

# 四国横断自動車道（阿南～徳島東） 軟弱地盤における送水管対策について

合谷 龍馬

四国地方整備局 徳島河川国道事務所 工務第二課 (〒770-8554 徳島県上吉野3丁目35)

四国横断自動車道の阿南～徳島東間は新直轄方式により整備を進めている区間である。当区間の立江・櫛淵地区は軟弱地盤地帯であり、各橋の軟弱地盤対策の内、送水管対策について報告を行う

キーワード 軟弱地盤対策, 地盤改良

## 1. はじめに

四国横断自動車道は、阿南市を起点に、徳島市、高松市、高知市を経て大洲市に至る約440kmの高規格幹線道路である。そのうち阿南～徳島東間は、国土開発幹線自動車道建設会議において、決定された新直轄方式により整備される区間で、地域高規格道路の阿南安芸自動車道と一体的に機能することで徳島東南地域の発展に重要な役割を果たすものと期待されている。

当地区は小松島東部の平野部にあたり、三角州性の標高0mの低平な沖積低地である。この櫛淵・立江川流域の低地は溺れ谷の入り江であったが、現在では湿地化した低地部となっている。集落は低地部の南北の山裾部に点在しているが、低地部のほとんどは水田地帯となっている。地質状況は、基盤の上部に未固結堆積物が分布するが、堆積年代の相違によって洪積層と沖積層に区分され、洪積層は粘土質砂礫からなり、基盤岩の上位に分布している。また、沖積層は軟弱な粘性土と砂質土が洪積

層の上位に約15m分布し、このうち粘土層は軟弱な地層でN値もほとんどが0/50（ハンマー自沈）を示し、砂質土層も全体に緩い締まりの地層である。

本事業では盛土により道路が整備されるため盛土に対する地盤圧密、地盤破壊、地盤変形の把握と対策が必要である。さらに当該地区では計画ルートを横断する形で製紙工場への送水管が敷設されており、この送水管を考慮して設計、施工を行う必要がある。本稿では、軟弱地盤における送水管対策について報告する。

## 2. 地盤改良と送水管対策について

### (1) 地盤改良について

当該地区において、盛土施工による地盤圧密、地盤破壊（円弧すべり）、地盤変形の解析をについて検討を行った。

その結果対策工として地盤圧密に対してはバーチカルドレーン工法による圧密促進工法、地盤破壊及び地盤変形に対しては深層混合処理工法による地盤改良が必要であると判断した。

### (2) 送水管について

計画ルートを横断する市道に沿って、製紙会社の送水管φ1350が埋設されている。この送水管は昭和35年度に完成したもので、非常に老朽化が進んでいる。そのため送水管のセンターから6m以内は重機の使用や大型車両の立ち入りに関し制限がなされている。また平成15年1月に当現場より上流（西）500m付近の工事において、盛土偏圧により管破断の事故が発生し、その復旧と2週間程度の工場停止の補償と合わせ多額の損害がでている。



図-1 位置図

### (3) 送水管の許容変位量の設定

施工にあたり送水管に対する変位の許容値を設定した。製紙会社からのヒアリングの結果、φ1350mmのヒューム管接続部の許容曲げ角度は、0° 50′ ~ 1° 15′ (JIS規格) であるため、管の有効長L=2430mmより管の許容変位は35mm~53mm程度となる。また近隣で行われた施工実績をFEM解析することにより、施工時に発生したと推定される変位の算定を行った結果、概ね20mm余りの変位が発生していると推定された。しかしながら、「地中構造物の建設に伴う近接施工指針」(平成11年2月、社団法人 日本トンネル技術協会)の下水管の沈下・隆起量の管理値が10mmとなっており、管理者協議では十分な対策を行って欲しいとの要望があったため許容変位量として鉛直・水平方向それぞれ10mmを採用した。

### (4) 送水管対策工の検討

送水管対策工の基本方針としては、送水管への影響を最小限にするため、送水管交差部は橋梁等により盛り土の影響を与えない構造とする必要がある。また当該箇所は内水解析より20mの開口が必要とされており、内水解析や立入制限区域を考慮し橋梁を設け直接盛り土の影響を与えない構造とした。また、地盤内の側方流動対策のための深層混合処理工法による地盤改良、盛り土の影響を送水管から遠ざける目的と、橋台への土圧軽減を目的とした軽量盛土工法(FCB工法)を対策工法として選定した。また橋梁基礎工背面の地盤改良工施工時に発生する側方変位の遮断、橋梁基礎工施工時の縁切及び杭施工の影響軽減、盛り土荷重による側方変位軽減などのために橋台基礎及び地盤改良をする範囲の前面(送水管側)に鋼矢板を設置することとした。

### (5) FEMを用いた改良仕様の決定

送水管の許容変位量10mmを満たすために必要な深層混合処理の仕様をFEMを用いて検討した。その結果、橋台背面(FCB部)はA1橋台側で設計基準強度: quck=1000kN/m<sup>2</sup>、改良幅: B=15.0m、A2橋台側で quck=800kN/m<sup>2</sup>、B=16.0mで許容変位量の10mmを満足する結果となった。また、盛り土部はA1橋台側で quck=850kN/m<sup>2</sup>、B=14.0m、A2橋台側で quck=800kN/m<sup>2</sup>、B=10.0mで許容変位量の10mmを満足する結果となった。以上の改良仕様で施工すれば送水管への影響対策として問題ないと考えられる。

表-1 送水管への影響対策結果(深層混合処理工法)

