

アンダーピニング作業における支持杭切断時の荷重受変について

J R東日本東京工事事務所
清水建設株式会社
清水建設株式会社

正会員
正会員

○菅野谷敏彦
服部 慶太
田中 博章

1. アンダーピニング概要

当工事は、J R東北新幹線・埼京線をアンダーパスする高速道路を構築する工事である。この工事は、まずケーソン6函体を連続沈設させ、沈設完了後ケーソン間を山留、掘削し、ケーソンの棲壁を撤去する。さらに、継手部躯体を構築することにより地下道路構造物とする工事である。しかし道路線形上には、埼京線を支持する橋脚があるため、この橋脚基礎を巻き込むPCスラブ（縦約13.5m、横約15.6m、高さ約3.7m）を構築し、橋脚に隣接する2ケーソン（4号、5号ケーソン）の函体上端部を支点とさせアンダーピニングさせる。その後、橋脚の支持する荷重を両隣のケーソンに分担させ（プレロード）、既設の支持杭（リバース杭：直径2.2m×2本）を切断・撤去し、躯体構築を行うものである。

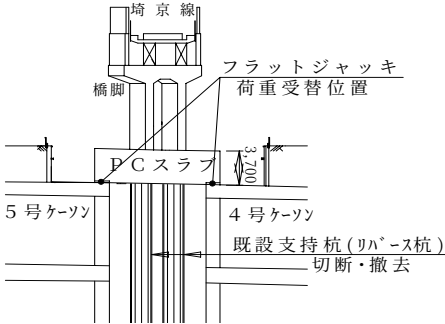


図-1 アンダーピニング概要図

2. アンダーピニング手順及び計測概要

アンダーピニング作業については、表-1に示す様に①プレロード、②既設支持杭切断③ジャッキ固化（樹脂注入）の3段階で作業を進めた。一連の作業ではスラブの4隅（ケーソン端部）の各支持点にフラットジャッキ4基（内側：φ600×2基、外側：φ700×2基）を配置し、そのジャッキワークにより作業を実施した。プレロードから1週間後に既設支持杭の切断作業を行い、プレロード時に水加圧したジャッキは、既設杭の切断完了後約6日をおいて開放（ジャッキダウン）、プレロード時に樹脂注入し固化させたジャッキに荷重を移し替えた。ジャッキの最終固化作業に関しては、スラブの下部掘削中に橋脚の変位が発生した場合に備え、掘削終了までの期間（約4ヶ月）をおいた。

計測に関しては、プレロード時に水加圧したフラットジャッキの圧力測定を行った。また、既設杭の切断作業時には、スラブ中央部での変位、スラブ下面と杭との相対変位測定を行った。

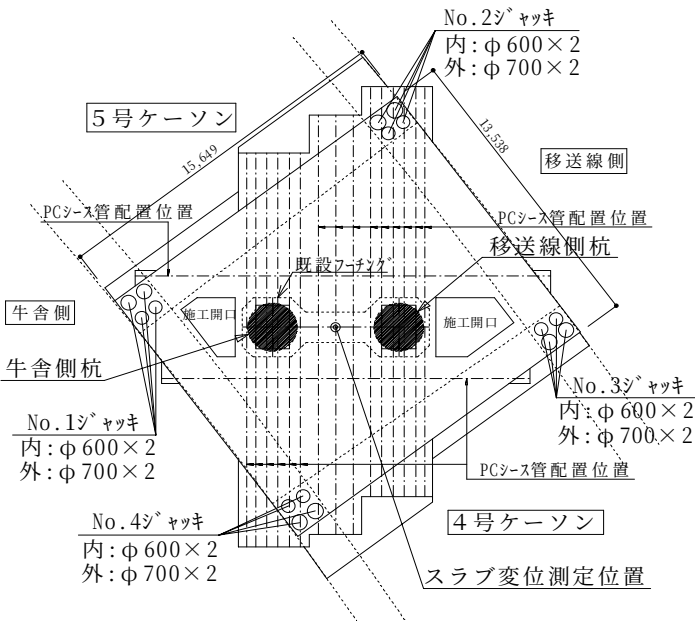


図-2 スラブ概要平面図

表-1 アンダーピニング作業手順

作業段階	①プレロード	→	②既設支持杭切断	→	③ジャッキ固化
作業内容	受替支持点に仕込んだフラットジャッキにて橋脚の設計支持荷重の95%をジャッキに水加圧する。残りのジャッキに樹脂注入を行い固化させる。	→ 1週間	杭切断完了が、夜間列車間合い中になる様に昼作業より切断を開始、切断時間と切断面積を管理し、橋脚及びスラブ支持点の変位とジャッキ圧を測定しつつ既設杭を切断する。	→ 4ヶ月	アンダーピニングスラブの変位計測を掘削期間中に行い、掘削完了後変位が無いのを確認して残りのジャッキを樹脂注入して固化させる。
Fジャッキワーク	内側2基：樹脂注入→固化 外側2基：水加圧→ホールド	→ 1週間	内側2基：固化(→荷重負担) 外側2基：ホールド→水開放	→ 4ヶ月	内側2基：固化 外側2基：樹脂注入→固化

