

液状化シンポジウム ～熊本地震から学ぶ液状化～

「熊本市液状化対策技術検討委員会の
これまでの検討内容」

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

熊本市液状化対策技術検討委員会の趣旨

液状化対策の検討において必要な技術的事項について、地盤工学等の学識経験者による専門的な見地から検討する

地質調査等の実施（平成29年1月～）

○地質状況の把握 ○工法の方針検討 等

第1回熊本市液状化対策技術検討委員会
（平成29年6月27日）

○被害状況 ○近見地区の調査報告 等

第2回

//

（平成29年10月27日）

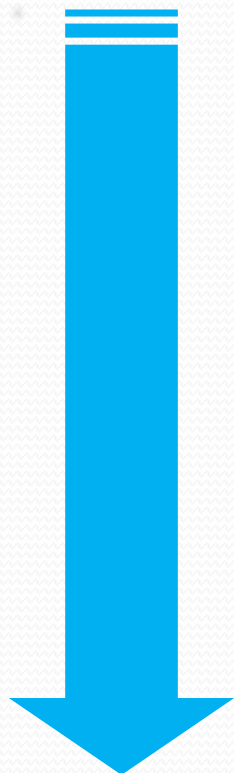
○揚水試験結果 ○実証実験の候補地 等

第3回

//

（平成30年1月25日）

○実証実験の計画 等



1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

実証実験施設の設置（平成30年2月～）

○遮水矢板、ポンプ、排水管、模擬家屋等の設置



実証実験開始



実証実験終了



地下水位低下工法の有効性の確認

**第4回熊本市液状化対策技術検討委員会
（平成30年3月28日）**

○事業地区の選定 ○実証実験施設の設置 等

第5回

//

（平成30年6月27日）

○液状化被害の要因 ○対策の目標値 等

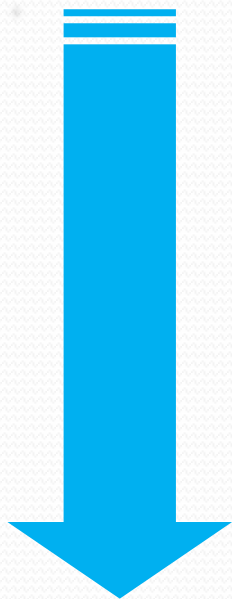
第6回

//

（平成30年10月15日）

○地下水位低下工法の適否 等

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容



**第7回熊本市液状化対策技術検討委員会
(平成30年12月27日)**

○全区間の検討結果 ○対策区域の設定 等

第8回

//

(平成31年3月12日)

○対策区域の設定 等

対策区域の提示

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第1回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成29年6月27日） 概要

