

土のうを利用した マンホール浮き上がり 対策の提案

平成17年9月9日

山形設計株式会社
技術営業課 堀内宏信
<http://www.ysc-aqua.jp>

1. はじめに

- 平成16年10月23日、最大震度7、M6.8の直下型地震“平成16年新潟県中越地震”が発生し、各種インフラ施設に大きな被害をもたらした。
- 特徴的な被災形態の一つとして、局所的な液状化による下水道マンホールの浮き上がり現象が挙げられる。
- マンホールに浮き上がりが生じると、下水道本来の汚水の流下能力を失い、中・長期的な復興の支障になるばかりではなく、被災直後に最も重要となる緊急輸送の妨げとなる。
- このため、マンホールの浮き上がり対策は、防災上の大きな課題の一つである。



図1.1 代表的なマンホール被災状況

2. マンホールの特徴

2.1 構造上の特徴

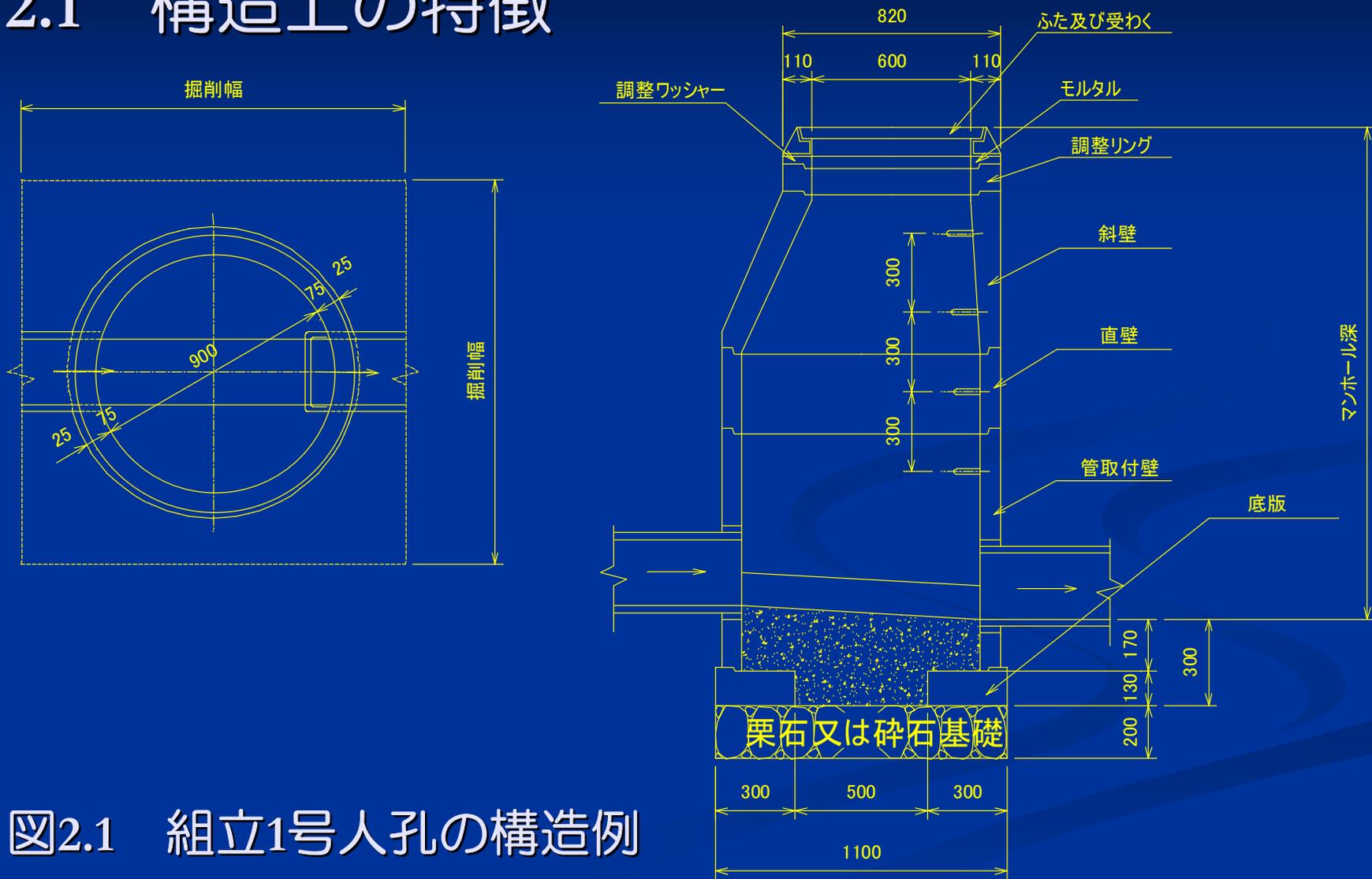
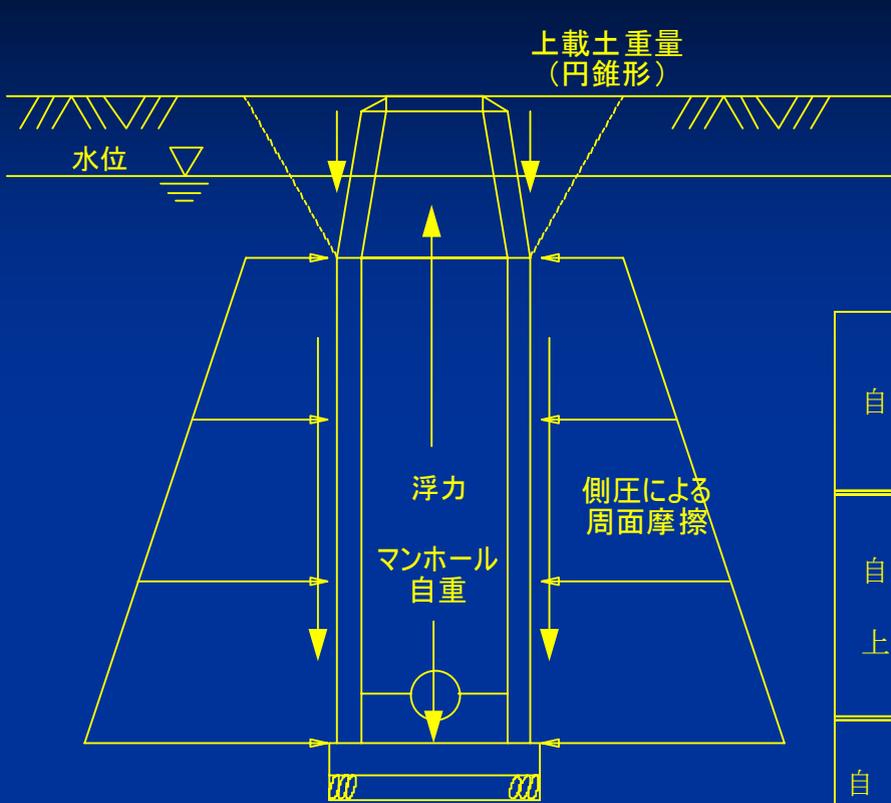


