北部地震)



図 12.3-7 堤防被害程度分布図  
(千葉県東方沖地震)



図 12.3-8 堤防被害程度分布図  
(三浦半島断層群による地震)

## 12.4 造成地の危険度予測

### 12.4.1 予測手法

千葉県においては、全県を網羅する統一的な造成地（切土・盛土）の資料は、存在しない。したがって、今回の作業では、造成工事があまり行なわれていない昭和 20 年代～40 年代前半の地形図（縮尺 1/25,000）と最近の地形図（縮尺 1/25,000）をもとに、両者における地形変化を読み取り、切土・盛土（として改変された可能性のある地域）の分布図を作成した。作業に用いた地形図幅を新旧を対比させて表 12.4-1 にまとめて示す。今回の作業の内容と成果において留意すべき点は、次のとおりである。

- ・ 読み取りに用いた地形図の例を、図 12.4-1（最新の地形図）と図 12.4-2（旧地形図）に示す。旧地形図の時点で、既に改変されている地域があるが、そのような地域を読み取ることは不可能であり、今回の読み取りは、旧地形図作成後、最新の地形図作成までの改変結果である。また、読み取りの誤差が含まれることを考慮すると、今回の成果は、「改変された可能性がある」地域である。
- ・ 盛土範囲としては、谷地形が埋められている地域、台地と低地の境界部、低地部で等高線の変化や土地利用の変化がみられる地域、台地部の大規模宅地造成地などを読み取った。
- ・ 水田が大規模に宅地化された個所については盛土されている可能性が大きいいため、盛土範囲として抽出した。
- ・ 被害想定の上では、あまり問題とはならないが、ゴルフ場内の切土・盛土についても読み取っている。
- ・ 海岸部の埋立地は、除外している。
- ・ 道路や鉄道線路沿いの盛土については、読み取りから除外した。
- ・ 切土範囲は、読取が困難な場合が多いため、山砂の採取地、造成地周囲の塀などを目安に読み取った。

今回の結果は、現在の造成地について盛土の可能性のある地点と切土の可能性のある地点を 1/25,000 の地形図のレベルで全県で抽出したものである。本結果は、造成地の盛土・切土の地震被害予測を行うための基礎資料となるものである。

### 12.4.2 予測結果

図 12.4-3 に造成地で盛土可能性のある地点分布図を示した。また、図 12.4-4 に造成地で切土可能性のある地点分布図を示した。

表 12.4-1 地形変化の読み取りに用いた古い地形図(A)と新しい地形図(B)

