

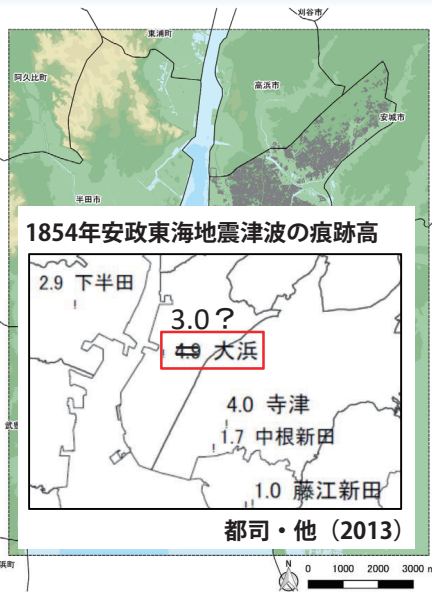
2. 解析対象地域 愛知県碧南市の特徴



三河湾北部沿岸に位置し、周囲を水域で囲まれている碧海台地と矢作川沖積地からなる平坦地であり、愛知県の巨大産業を支えるサプライチェーンを擁する地域



伊能図と地理院地図の重ね合わせ



第19回NIED-NU研究交流会

河川護岸の地震動脆弱性が 津波氾濫に与える影響

海洋研究開発機構 今井健太郎

3. 堤体基礎部の地震動応答解析 解析コードGEOASIA [Noda et al., 2015]



水～土骨格連成有限変形解析コードGEOASIA [Noda et al., 2015] は、静的・動的変位を区別なく取り扱うことができ、土の骨格構造とその働きの差異を記述する弾塑性構成式SYSカムクレイモデル (Noda et al., 2008) により、砂から粘土、両者が混在した中間土までを同じ理論的枠組みの中で記述することが可能。

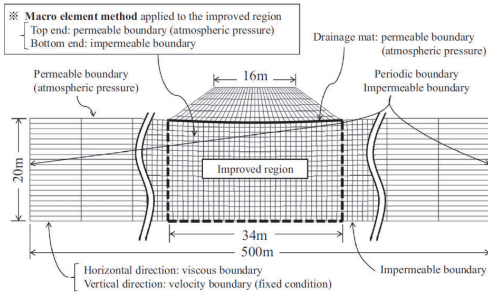


Fig. 11. Finite element mesh and boundary conditions (2-D mesh).

Noda et al. (2015)

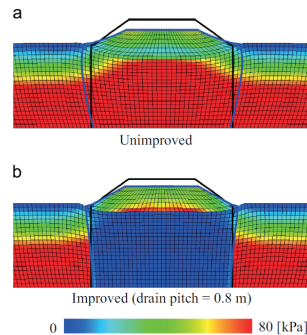


Fig. 12. Distribution of excess pore water pressure after end of seismic motion. after it had finished were consistently calculated with a single analysis code.

1. はじめに 河川護岸 (堤防) の地震動脆弱性

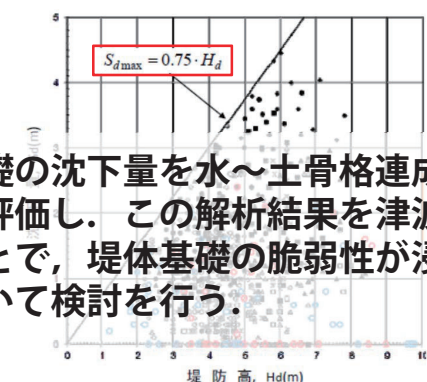


2011年東北地震津波による

4. 阿武隈川下流 被災状況



- ◆ 遠東地震 (長良川、揖斐川等)
- 福井地震 (丸根野川、大聖寺川等)
- ◇ 新潟地震 (阿賀野川、信濃川等)
- ✱ 日本海中部地震 (岩木川、米代川等)
- 北海道南西沖地震 (後志利別川)
- 東北地方太平洋沖地震 (阿武隈川、鳴瀬川、江合川等東北地盤管内)
- 関東大地震 (江戸川、富士川等)
- ▲ 十勝沖地震 (新鶴路川、十勝川等)
- 宮城沖地震 (北上川、名取川等)
- △ 釧路沖地震 (釧路川)
- × 兵庫南西部地震 (淀川)
- 東北地方太平洋沖地震 (利根川、荒川、荒川等関東地盤管内)