1. 熊本市の液状化被害の状況

◆ 噴砂状況、公共施設の被害状況等から熊本市の液状化被害戸数を約2,900戸と推定

2. 近見地区の調査報告

◆ ボーリング調査等の結果から、近見地区の地質構成と液状化被害との関連性について検討

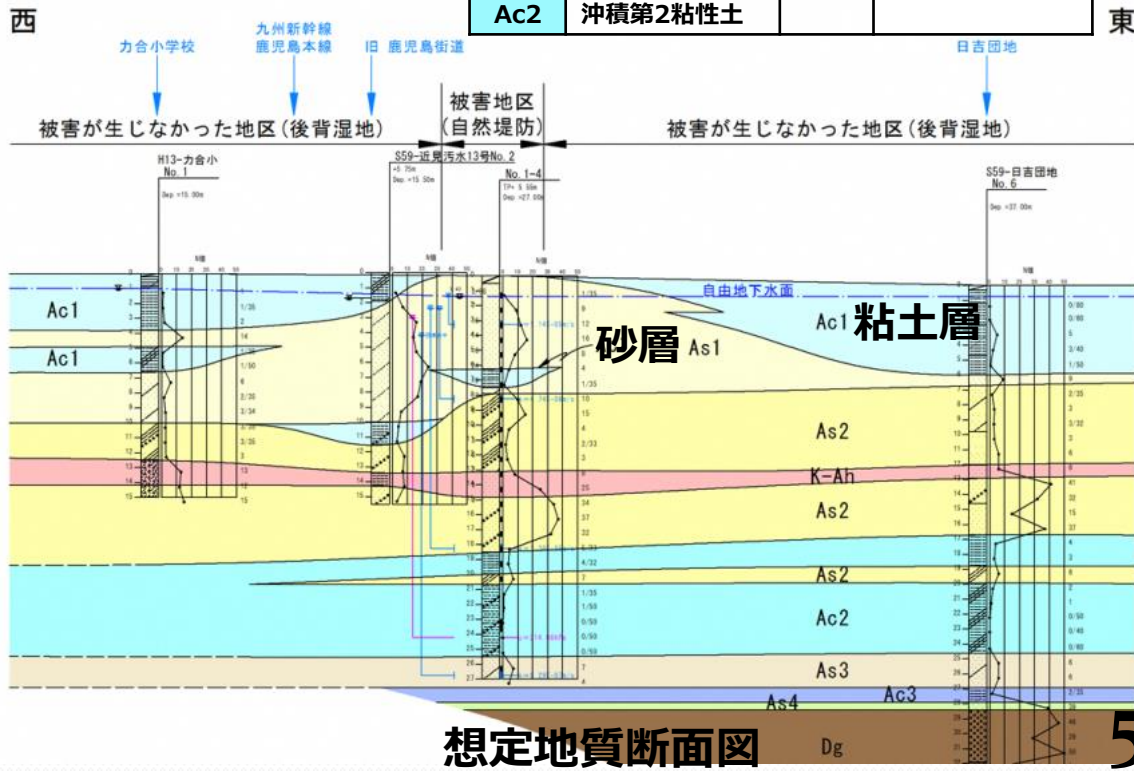


近見地区位置図

(国土地理院1/25,000地形図に加筆)

【凡例】

記号	地層名	記号	地層名
Ac1	沖積第1粘性土	As3	沖積第3砂質土
As1	沖積第1砂質土	Ac3	沖積第3粘性土
As2	沖積第2砂質土	As4	沖積第4砂質土
K-Ah	火山灰質砂質土	Dg	洪積礫質土
Ac2	沖積第2粘性土		



想定地質断面図

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

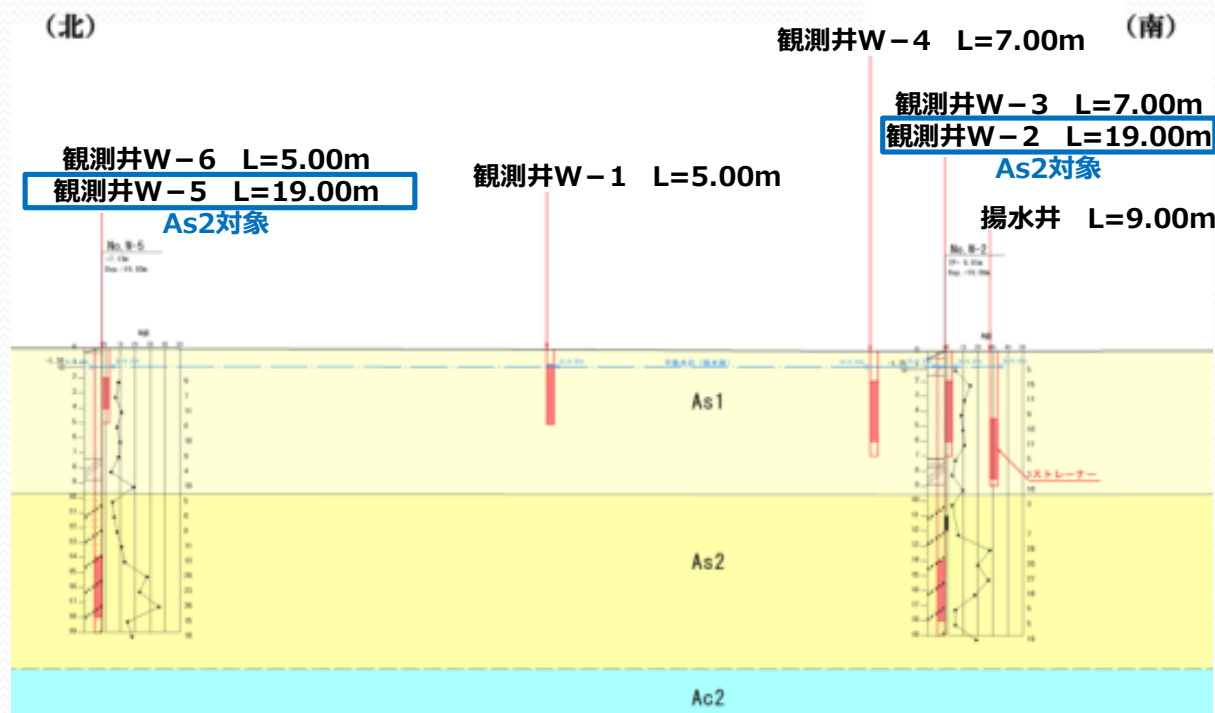
第2回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成29年10月27日） 概要

1. 現地試験（揚水試験）の結果について

- 観測井(既存)
- 観測井
- ◎ 揚水井



揚水試験 平面図



揚水試験 断面図

【考察】

- ◆ As 1層とAs 2層の境界に明確な不透水層の分布は認められないものの、別の帯水層を形成しているものと考えられる
- ◆ 今後の検討に必要な水理定数が得られた

