

# 地盤改良 (EX-DJM工法) における近接水道管への対応

静岡県土木施工管理技士会  
株式会社 山田組  
土木部  
海野 洋司  
Hiroshi Unno

## 1. はじめに

当工事の工事概要は粉体噴射攪拌工法 (EX-DJM工法) による地盤改良工である。

DJM工法は、施工時に発生する周辺地盤への変位が比較的小さい工法であるが、一般的に平坦地では改良深度と同程度の範囲に施工時、側方地盤への変位を生じることがある。

対象物に非常に近接する場合や重要構造物に対しては、施工前に予め変位が対象物に及ぼす影響について検討する必要がある。

当工事においては、近接して埋設してある水道管 (K形ダクタイル鉄管  $\phi 200$ ) について検討する必要があった。

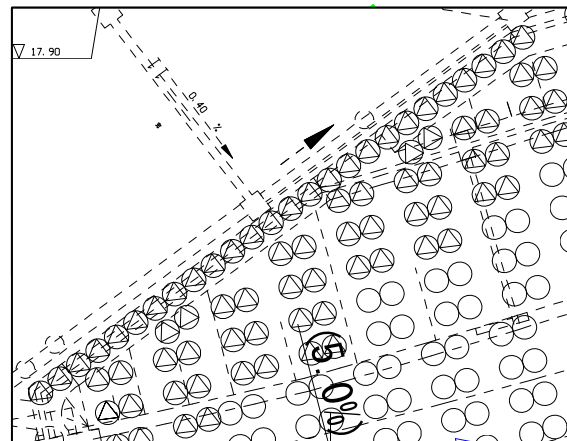
## 2. 改良仕様

工 法 : EX-DJM ( $\phi 1300$ )

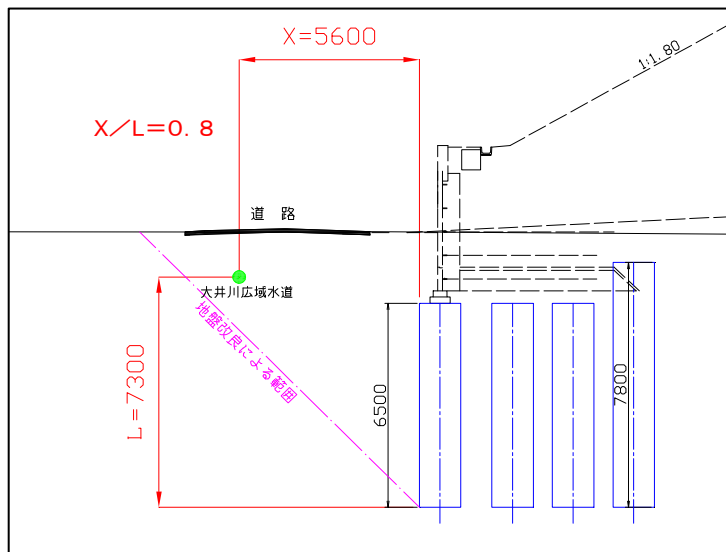
貫入深度 : 8.6m

改良ピッチ : 1列目 接円 (改良率 : 78%)

: 2列目  $\square 3.8\text{m} \times 1.9\text{m}$  (37%)



平面図



断面図

### 3. 変位量の推定方法

DJM工法施工時の周辺影響および、変位量の推定には過去にいくつかの手法が発表されており、文献1)はチャートによる方法、文献2)は予測式による方法で以下に示す通りである。

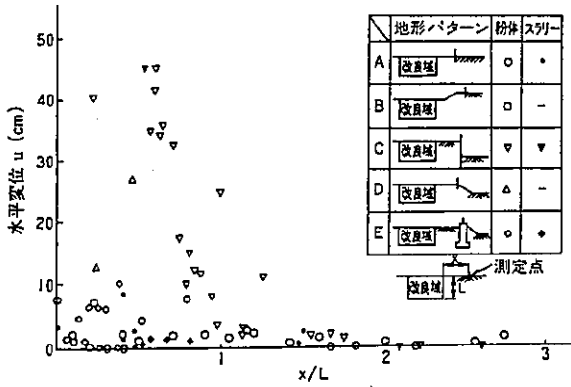


図-1 深層混合処理工法施工時の変位 (文献1)による)