地震動に対する堤体基礎の沈下量を水～土骨格連成有限変形解析によって評価し、この解析結果を津波氾濫解析に組み込むことで、堤体基礎の脆弱性が浸水域に与える影響について検討を行う。

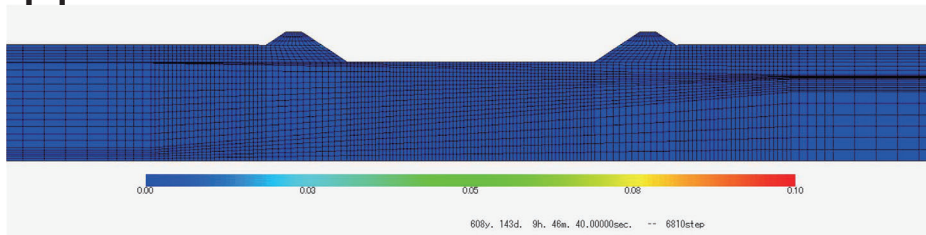
国土交通省東北地方整

国土交通省 (オンライン)

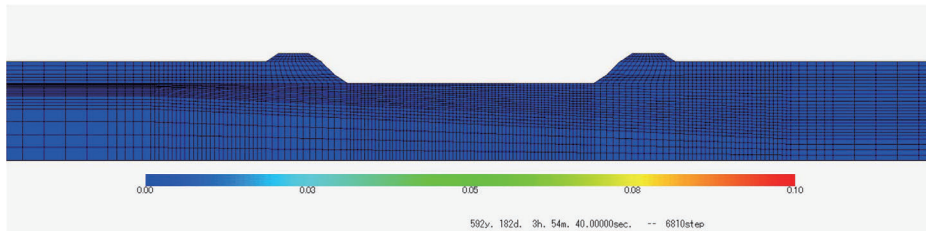
3. 堤体基礎部の地震動応答解析



T-1



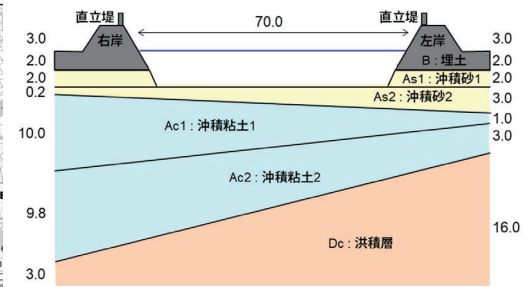
T-2



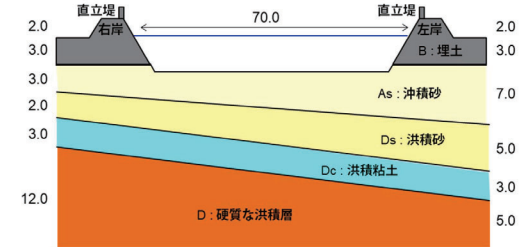
3. 堤体基礎部の地震動応答解析 蜷川中～下流域の



T-1



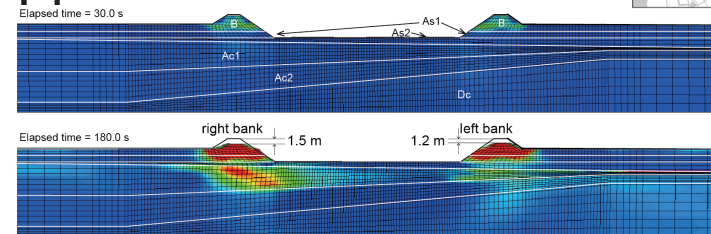
T-2



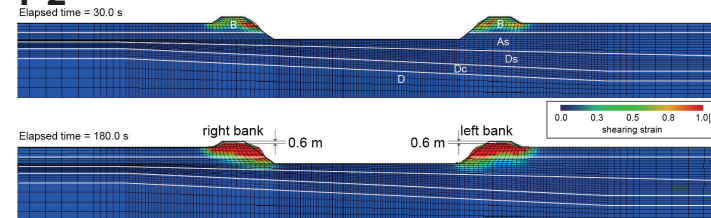
3. 堤体基礎部の地震動応答解析



T-1



T-2



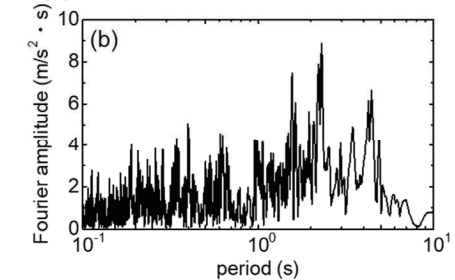
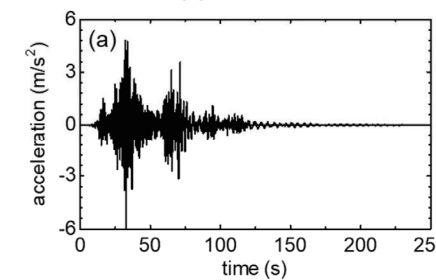