図2.1 組立1号人孔の構造例

- ・土被りを持たない縦長の中空構造物である。
- ・専用の器具を使わないと蓋が開かず，圧力を受けても密閉された状態を保つ。
- ・自分より強度の低い小口径の管渠と接合されている。



- マンホールの深さと地下水位の高さにもよるが，自重だけでは浮力に耐えることができない構造である。
- マンホール自体ではなく，接合されている管渠が構造的な弱点となる。



種別	1号人孔		
単位質量	ρc	24.5	kN/m^3
	ρw	9.8	kN/m^3
	ρs	18.0	kN/m^3
深さ	H	4.0	m

自重	水位	GL(m)	0.0	-1.0	-2.0	-3.0
	自重	W(kN)	24.51	24.51	24.51	24.51
	浮力	U(kN)	32.66	25.46	16.97	8.49
	安全率	Fs	0.75	0.96	1.44	2.89
自重 + 上載土	水位	GL(m)	0.0	-1.0	-2.0	-3.0
	自重	W(kN)	24.51	24.51	24.51	24.51
	上載土	Ws(kN)	4.29	9.42	9.42	9.42
	浮力	U(kN)	32.66	25.46	16.97	8.49
	安全率	Fs	0.88	1.33	2.00	4.00
自重 + 上載土 + 周面摩擦	水位	GL(m)	0.0	-1.0	-2.0	-3.0
	自重	W(kN)	24.51	24.51	24.51	24.51
	上載土	Ws(kN)	4.29	9.42	9.42	9.42
	周面摩擦	Ps(kN)	38.49	40.38	49.20	63.91
	浮力	U(kN)	32.66	25.46	16.97	8.49
安全率	Fs	2.06	2.92	4.90	11.53	

図2.2 浮き上がりに対する安全率

2. マンホールの特徴

2.2 施工上の特徴



図2.3 施工状況（上）

図2.4 管渠接合部（右）



- 主に市町村が発注者の比較的短期間かつ小規模な工事である場合が多い。
- 一般に道路下に開削工法で施工されるが、長期間通行止めにすることは幹線道路であっても生活道路であっても難しい。
- $1.5\text{m} \times 1.5\text{m} \sim 2\text{m} \times 2\text{m}$ 程度の狭い掘削範囲の中に外形約1mのマンホールが設置される。



- 長期間、掘削された状態にしておくことは、工期的にも交通確保の観点からも難しい。
- 埋め戻しは狭い作業空間内での作業であり、また複雑な形状の埋め戻しとなる。

3. 対策工法の検討

- マンホールの浮き上がり対策のためには、局所的な液状化を発生させないことが必要。
- Box.C構造における代表的な液状化対策として、埋め戻し土の締め固め増加、グラベル材による埋め戻し、セメント系固化材による地盤改良などの工法が挙げられる。
- マンホールの場合には、構造上、施工上の特徴から、単純にこれらの工法を用いると、問題が発生する可能性がある。



以上の問題に対して、

- **下層を土のう詰めて埋め戻す工法が対策効果、及び施行管理の両面で有効であると**考えられる。
- 土のうが土粒子を物理的に拘束し液状化を抑制することで、マンホールの浮き上がり防止効果が期待できる。