| 図幅名 | A:古い図幅 |            |           |       |       | B:最新の図幅   |            |       |    |          |
|-----|--------|------------|-----------|-------|-------|-----------|------------|-------|----|----------|
|     | リスト番号  | 図歴         | 図歴        | 発行年月日 | リスト番号 | 図歴        | 図歴         | 発行年月日 |    |          |
| 1   | 下総境    | しもうささかい    | 75-4-3-1  | 昭 28  | 測量    | S31.11.30 | 75-4-3-9   | 平 11  | 修正 | H12.12.1 |
| 2   | 宝珠花    | ほうしゅばな     | 75-4-4-1  | 昭 28  | 測量    | S31.11.30 | 75-4-4-9   | 平 11  | 修正 | H13.2.1  |
| 3   | 水海道    | みづかいどう     | 75-4-2-1  | 昭 28  | 測量    | S31.11.30 | 75-4-2-8   | 平 10  | 部修 | H13.12.1 |
| 4   | 野田市    | のだし        | 76-1-3-1  | 昭 28  | 測量    | S31.11.30 | 76-1-3-12  | 平 17  | 更新 | H18.3.1  |
| 5   | 守谷     | もりや        | 76-1-1-3  | 昭 27  | 測量    | S29.1.30  | 76-1-1-13  | 平 17  | 更新 | H17.8.24 |
| 6   | 越谷     | こしがや       | 76-1-4-3  | 昭 24  | 二修    | S27.8.30  | 76-1-4-18  | 平 17  | 更新 | H18.2.1  |
| 7   | 流山     | ながれやま      | 76-1-2-3  | 昭 27  | 資修    | S27.8.30  | 76-1-2-16  | 平 17  | 更新 | H17.8.24 |
| 8   | 松戸     | まつど        | 76-2-1-7  | 昭 27  | 資修    | S27.7.30  | 76-2-1-20  | 平 17  | 更新 | H17.8.24 |
| 9   | 船橋     | ふなばし       | 76-2-2-6  | 昭 20  | 部修    | S22.5.30  | 76-2-2-20  | 平 10  | 修正 | H11.6.1  |
| 10  | 浦安     | うらやす       | 76-3-1-4  | 昭 20  | 部修    | S22.5.30  | 76-3-1-16  | 平 17  | 更新 | H17.12.1 |
| 11  | 奈良輪    | ならわ        | 76-4-1-1  | 昭 37  | 測量    | S40.4.30  | 76-4-1-11  | 平 16  | 更新 | H17.2.1  |
| 12  | 大堀     | おおほり       | 76-4-4-4  | 昭 37  | 修正    | S42.4.30  | 76-4-4-12  | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 13  | 木更津    | きさらづ       | 76-4-2-5  | 昭 37  | 修正    | S42.4.30  | 76-4-2-16  | 平 19  | 更新 | H19.3.21 |
| 14  | 取手     | とりで        | 67-13-4-3 | 昭 24  | 二修    | S31.11.30 | 67-13-4-13 | 平 12  | 修正 | H13.9.1  |
| 15  | 龍ヶ崎    | りゅうがさき     | 67-13-2-3 | 昭 24  | 修正    | S31.11.30 | 67-13-2-14 | 平 12  | 修正 | H13.5.1  |
| 16  | 下総滑川   | しもうさなめがわ   | 67-9-4-3  | 昭 36  | 修正    | S41.3.30  | 67-9-4-10B | 平 8   | 修正 | H9.9.1   |
| 17  | 佐原西部   | さわらせいぶ     | 67-9-2-3  | 昭 36  | 修正    | S40.8.30  | 67-9-2-10  | 平 9   | 部修 | H14.2.1  |
| 18  | 潮来     | いたこ        | 67-5-3-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-5-3-10  | 平 12  | 部修 | H14.6.1  |
| 19  | 佐原東部   | さわらとうぶ     | 67-5-4-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-5-4-9   | 平 10  | 修正 | H11.9.1  |
| 20  | 神栖     | かみず        | 67-5-2-1  | 昭 42  | 測量    | S43.12.28 | 67-5-2-8   | 平 10  | 修正 | H12.1.1  |
| 21  | 鹿島田部   | かしまやたべ     | 67-2-3-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-2-3-6   | 平 3   | 修正 | H13.10.1 |
| 22  | 銚子     | ちょうし       | 67-2-4-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-2-4-7   | 平 12  | 修正 | H12.10.1 |
| 23  | 小南     | こみなみ       | 67-6-1-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-6-1-8   | 平 12  | 修正 | H13.5.1  |