3. 堤体基礎部の地震動応答解析 土質の弾塑性性状と入力地震動



解析に用いた弾塑性性状の一覧

設定パラメータ	測線T-1における地層						測線T-2における地層				
	B	As1	As2	Ac1	Ac2	Dc	B	As	Ds	Dc	D
NCLの切片	1.66	1.65	1.66	2.15	2.83	1.99	1.66	1.66	1.67	1.86	1.66
限界状態定数	1.58	1.58	1.58	1.52	1.45	1.54	1.58	1.58	1.58	1.55	1.58
弾塑性 圧縮指数	0.047	0.046	0.048	0.15	0.3	0.12	0.047	0.047	0.05	0.091	0.047
膨潤指数	0.0047	0.0046	0.0048	0.015	0.03	0.012	0.0047	0.0047	0.005	0.0091	0.0047

解析に用いた地震動 (内閣府モデル)
(a)はEW成分の加速度時刻歴, (b)は加速度の周波数特性

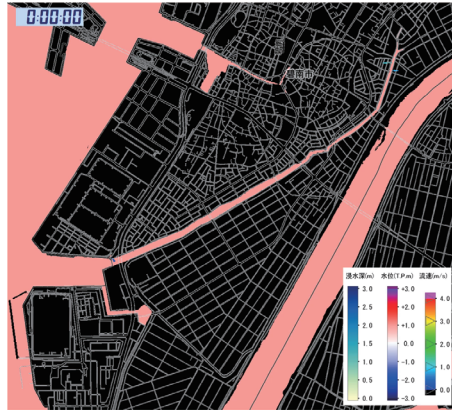
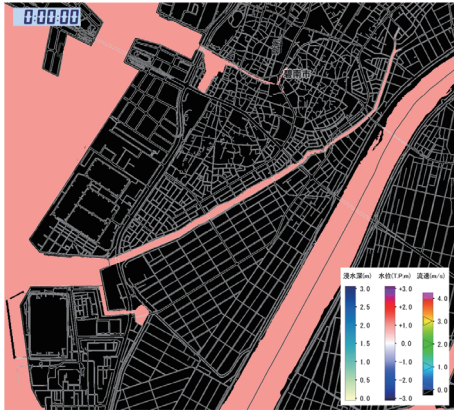