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第2回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成29年10月27日） 概要

2. 実証実験の候補地について

【実証実験の目的】

地下水位低下工法が現地に適用できるかを確認する

⇒地質状況等を確認し、近見地区内の公園を実証実験候補地とする



近見1丁目ふれあい公園位置図

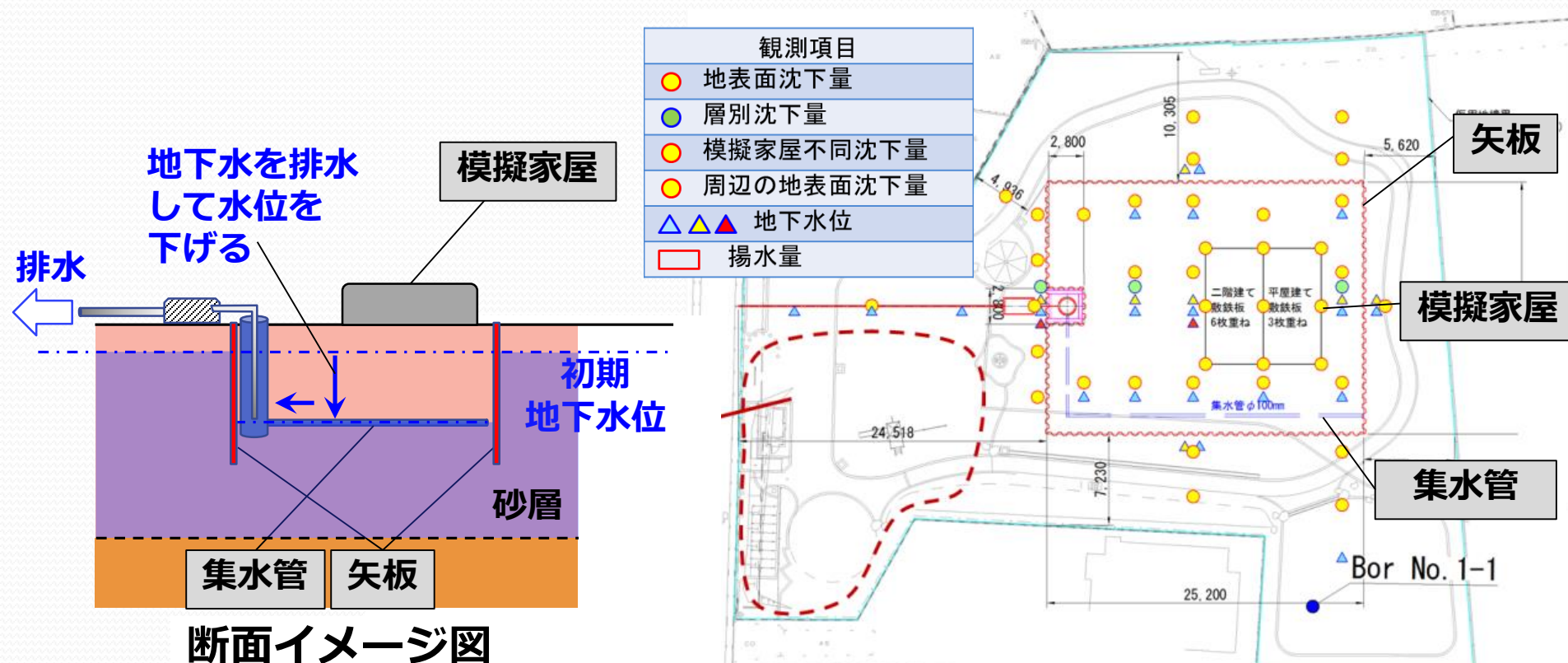
1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第3回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年1月25日） 概要

1. 実証実験の計画

【動態観測位置】

- ◆観測計器は実証実験の構造や地層構成を考慮して配置
- ◆用地境界外の地表面の沈下や井戸水位も計測



動態観測計画図（案）

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第4回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年3月28日） 概要