| 24  | 旭      | あさひ        | 67-6-2-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-6-2-6   | 平 2   | 修正 | H14.2.1  |
| 25  | 岩部     | いわべ        | 67-6-3-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-6-3-7   | 平 12  | 修正 | H13.1.1  |
| 26  | 八日市場   | ようかいちば     | 67-6-4-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-6-4-9   | 平 18  | 更新 | H18.9.1  |
| 27  | 成田国際空港 | なりたこくさいくこう | 67-10-1-3 | 昭 36  | 修正    | S40.8.30  | 67-10-1-11 | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 28  | 多古     | たこ         | 67-10-2-4 | 昭 36  | 修正    | S40.8.30  | 67-10-2-14 | 平 18  | 更新 | H18.10.1 |
| 29  | 成田     | なりた        | 67-10-3-4 | 昭 29  | 資修    | S29.6.30  | 67-10-3-14 | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 30  | 酒々井    | しゅしゅい      | 67-10-4-4 | 昭 31  | 資修    | S31.11.30 | 67-10-4-14 | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 31  | 小林     | こばやし       | 67-14-1-3 | 昭 27  | 二修    | S31.11.30 | 67-14-1-15 | 平 12  | 部修 | H12.7.21 |
| 32  | 佐倉     | さくら        | 67-14-2-5 | 昭 27  | 二修    | S31.11.30 | 67-14-2-16 | 平 16  | 更新 | H17.5.1  |
| 33  | 白井     | しろい        | 67-14-3-3 | 昭 27  | 二修    | S31.11.30 | 67-14-3-15 | 平 9   | 修正 | H10.12.1 |
| 34  | 習志野    | ならしの       | 67-14-4-5 | 昭 24  | 資修    | S24.7.30  | 67-14-4-17 | 平 9   | 修正 | H10.8.1  |
| 35  | 千葉西部   | ちばせいぶ      | 67-15-3-5 | 昭 23  | 資修    | S24.6.30  | 67-15-3-17 | 平 16  | 更新 | H17.2.1  |
| 36  | 千葉東部   | ちばとうぶ      | 67-15-1-4 | 昭 23  | 資修    | S23.11.30 | 67-15-1-14 | 平 9   | 修正 | H10.4.1  |
| 37  | 五井     | ごい         | 67-15-4-4 | 昭 27  | 修正    | S31.11.30 | 67-15-4-16 | 平 16  | 更新 | H17.2.1  |
| 38  | 蘇我     | そが         | 67-15-2-3 | 昭 32  | 資修    | S32.10.30 | 67-15-2-14 | 平 12  | 部修 | H12.9.1  |
| 39  | 八街     | やちまた       | 67-11-3-3 | 昭 36  | 修正    | S40.11.30 | 67-11-3-10 | 平 9   | 修正 | H10.11.1 |
| 40  | 成東     | なるとう       | 67-11-1-3 | 昭 36  | 修正    | S40.11.30 | 67-11-1-13 | 平 18  | 更新 | H18.10.1 |
| 41  | 東金     | とうかね       | 67-11-4-3 | 昭 36  | 修正    | S40.11.30 | 67-11-4-11 | 平 12  | 部修 | H12.8.1  |
| 42  | 上総片貝   | かづさかたかい    | 67-11-2-4 | 昭 36  | 修正    | S40.11.30 | 67-11-2-12 | 平 15  | 更新 | H16.12.1 |
| 43  | 木戸     | きど         | 67-7-3-1  | 昭 42  | 測量    | S44.3.30  | 67-7-3-9   | 平 18  | 更新 | H18.10.1 |
| 44  | 四天木    | してんぎ       | 67-12-1-1 | 昭 37  | 測量    | S40.4.30  | 67-12-1-8  | 平 15  | 更新 | H16.12.1 |
| 45  | 茂原     | もばら        | 67-12-3-1 | 昭 37  | 測量    | S40.4.30  | 67-12-3-9  | 平 16  | 更新 | H17.6.1  |
| 46  | 上総一宮   | かづさいちのみや   | 67-12-4-1 | 昭 37  | 測量    | S40.4.30  | 67-12-4-9  | 平 16  | 更新 | H17.1.1  |
| 47  | 海土有木   | あまありき      | 67-16-1-1 | 昭 37  | 測量    | S40.4.30  | 67-16-1-10 | 平 16  | 更新 | H17.5.1  |
| 48  | 姉崎     | あねさき       | 67-16-3-1 | 昭 37  | 測量    | S40.4.30  | 67-16-3-11 | 平 18  | 更新 | H19.10.1 |
| 49  | 鶴舞     | つるまい       | 67-16-2-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 67-16-2-8  | 平 16  | 更新 | H17.3.1  |