4. 津波氾濫解析

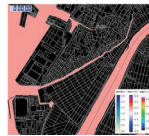


堤体基礎沈下, 直立堤・水門機能

堤体基礎沈下, 直立堤・水門機能不全



すべて健全

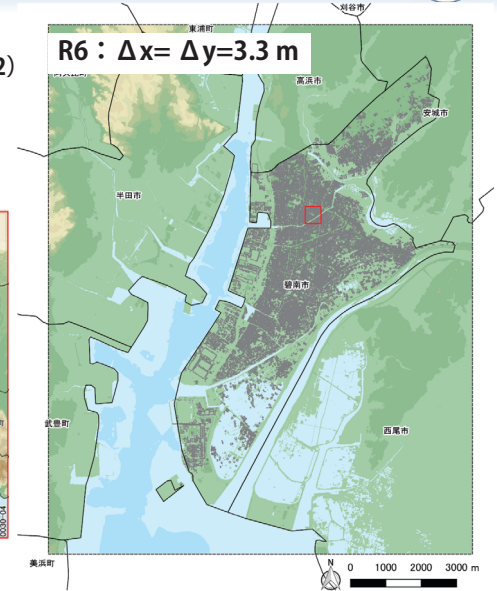
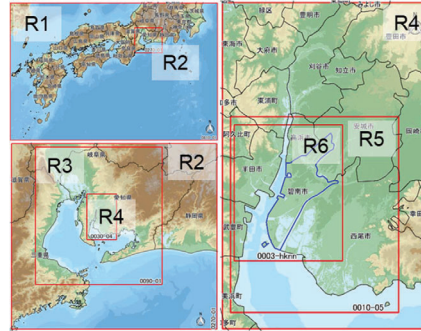


4. 津波氾濫解析

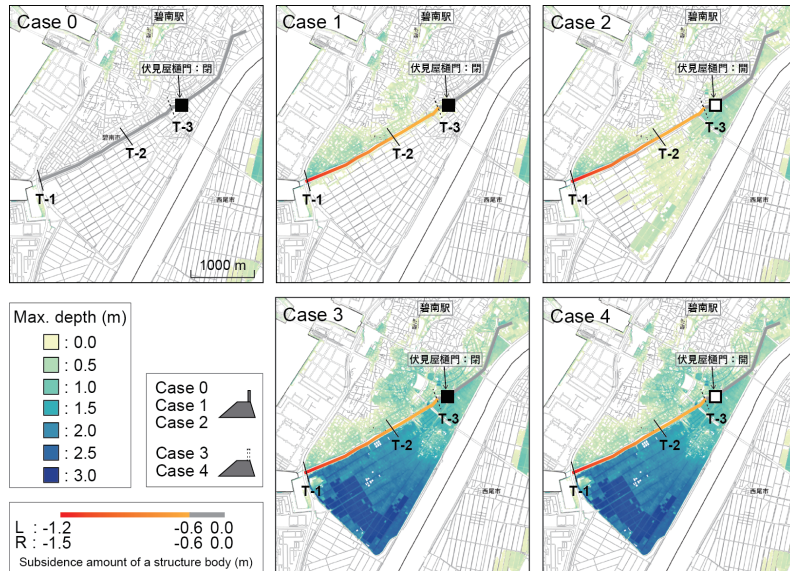


津波伝播・氾濫解析

- ・非線形長波方程式 (後藤・小川, 1982)
- ・内閣府の津波断層モデルCase 9
- ・6領域の接続計算
- ・朔望平均満潮位 (T.P.+1.0m)
- ・合成地形モデルによる市街地氾濫



4. 津波氾濫解析



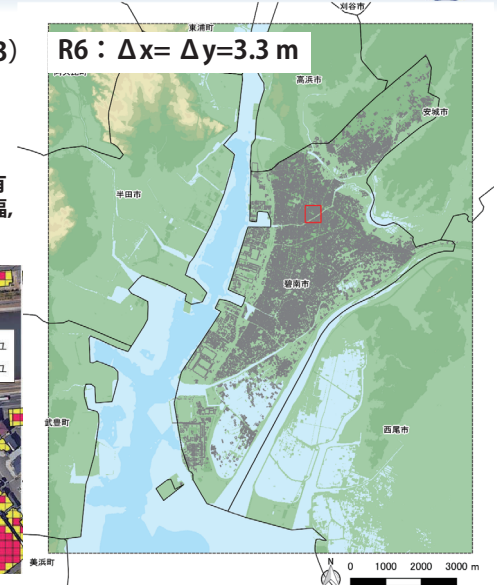
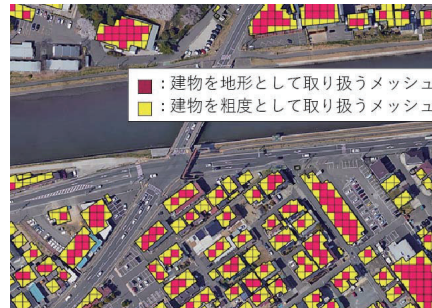
4. 津波氾濫解析