2. 実証実験施設の設置

【実証実験施設設置状況視察】



現地視察状況写真

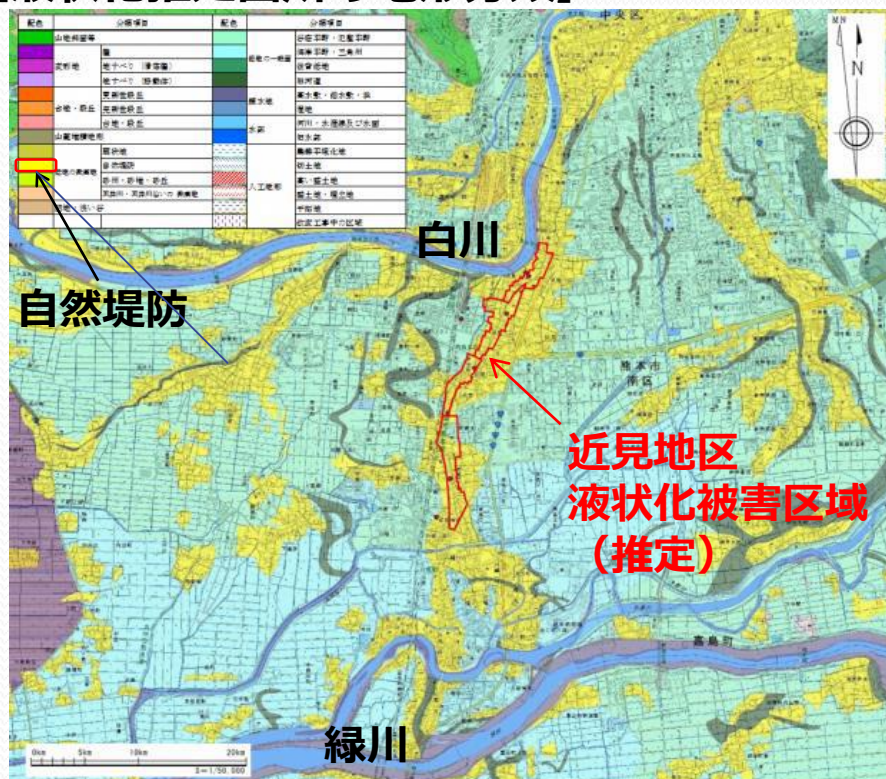
1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第5回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年6月27日） 概要

1. 液状化被害の要因

- ◆熊本地震による液状化被害は、白川から緑川にかけて存在する自然堤防上で帯状に発生
- ◆今回の被害と完全に合致するような河川・水路の存在は読み取れない
- ◆細長く発達した自然堤防と後背湿地の形成過程より、河川との関係性があると考えられる
⇒文献資料・絵図、遺跡・貝塚、液状化被害箇所の地質から、液状化被害の要因を考察

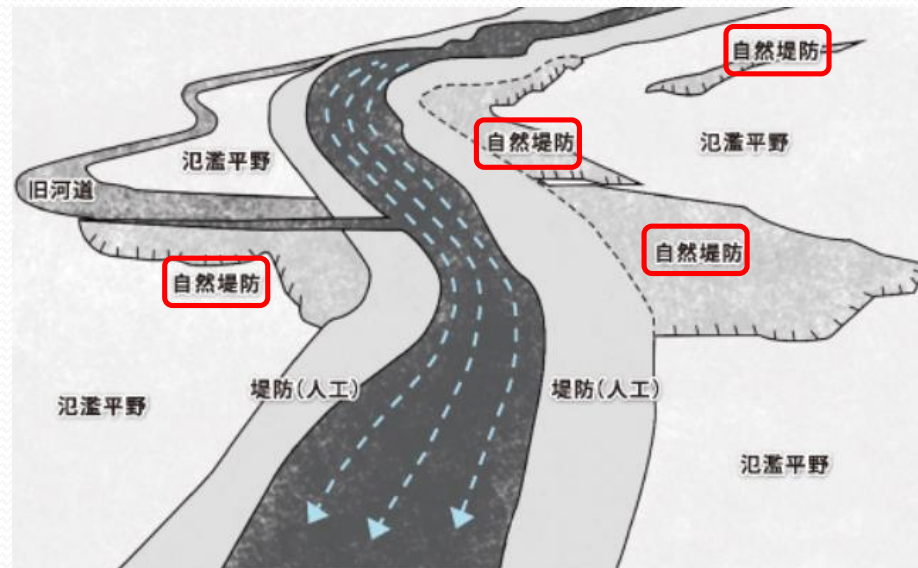
【液状化推定箇所の地形分類】



土地条件図と液状化被害推定箇所
(国土地理院土地条件図を基に作成)

自然堤防とは…

- ◆川から溢れた水に含まれていた土砂が、川の岸に堆積してできた地形
- ◆周囲より少しだけ高い丘のようにになっていることから人々の居住地として選ばれていた



河川下流部の地形（国土地理院HPより） 11

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第5回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年6月27日） 概要

2. 有効応力解析による想定地震動の確認

【検討手順】

第3回委員会で承認された波形を用いて、液状化を考慮した有効応力解析を実施し、液状化地点で発生した地表面加速度を求める
⇒近見地区の液状化地点でどの程度の地震動が発生したのかを検討

【有効応力解析結果】

液状化地点の想定地震動は
「**M7.3 地表面最大加速度 240gal**」
を採用

3. 液状化対策の目標値

【設定方針】

今回の液状化対策の対策目標の方針（案）

○設計地震動(今次災害)