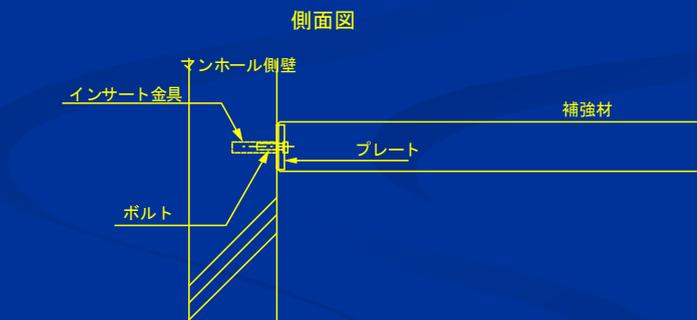
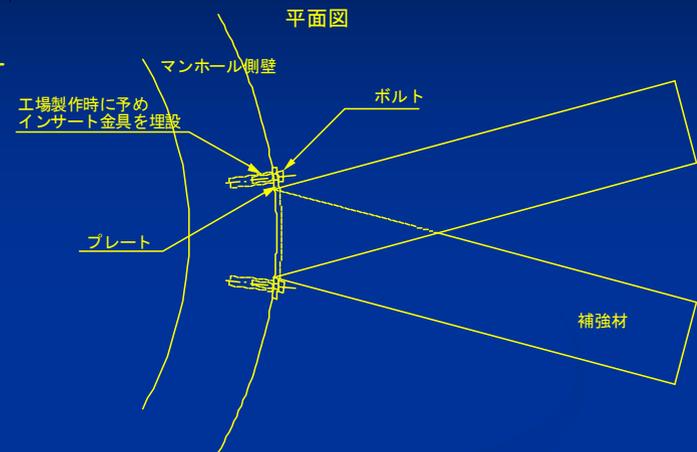
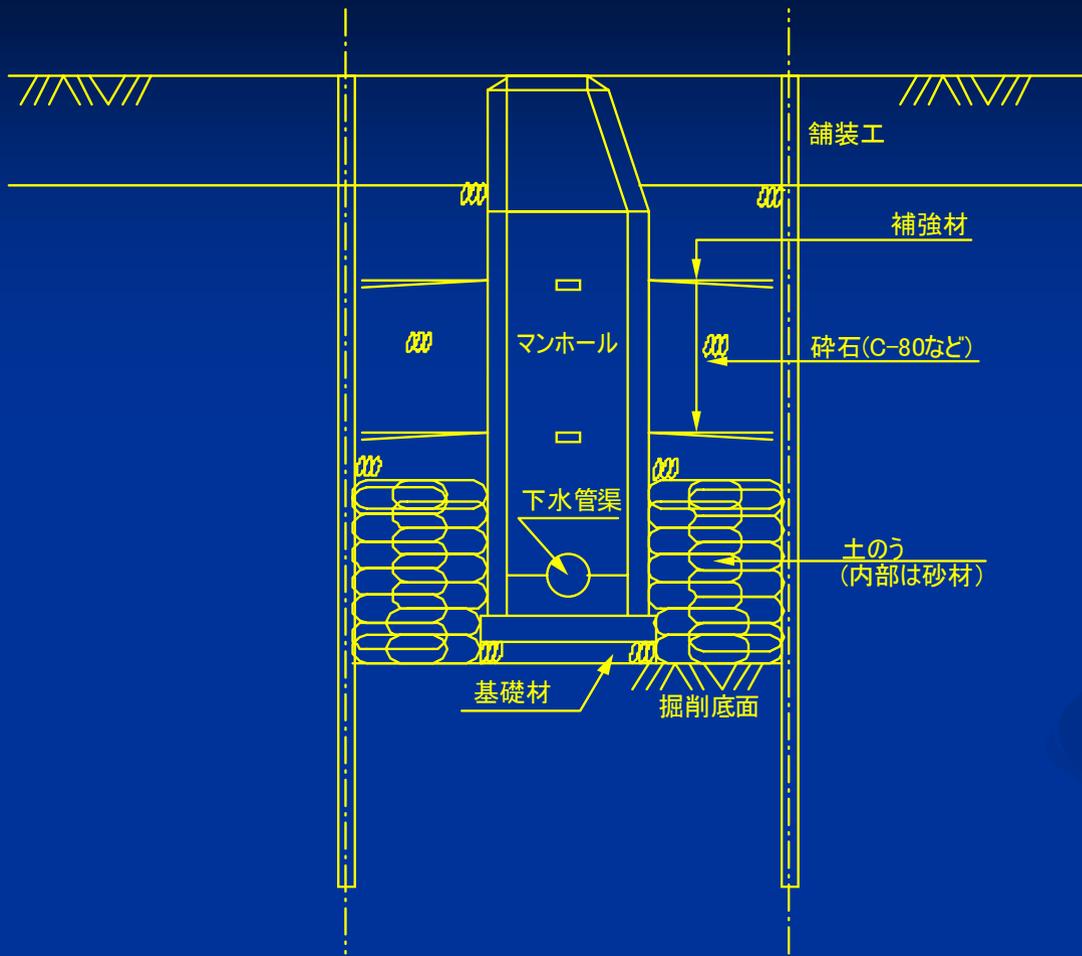