修正合成等価粗度 (今井・他, 2013)

$$n_{syn} = \sqrt{\frac{100 - \theta}{100} n_0^2 + \frac{\theta}{100} \frac{C_D}{2gk} D^{4/3}}$$

θ は単位計算格子間隔における構造物占有率, n_0 はManningの粗度係数, k は構造物幅, g は重力加速度, D は浸水深, C_D は抗力係数



5. 漂流物解析 (後藤, 1983)



船舶の運動方程式

$$\rho_t V \frac{du_t}{dt} = \rho V \frac{du}{dt} + \rho(C_M - 1)V \left(\frac{du}{dt} - \frac{du_t}{dt} \right) - \frac{1}{2} \rho C_D A (u_t - u) |u_t - u|$$

ρ_t , ρ はそれぞれ漂流物および水の密度, V は漂流物の体積, A は漂流物の接水投影面積. C_M , C_D はそれぞれ漂流物の付加質量係数および抵抗係数.

$$C_D = [0.91 + 32.5 R_e^{-1/2}]^2 + 0.1 F_r^{0.25} \quad C_M = 1.78$$

船舶の拡散

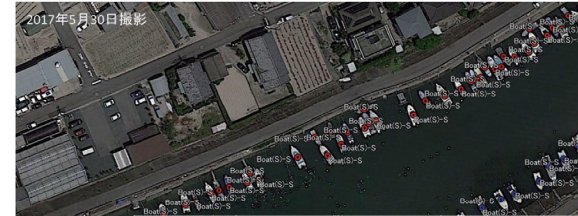
$$X = X_0 + \int_0^t u_t dt + \sum_{k=0}^{n\Delta t} \sqrt{24k\Delta t} \left(\xi_k - \frac{1}{2} \right)$$

拡散係数 k を満たす散らばりとなるように一様乱数 ξ を用いて表現した,

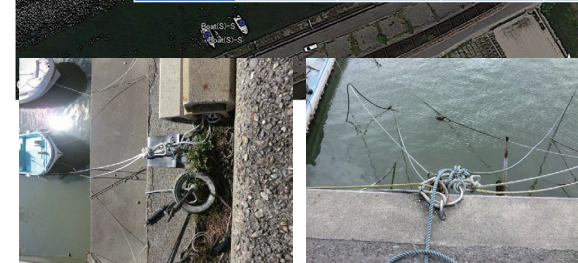
5. 漂流物解析 (現況)



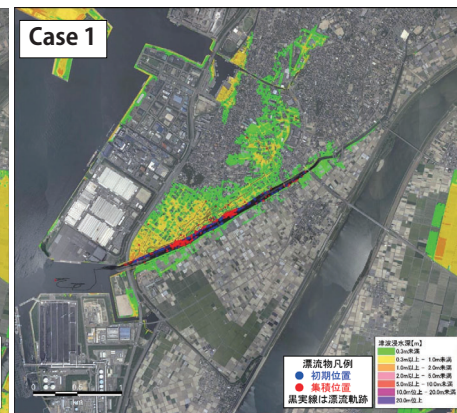
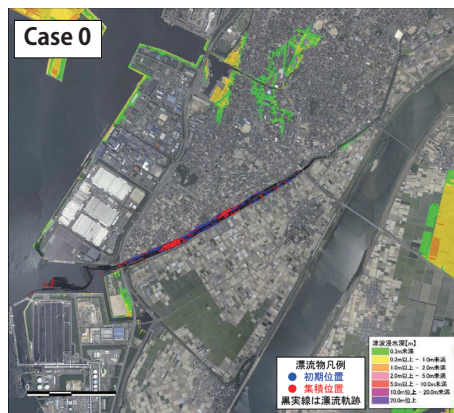
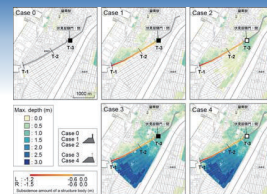
2017年5月30日撮影