⇒ **M7.3 240gal**

○地下水位低下工法における液状化被害抑制の目標

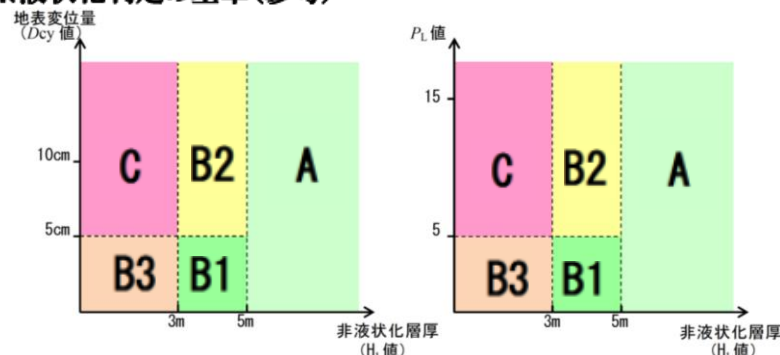
⇒ **Aランク、B1ランク**

○地下水位低下工法における液状化被害軽減の目標

⇒ **B2ランク（住民より了解が得られた場合）**

※対策前の液状化判定においてAランクのものについては顕著な被害の可能性が低いので対策は実施しない

※液状化判定の基準(参考)



A, B1 : 顕著な被害の可能性が低い

B2, B3 : 顕著な被害の可能性が比較的低い

C : 顕著な被害の可能性が高い

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第6回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年10月15日） 概要

1. 実証実験の結果

確認事項	確認結果
目標水位までの地下水位の低下	遮水矢板の内側では、概ね目標水位のGL－2.9～3.2m（目標水位低下量 $\Delta h \div 1.5\text{m}$ ）が確保できた
鋼矢板での遮水性	As1層を遮断するL＝11mの短尺矢板を使用した が 、遮水が出来ており、範囲外の地下水位は殆ど低下しなかった
鋼矢板内側の地盤や模擬家屋等の沈下	遮水矢板の内側では、沈下杭は1～26mm（傾斜角は最大1.6/1000）、模擬家屋は1～17mm（ 傾斜角は最大0.9/1000 ）と地盤沈下量は小さかった（いずれも初期沈下量を含む） なお、沈下が生じた箇所は排水管付近であった（土留め矢板隅角部が最も大きい） また、遮水矢板の外側でも±3mm以下であり、殆ど沈下は生じなかった
周辺の地盤沈下や井戸枯渇等の影響	周辺地盤の沈下変状は小さく、井戸枯渇等の障害は見受けられなかった

⇒地下水位が下がり、家屋の使用に影響を及ぼすような沈下、傾斜は生じなかったことなどから、地下水位低下工法の有効性を確認

床の傾斜角と健康障害（抜粋）【出典：日本建築学会「液状化被害の基礎知識」】

傾斜角	健康障害
5/1,000	傾斜を感じる
6/1,000	不同沈下を意識する
8/1,000	傾斜に対して強い意識、苦情の多発。
10/1,000	めまいや頭痛が生じて水平復元工事を行わざるを得ない