検討位置	送水管変位量		改良幅 B(m)	設計基準強度 quck(kN/m <sup>2</sup> )	改良率 ap(%)	
	水平(mm)	鉛直(mm)				
FCB部	A1橋台側	9.9	3.4	15	1000	78.5
	A2橋台側	9.7	3	16	800	
盛り土部	A1橋台側	9.9	2.2	14	850	
	A2橋台側	9.9	1.9	10	800	

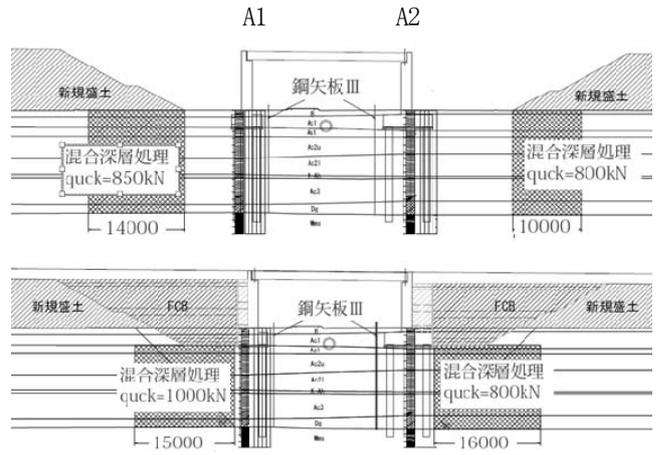


図-2 送水管への影響対策断面図  
【盛り土部(上)、FCB部(下)】

## 3. 鋼矢板試験施工

### (1) 鋼矢板試験施工の必要性について

送水管の変位の許容値を定め、FEM解析を行い改良仕様を定めたが、上記で検討を行ったのは、鋼矢板を打設し、深層混合処理による地盤改良を行った状態で盛り土を行った時の送水管変位であり、矢板の打ち込み時や地盤改良工事施工時の変位については検討されていないという問題がある。そこで矢板打設や地盤改良が送水管にどれくらい影響を与えるのかを道路北側端部の地盤改良部分を試験区間として、橋台予定部と同じ施工配置で矢板を打設し、地盤改良を行いその際の矢板頭部変位及び土圧、地表面の沈下などを計測することで検討した。

### (2) 観測内容

矢板打設及び地盤改良工事に伴う地盤変形について確認することを目的として、以下の測量及び観測を行った。

#### ① レベル測量

送水管側の地盤の沈下量を確認するため鋼矢板から1m毎にスタッフを配置した。橋台施工時の導水管との離隔距離が6.35mである点を考慮して、鋼矢板からの離隔距離7mまでを観測範囲とした。鋼矢板打設時及び地盤改良工事において測量を実施し、沈下量とその影響範囲を確認した。

#### ② 移動杭観測

レベル測量に用いたスタッフを用いて矢板との距離変化を観測した。これにより地盤改良工事による地盤の側方変位について確認した。

#### ③ 伸縮計観測

地盤改良工事による鋼矢板頭部の変位量を観測するため、矢板頭部に伸縮計を設置した。伸縮計本体は、鋼矢板背面(導水管側)の離隔距離8m地点に設置した。地



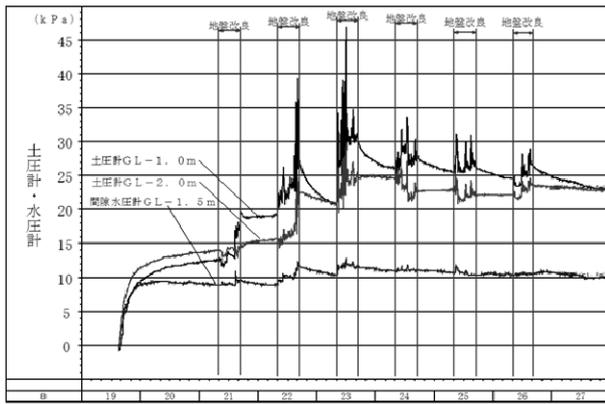


図-7 土圧計・水圧計の結果

## (2) 考察

観測結果より矢板の変動と土圧計、パイプひずみ計、レベル計測の変動は矢板打設、地盤改良工事に連動した結果である事が理解できる。つまり、改良工事に伴って矢板前面に荷重が加わり、送水管側方向へ矢板頭部変位が生じたと考えられる。伸縮計に注目すると4月22日および4月23日の施工において矢板頭部が導水管側へ変位している。4月24日以降においても改良工事は進められており、矢板前面に荷重が加わる様子が土圧計から確認

できるものの、矢板自身の変位は見られない。よって矢板の変位は、矢板に近い範囲（矢板から2列目まで）での地盤改良時に集中すると見ることができる。

また矢板打設工事に関しては地盤の隆起が生じていることが確認できた。

今回の結果から、橋台背面の地盤改良工事において矢板が変位を抑える役割が確認された。また送水管への影響を考えると矢板から7m離れた位置での隆起量は最大で3mm、送水管側への変位は2mmであるため、管理値である変位10mmを満たしており、橋台前面の矢板打設及び橋台背面の地盤改良工事において基準を満たすことが確認された。

また施工に関しては送水管側近接の2列の地盤改良を行う時に影響が大きいということがわかった。

## 5. おわりに

今回の結果を受け橋台背面の地盤改良・橋台下部工事を行い、送水管の破断等の事故もなく完了させることができた。今後盛土の工事が残っているがFEMと今回の試験結果を参考に慎重に施工していきたい。