	形状	長さ	高さ	密度	喫水
小型漁船	円柱形	6.4 m	1.2 m	108.5 kg/m ³	0.5 m



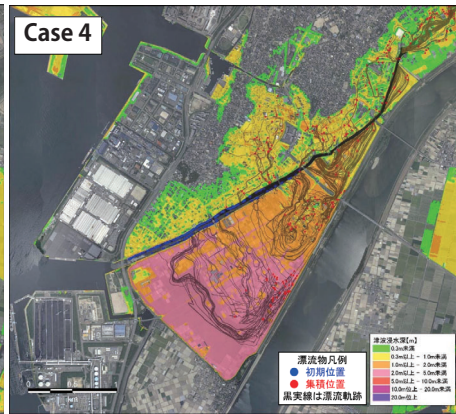
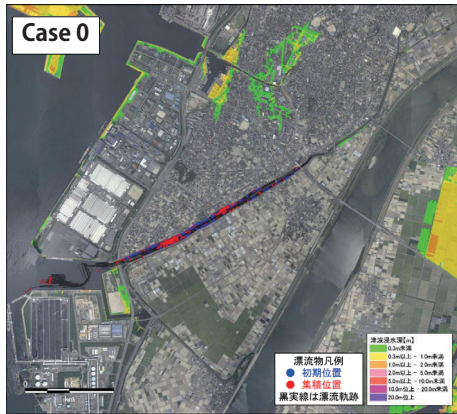
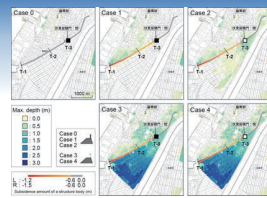
5. 漂流物解析 (Case 0 vs 1)



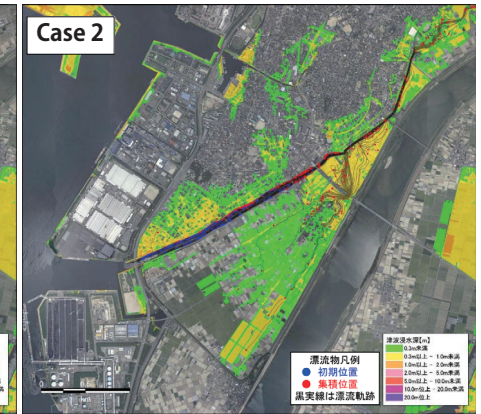
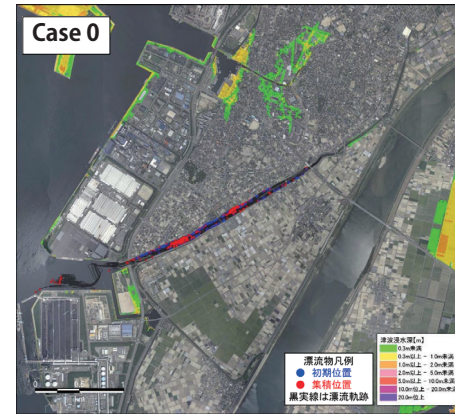
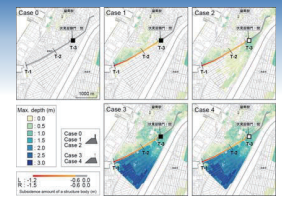
5. 漂流物解析 (初期条件)



5. 漂流物解析 (Case 0 vs 4)



5. 漂流物解析 (Case 0 vs 2)



5. まとめ



- 愛知県碧南市をモデル地区として、想定南海トラフ巨大地震による地震動に対する堤体基礎の沈下量を水～土骨格連成有限変形解析によって評価し、この解析結果を津波氾濫解析に組み込むことで、堤体基礎の脆弱性が浸水域に与える影響について検討を行った。
- 津波氾濫解析において、蜷川流域の堤体基礎が沈下するが河岸構造物は機能する場合は右岸堤体基礎の沈下量が大きいため蜷川北部に浸水が集中し、蜷川中流域の樋門の開閉の影響により蜷川南部にも浸水域が拡大する。
- 中小河川や一部の港湾施設を擁する地域においては、堤防などの構造物の耐震化の重要性を示していることや、強震動による海岸・河岸構造物や堤体基礎部の脆弱性が津波ハザード評価に与える影響を無視できない。
- 地震動による堤体基礎の沈下や直立堤の損傷により、蜷川に簡易係留しているプレジャーボートは市街地を漂流し、その漂流範囲は直立堤の損傷程度や樋門開閉で大きく変化することが判った。

5. 漂流物解析 (Case 0 vs 3)