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

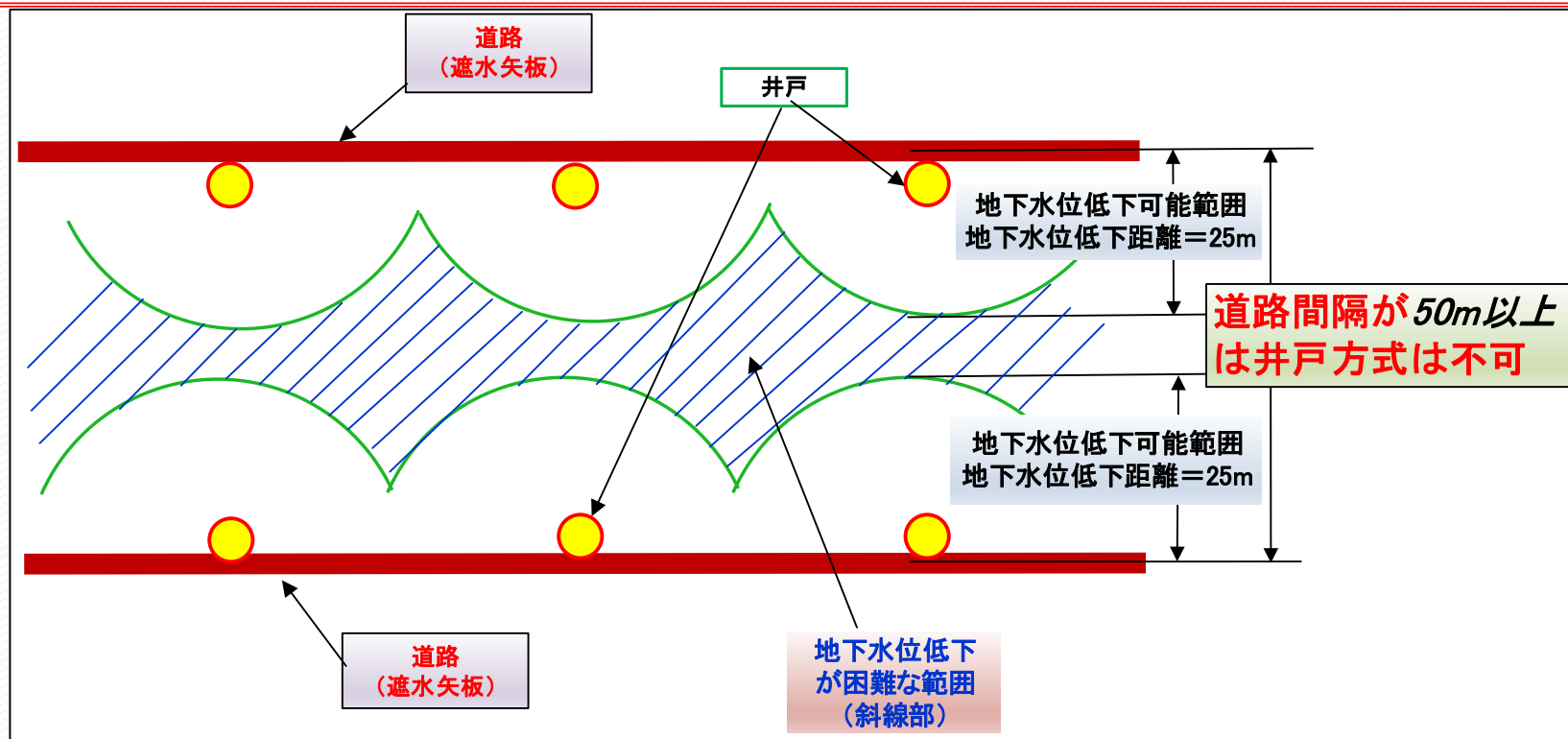
第7回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年12月27日） 概要

1. 全区間の検討結果(地下水解析結果)

【排水管方式及び井戸方式による地下水解析】

排水管方式、井戸方式それぞれについて、地盤状況や区域面積、施設の配置・数量のパターンを変えながら地下水位低下の状況を解析

井戸中心からの地下水位低下範囲が25mに設定されるため、井戸を公用施設である道路上に設置する条件として、**道路間隔50m以下**の場合は井戸方式、それより**広ければ排水管方式**で検討



井戸方式における地下水位低下範囲概念図

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第7回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年12月27日） 概要