### 文献2)による変位量予測式

$$d = d_0 \exp(\lambda \cdot \chi)$$

$$d_0 = 1.63 a_p - 34.85H + 31.21 \log w - 122.89$$

$$\lambda = 0.012 L - 0.15 \log w - 0.072$$

ここに、 $a_p$ : 改良率 (%)

$H$ : 高さ (m) 地形パターン

$w$ : 含水比 (%)

$L$ : 改良深度 (m)

$\chi$ : 対象物までの距離 (m)

### 4. 変位量の推定結果

#### 1) チャートによる方法

図-1に深層混合処理工法施工時に生じる水平変位量の実績を示す。

今回検討する水道管は、下図の  $X/L$  が 0.8 程度となり最大で 8 cm 程度の変位が生じる可能性がある。

#### 2) 予測式による方法

下記に示す条件にて予測式により算定すると変位量は 7.2 cm となる。

$$d = d_0 \exp(\lambda \cdot X)$$

$$d_0 = 1.63 a_p - 34.85 H + 31.21 \log W - 122.89$$

$$\lambda = 0.012 L - 0.15 \log W - 0.072$$

$$a_p : \text{改良率 (\%)} = 58 \% \quad (78\%+37\%)/2=58\%$$

$$H : \text{地形パターン} = 0 \text{ m}$$

$$w : \text{含水比 (\%)} = 50 \%$$

$$L : \text{改良長 (m)} = 8.6 \text{ m}$$

$$x : \text{対象物までの距離} = 5.5 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.012 \times 8.6 - 0.15 \times \log 50 - 0.072 = -0.22365$$