| 50  | 上総横田   | かづさよこた     | 67-16-4-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 67-16-4-10 | 平 19  | 更新 | H19.3.21 |
| 51  | 富津     | ふつつ        | 77-1-3-4  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-1-3-11  | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 52  | 鹿野山    | かのうざん      | 77-1-1-4  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-1-1-11  | 平 12  | 修正 | H13.7.1  |
| 53  | 上総湊    | かづさみなと     | 77-1-4-4  | 昭 32  | 資修    | S32.12.28 | 77-1-4-13  | 平 17  | 更新 | H17.9.1  |
| 54  | 鬼泪山    | きなだやま      | 77-1-2-4  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-1-2-12  | 平 17  | 更新 | H17.9.1  |
| 55  | 保田     | ぼた         | 77-2-3-3  | 昭 33  | 資修    | S34.1.30  | 77-2-3-11  | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 56  | 金束     | こづか        | 77-2-1-3  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-2-1-9   | 平 15  | 更新 | H17.3.1  |
| 57  | 那古     | なご         | 77-2-4-4  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-2-4-11  | 平 16  | 更新 | H16.10.1 |
| 58  | 安房古川   | あわふるかわ     | 77-2-2-4  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-2-2-10  | 平 18  | 更新 | H19.5.1  |
| 59  | 館山     | たてやま       | 77-3-3-3  | 昭 33  | 資修    | S34.1.30  | 77-3-3-10  | 平 15  | 更新 | H16.9.1  |
| 60  | 千倉     | ちくら        | 77-3-1-2  | 昭 22  | 資修    | S22.11.30 | 77-3-1-9   | 平 15  | 更新 | H16.10.1 |
| 61  | 白浜     | しらはま       | 77-3-2-3  | 昭 37  | 修正    | S40.4.30  | 77-3-2-9   | 平 15  | 更新 | H16.9.1  |
| 62  | 久留里    | くるとり       | 68-13-3-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-13-3-7  | 平 17  | 更新 | H17.9.1  |
| 63  | 大多喜    | おおたき       | 68-13-1-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-13-1-7  | 平 16  | 更新 | H17.3.1  |
| 64  | 坂畑     | さかはた       | 68-13-4-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-13-4-8  | 平 17  | 更新 | H17.12.1 |
| 65  | 上総中野   | かづさなかの     | 68-13-2-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-13-2-7  | 平 17  | 更新 | H17.12.1 |
| 66  | 国吉     | くによし       | 68-9-3-1  | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-9-3-7   | 平 16  | 更新 | H17.3.1  |
| 67  | 上総長者   | かづさちやうじや   | 68-9-1-1  | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-9-1-6   | 平 15  | 更新 | H16.8.1  |
| 68  | 御宿     | おんじゆく      | 68-9-4-1  | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-9-4-7   | 平 15  | 更新 | H16.8.1  |
| 69  | 上総大原   | かづさおおはら    | 68-9-2-1  | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-9-2-6   | 平 15  | 更新 | H16.10.1 |
| 70  | 勝浦     | かつら        | 68-10-3-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-10-3-6  | 平 15  | 更新 | H16.9.1  |
| 71  | 安房小湊   | あわこみなと     | 68-14-1-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-14-1-6  | 平 17  | 更新 | H17.12.1 |
| 72  | 鴨川     | かもがわ       | 68-14-3-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-14-3-7  | 平 18  | 更新 | H19.5.1  |
| 73  | 安房和田   | あわわた       | 68-14-4-1 | 昭 45  | 測量    | S46.12.28 | 68-14-4-6  | 平 18  | 更新 | H19.5.1  |