2. 対策区域の設定

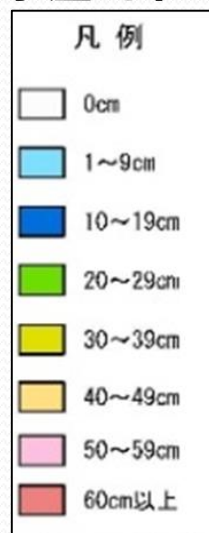
液状化判定



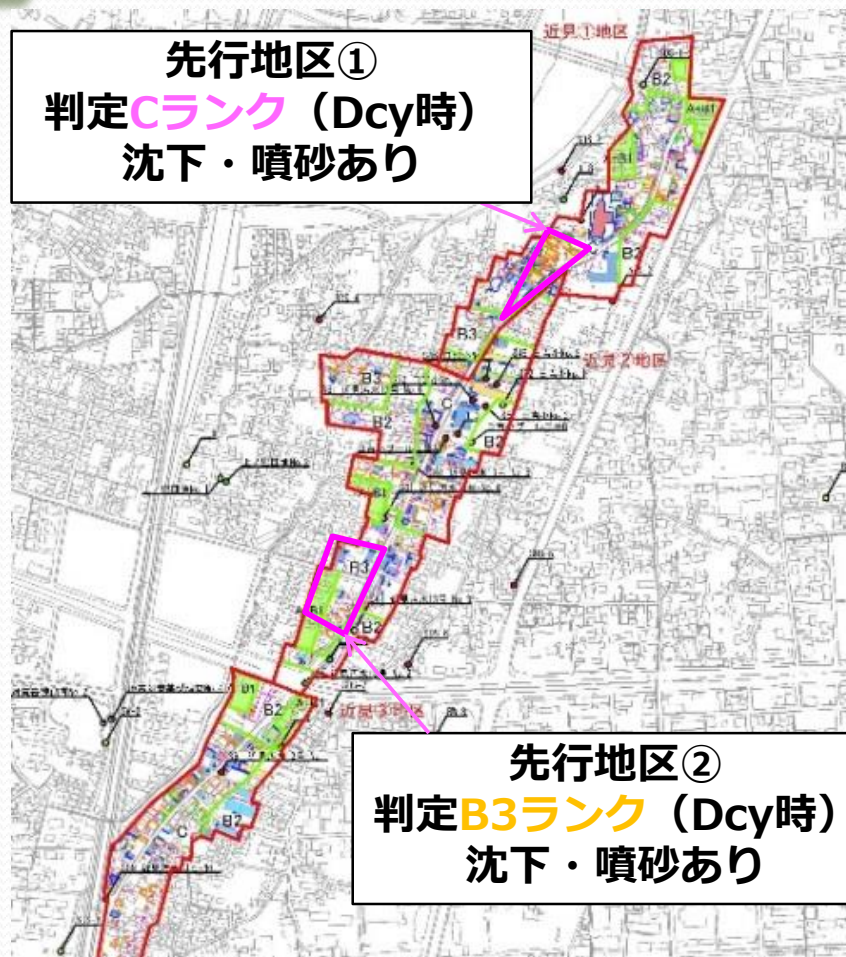
被害状況



家屋沈下量



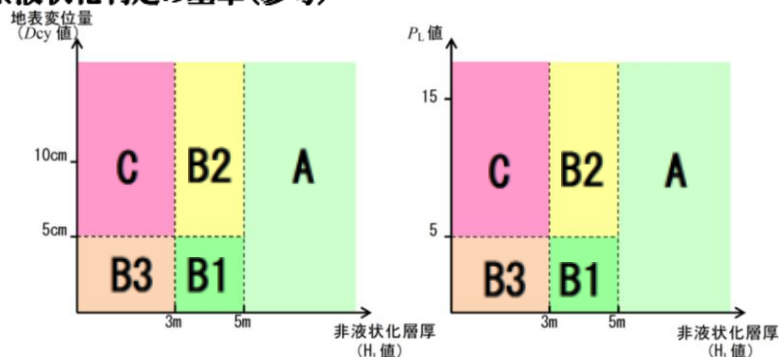
先行地区①
判定**Cランク**（Dcy時）
沈下・噴砂あり



先行地区②
判定**B3ランク**（Dcy時）
沈下・噴砂あり

設定した対策区域図（Dcy判定時）

※液状化判定の基準（参考）



A, B1 : 顕著な被害の可能性が低い
B2, B3 : 顕著な被害の可能性が比較的低い
C : 顕著な被害の可能性が高い

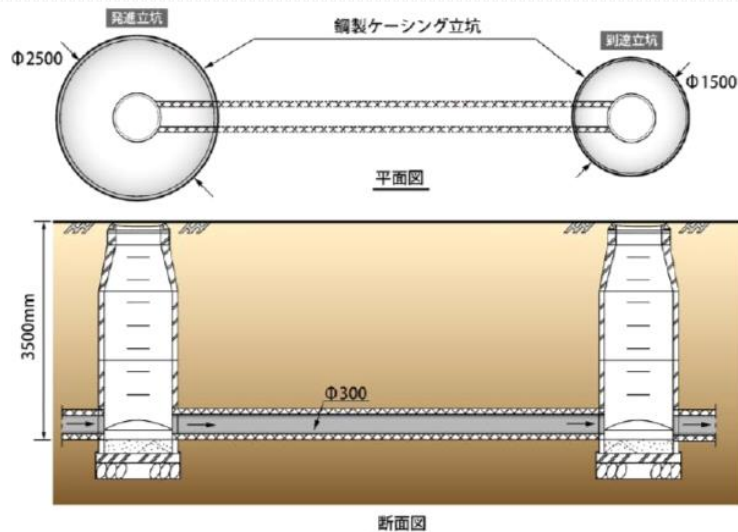
調査区域のうち、現時点で対策の実現性が高い2地区を対象に、地下水位低下工法の採用を進める

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第7回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成30年12月27日） 概要

3. 先行地区について（報告）

工法案	排水管方式
工法の原理	推進工法により、地下水位以深に排水管からなる地下排水施設を設置し、地区外に排水することで、全体の地下水位を低下させる
長所	類似工法の採用事例あり 広範囲・連続的な地下水位低下が可能
短所	地下水低下による圧密沈下が発生 狭隘部では、採用困難



推進工法による集水管設置概念図



網状多孔質排水管

排水管方式（推進工法）をメインとして検討を進める

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第8回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成31年3月12日） 概要