$$d_0 = 1.63 \times 58 - 34.85 \times 0 + 31.21 \log 50 - 122.89 = 24.6766$$

$$d = 24.6766 \exp(-0.22365 \times 5.5) = 7.21 \text{ cm}$$

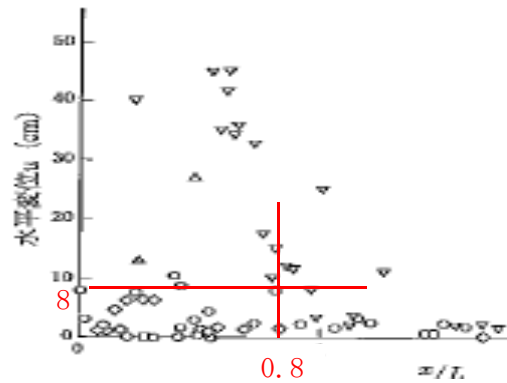


図-1

以上の結果より、最大 8 cm の変位が生じる可能性があった。

## 5. K形ダグタイル鉄管の許容曲げ角度と偏位について

下記にK形ダグタイル鉄管の許容曲げ角度と偏位を示す。

今回検討する水道管（K形ダグタイル鉄管 φ200）の許容曲げ角度は5°であり、許容される管1本当たりの許容偏位は4.4cmである。

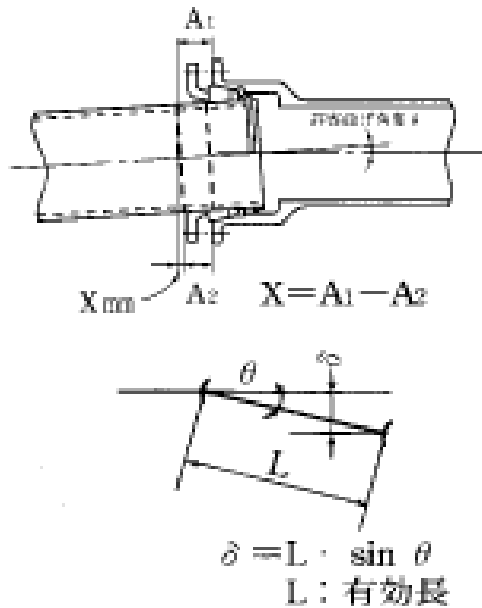


図12 曲げ角度と偏位

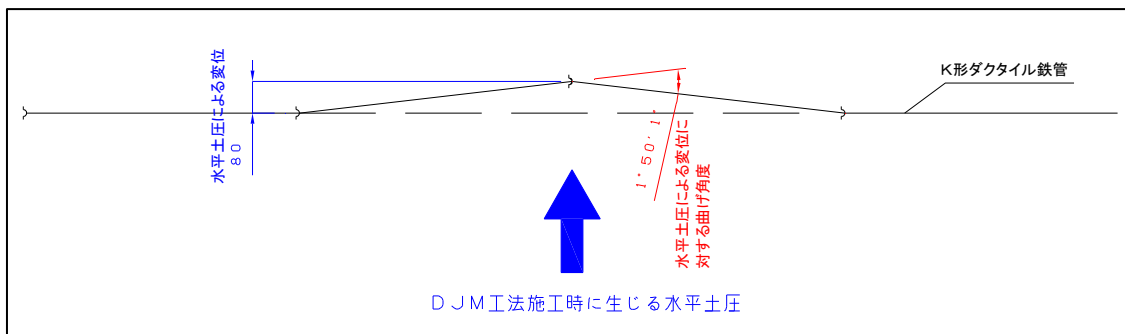
表5 許容曲げ角度と偏位

呼び径	許容曲げ角度 θ	A寸法の差λ (mm)	管一本当たりに許容される偏位δ(cm)		
			4m管	5m管	6m管
75	5° 00'	8	35	—	—
100	5° 00'	10	35	—	—
150	5° 00'	15	—	44	—
200	5° 00'	19	—	44	—
250	4° 10'	20	—	36	—
300	5° 00'	28	—	—	52
350	4° 50'	31	—	—	50
400	4° 10'	31	—	—	43
450	3° 50'	31	—	—	40
500	3° 20'	31	—	—	35
600	2° 50'	31	—	—	29
700	2° 30'	32	—	—	26
800	2° 10'	32	—	—	22
900	2° 00'	32	—	—	21
1000	1° 50'	33	—	—	19
1100	1° 40'	33	—	—	17
1200	1° 30'	33	—	—	15
1350	1° 20'	33	—	—	14
1500	1° 10'	32	—	—	12
1600	1° 30'	43	10	13	—
1650	1° 30'	45	10	13	—
1800	1° 30'	48	10	13	—
2000	1° 30'	53	10	13	—
2100	1° 30'	55	10	13	—
2200	1° 30'	58	10	13	—
2400	1° 30'	63	10	—	—
2600	1° 30'	70	10	—	—