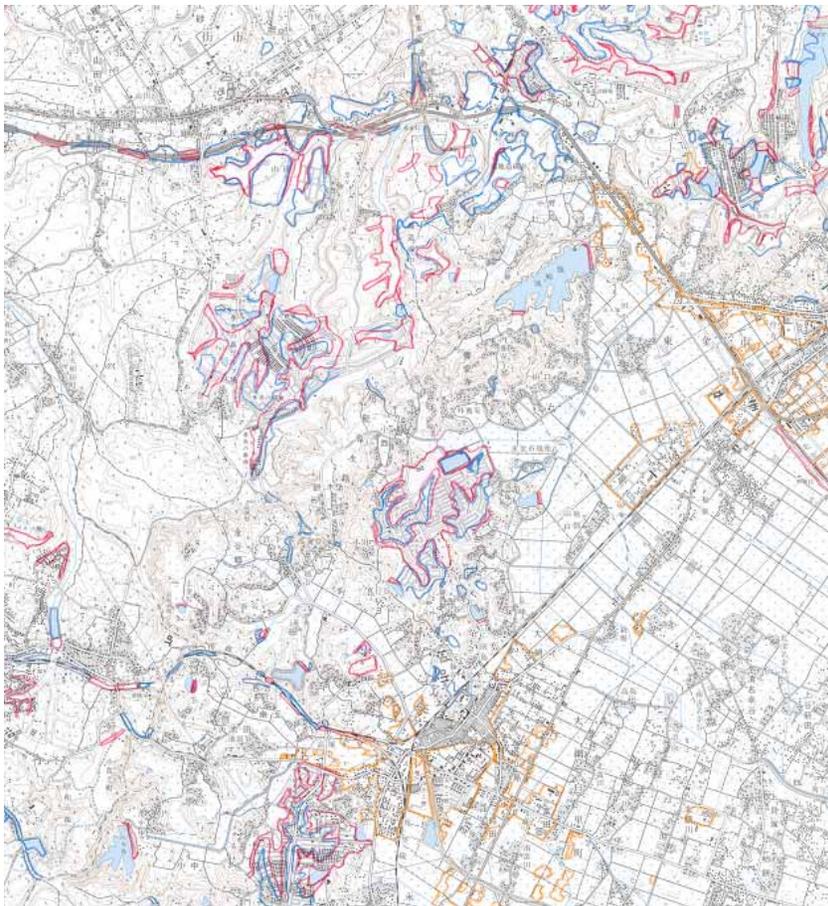


図 12.4-1 最新の地形図(1/25,000 図幅「東金」)  
地形変化の読み取り結果  
[造成地盛土(赤)造成地切土(青)]を示したもの



図 12.4-2 古い地形の参照に用いた旧地形図  
(1/25,000 図幅「東金」, 図 12.4-1 と同じ地域)