図3.1 土のうを用いた対策工法

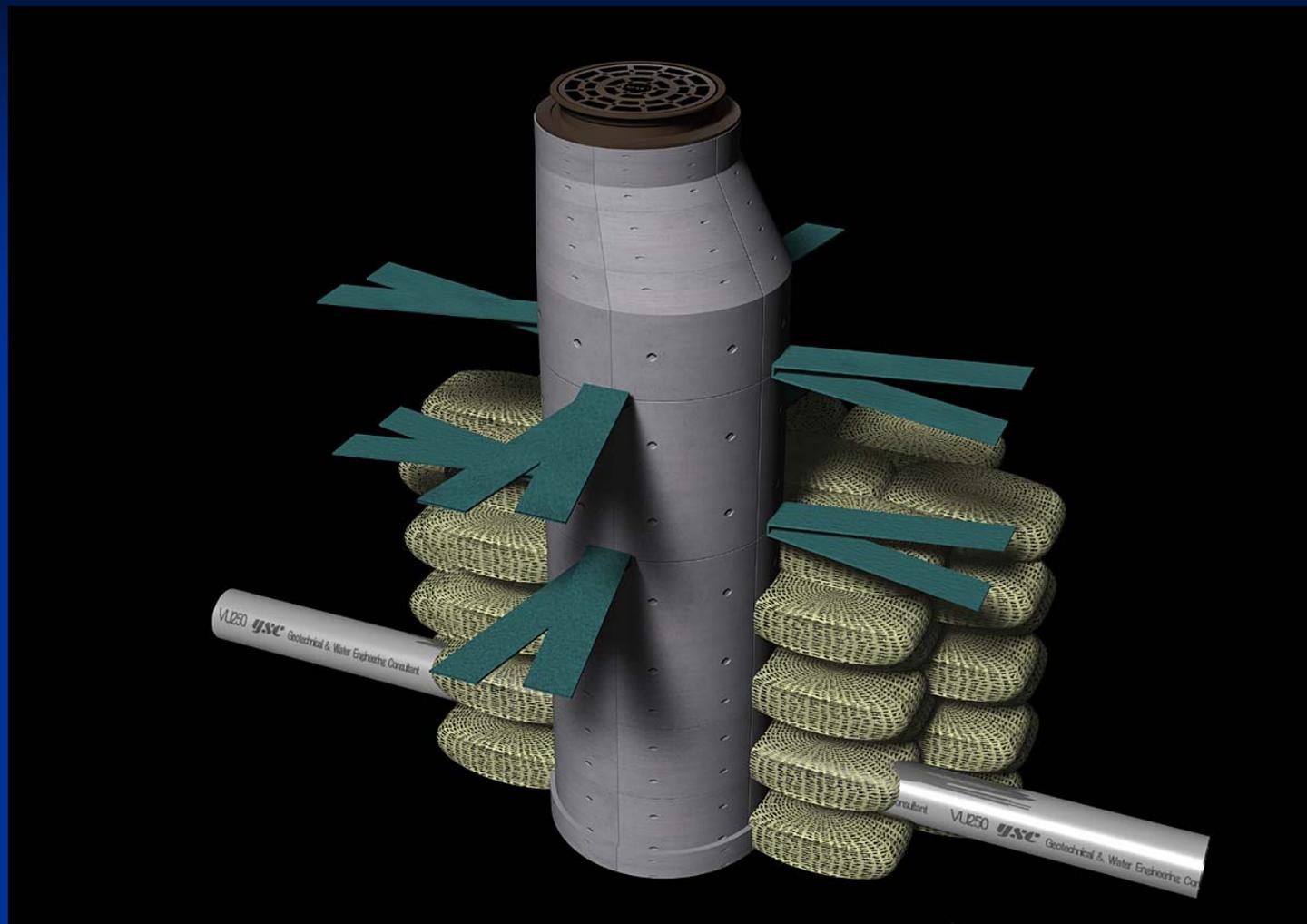


図3.2 土のうを用いた対策工法イメージCG

4. おわりに

- 対策工法を，下水道工事の一般的な工法に落とし込むためには，特別な材料，重機，仮設備を必要とせず，短い工期内で完結できる工法が望ましい。
- このような観点から，土木資材として広く流通している土のうを用い，短い工期で施工可能な本工法は，対策工法の一つと成りうると考えている。
- 但し，地震時における土のう相互の挙動など，不明な点もあるため，実用化にあたっては模型実験等による確認が必要となる。
- また，安価で可搬性のある土のう製造機の普及も普及にあたっての課題である。