K形ダグタイル鉄管の許容曲げ角度と偏位（日本ダグタイル鉄管協会 K形ダグタイル鉄管接合要領書より）

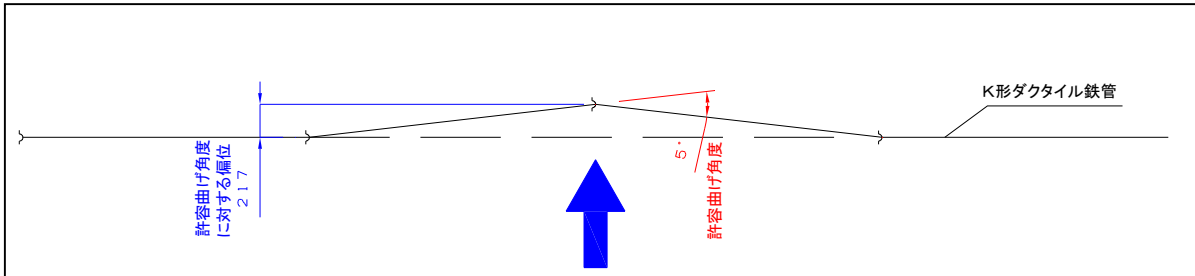
## 6. 地盤改良施工時に作用する変位と K形ダグタイル管の曲げ角度の関係

今回深層混合処理工施工時に生じる最大の変位を集中的にK形ダグタイル鉄管の継手部分にと仮定すると、下図のとおり曲げ角度は1° 50' 1"となる。



## 7. K形ダクタイトイル鉄管の許容曲げ角度と変位の関係

K形ダクタイトイル鉄管の許容曲げ角度に対する今回深層混合処理工施工時における変位の許容値は下図のとおり217mmであると考ええる。



## 8. 推測結果

許容曲げ角度  $5^{\circ}$  > 水平変位による曲げ角度  $1^{\circ} 50' 1''$

※当該水道管管理者においては、許容曲げ角度を公称角度の50%に設定している

許容曲げ角度  $2^{\circ} 30'$  > 水平変位による曲げ角度  $1^{\circ} 50' 1''$

許容偏位 217 mm > 水平変位 80 mm

許容偏位 108 mm > 水平変位 80 mm

上記より、今回施工の深層混合処理工においては、水道管への影響は与えるが水道水の配水については影響は無いと考えた。

## 9. 現場の対応

変位防止対策として地盤改良施工範囲と水道管との間に緩衝溝を設置した。