1. 対策区域の設定

【対策区域の考慮項目】

下表に示すような各項目を考慮する必要がある。

対策区域を選定するための考慮項目

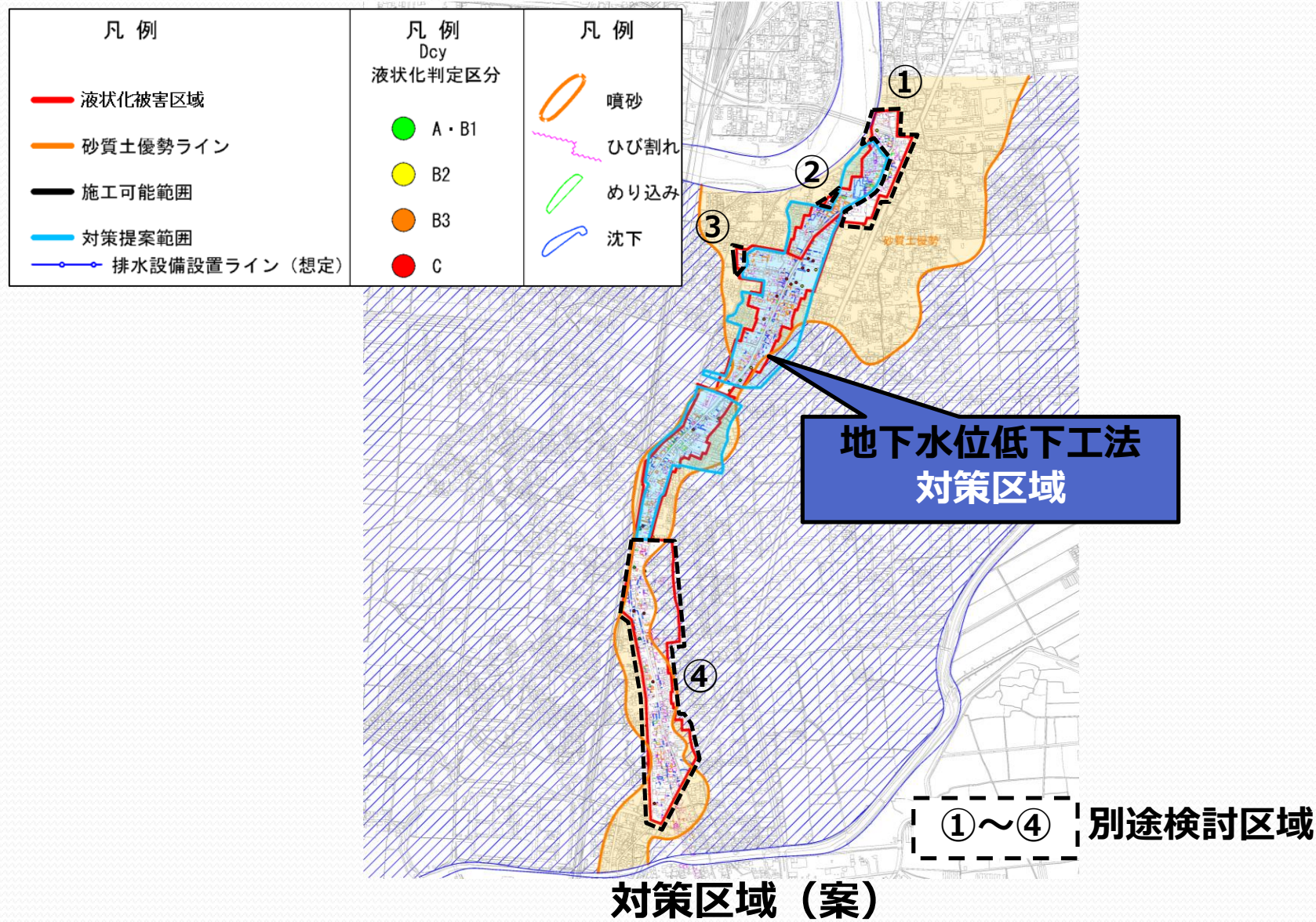
項目	内容
施工可否	公共施設（道路）と宅地が対策効果を得られる範囲に遮水壁（遮水矢板）や地下排水施設を設置することができること そのための、施工機械類が配置可能な道路幅を有していること
沈下量	長期的な圧密沈下が、公共施設（道路）および宅地に有害とならないこと（目安として沈下量5cm以内）
排水効果	排水方式により異なる対策効果内に公共施設（道路）を有していること（排水管方式は道路間の離隔幅140m以内、井戸方式は道路間の離隔幅50m以内であること）
その他	周辺の道路、河川、鉄道等に直接、ないし将来計画に対策施設が影響を及ぼす可能性がある場合は、実現困難

上記項目を考慮した区域を、「**対策区域として設定**」する

1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

第8回 熊本市液状化対策技術検討委員会（平成31年3月12日） 概要

【地下水位低下工法の対策区域】



1. 熊本市液状化対策技術検討委員会のこれまでの検討内容

ご清聴ありがとうございました。