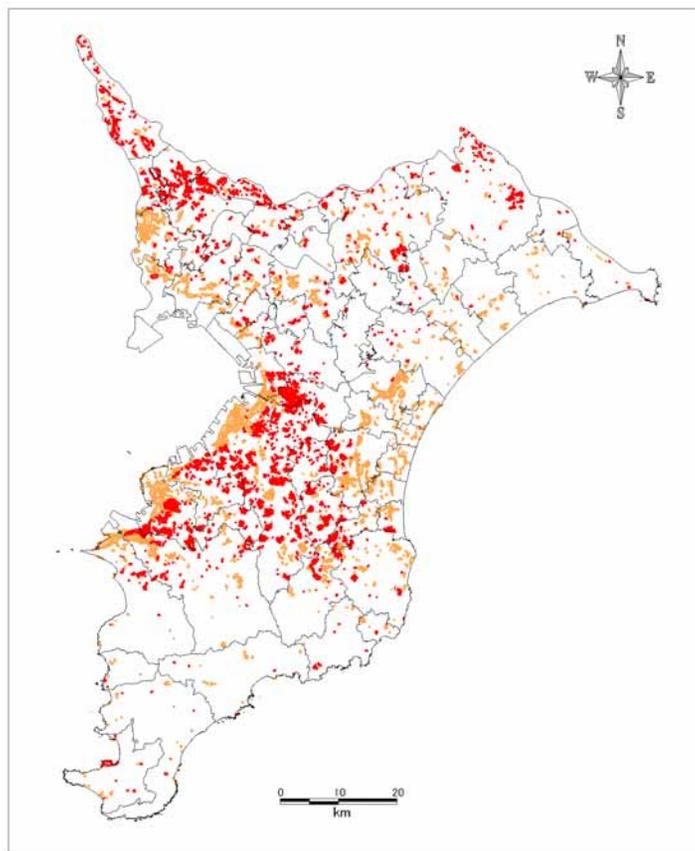


図 12.4-3 造成地で盛土可能性のある地点分布図  
(赤：造成地盛土可能性のある地域、  
橙：水田などの埋立盛土)

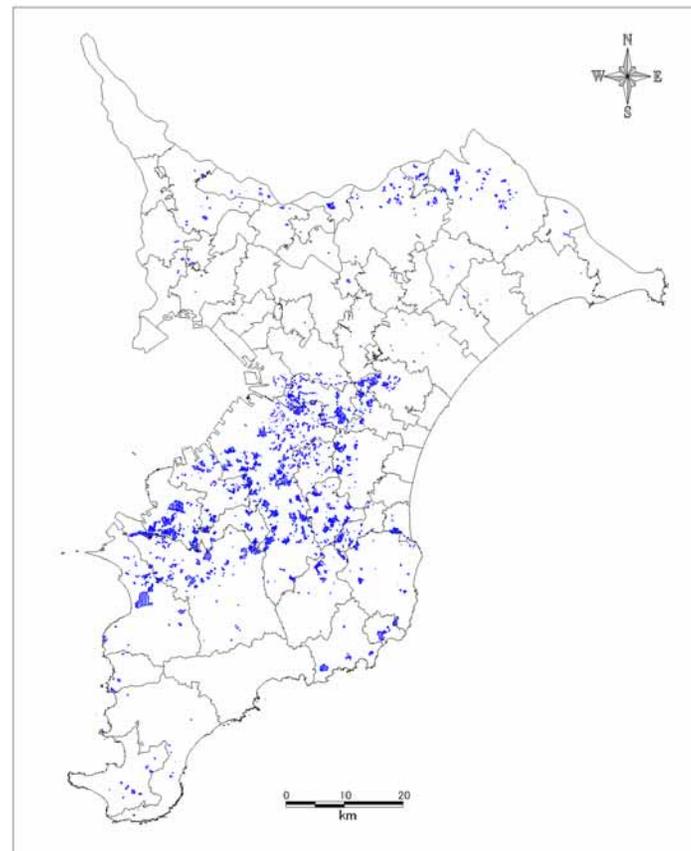


図 12.4-4 造成地で切土可能性のある地点分布図

## 12.5 土木構造物被害予測の考察

土木構造物については、海岸堤防と造成地について検討した。海岸堤防については、基礎データが堤防の高さだけであり、今後、堤防沈下が見込まれる地区を中心に詳細な検討の必要がある。東京湾北部地震については、東京湾沿岸部で液状化危険度が高いことから海岸堤防の沈下が予想されるが、定量的に検討するには、今回の結果から対象地点を絞り込んで、解析に必要なデータを取り揃える必要がある。

造成地については、造成地の盛土および切土の可能性のある地点を全県レベルで抽出したものである。今後、市町村での詳細なデータ収集、対応策の検討が必要である。

### 参考文献

- 1 中央防災会議(2003)：中央防災会議 「東南海、南海地震等に関する専門調査会」資料
- 2 Ishihara, K. and Yoshimine, M(1992): Evaluation of Settlements in Sand Deposits Following Earthquakes, Soils and Foundations, Vol.32, No.1, pp.173-188
- 3 国土技術研究センター(2002)：河川堤防の構造検討の手引き