変位観測を実施した。

### 変位観測計画

#### 観測期間

- 道路側の地盤改良工が始まってから変位がなくなるまでとする。

#### 観測方法

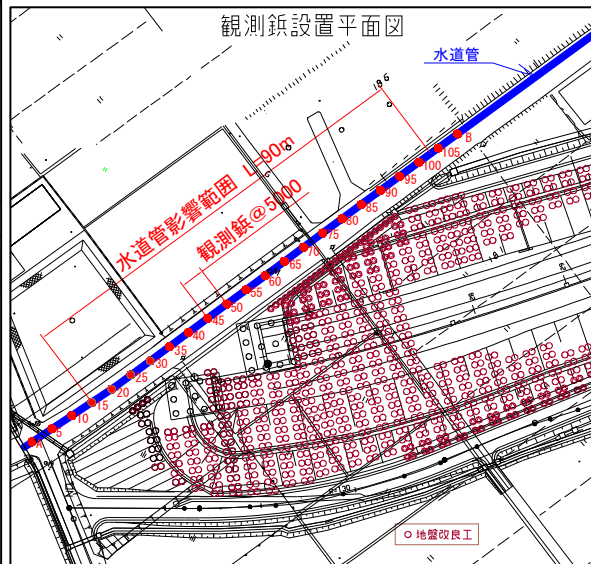
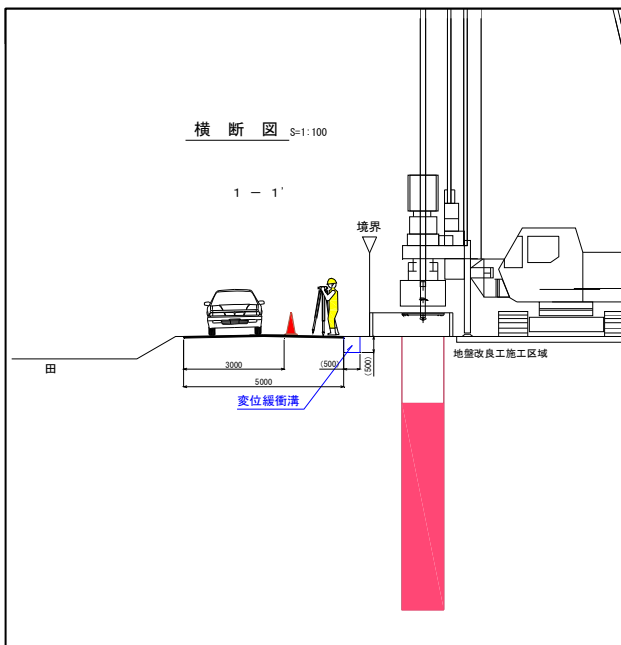
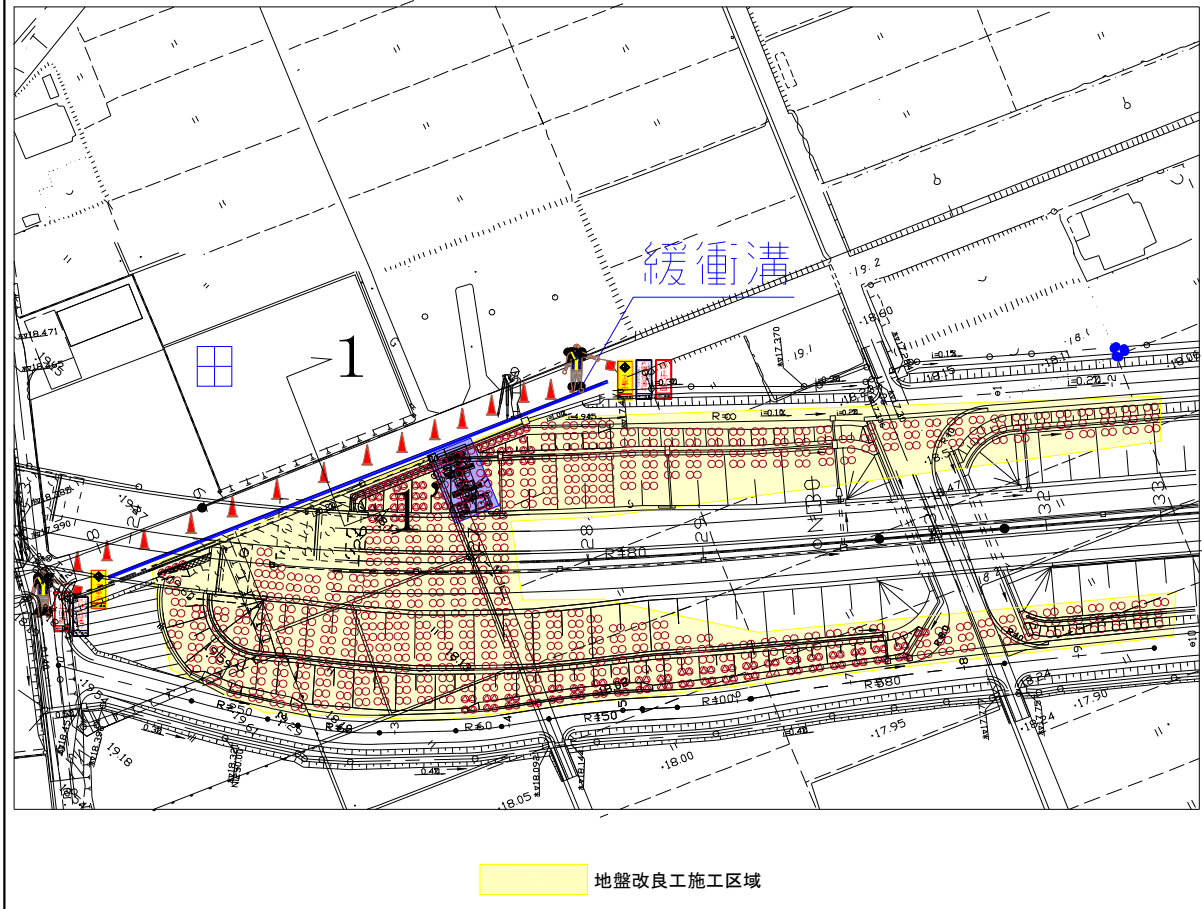
- 観測期間においては地盤改良工施工時は、常時観測人(1名)が現場の状況を確認する。
- 水道管の埋設管位置上の舗装に5mピッチに観測鉤を設置し観測鉤において変位を観測する。

- 地盤改良杭1セット(2本)毎に改良杭の近接する観測鉤(5@8=40m)の水平変位及び高さを観測する。
- 1日1回、A・B観測鉤をとおして全ての観測鉤の水平変位を観測する。

#### 臨機の措置

- 現場状況に異変が発生した場合は直ちに作業を中止し、原因を究明すると共に水道管管理者に報告する。
- 変位が4cmを超えたら観測人を2名配置し現場の状況を細部にわたり注視する。
- 変位が8cmを超えた場合は作業を中止し水道管管理者に報告すると共に対策を検討する。

## 平面図



## 10. 結果

変位の結果は最大2.8cmであった。これは変位吸収ゾーンとして設置した緩衝溝の成果が十分に発揮された結果であると考ええる。

状況観測においても問題なく作業を終了し、水道に支障を与えず施工を完了した。