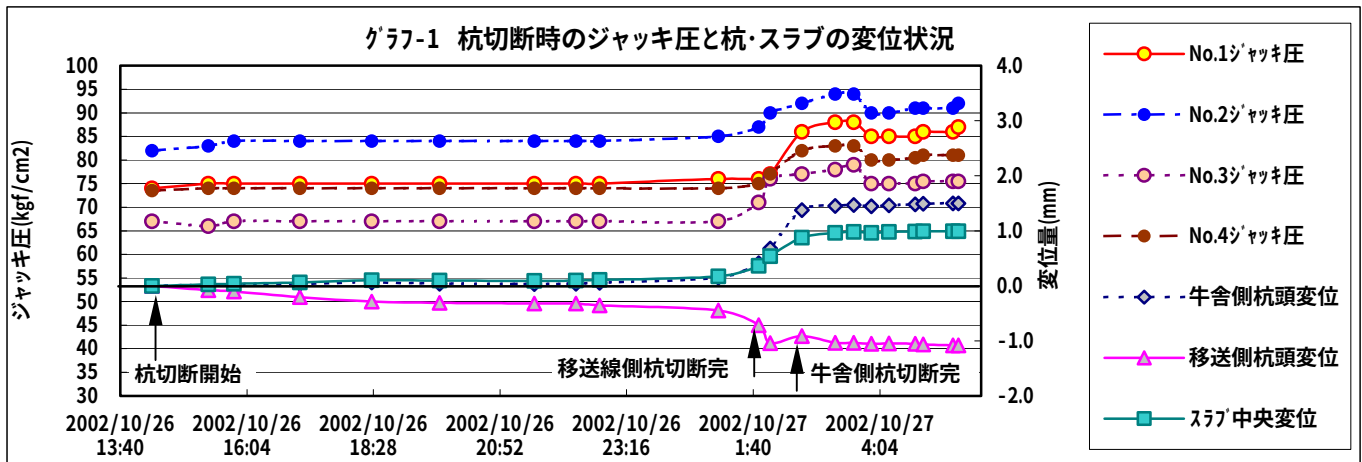
キーワード：アンダーピニング、プレロード、ジャッキ、弾性変形、
連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 TEL03-3379-4301

3. 計測結果

プレロード終了時に各ジャッキには、No.1:+4mm, No.2:+2mm, No.3:+3mm, No.4:+1mm の変位が確認されたが、ジャッキダウン終了時には、全て±0 に戻った。また、各ジャッキの圧力及びスラブ中央、杭頭変位の結果を表-2 に示す。杭頭の変位量はパイゲージにて計測し、スラブとの相対変位量から算出した。計測結果のグラフをグラフ-1 に示す。

表-2 計測結果 (単位: 圧力=kgf/cm², 荷重=tf, 変位=mm)

	No.1		No.2		No.3		No.4		ジャッキ 荷重 合計	杭頭変位		スラブ 中央
	ジャッキ 圧	換算 荷重	ジャッキ 圧	換算 荷重	ジャッキ 圧	換算 荷重	ジャッキ 圧	換算 荷重		牛舎側	移送線側	
・プレロード終了時	101	757.5	97	727.5	85.5	641.3	107.5	806.3	2932.6	—	—	—
	↓		↓		↓		↓					
・杭切断開始前	74	555.0	82	615.0	67	502.5	73	547.5	2220.0	0	0	0
	↓		↓		↓		↓					
・移送側杭切断完了時	76	570.0	87	652.5	71	532.5	75	562.5	2317.5	0.408	-0.718	0.364
	↓		↓		↓		↓					
・食肉側杭切断完了時	86	645.0	92	690.0	77	577.5	82	615.0	2527.5	1.372	-0.916	0.875
↓ 6日後	↓		↓		↓		↓					
・ジャッキダウン(水開放時)	86	645.0	93	697.5	77.5	581.3	78.5	588.8	2512.6	—	—	—



4. 考察結果

既設支持杭の切断前後において、各ジャッキの圧力が増加したこと、スラブ中央、杭頭に変位が発生したことは明らかである。また、杭切断完了時から、ジャッキダウンまでの間にジャッキの圧力にほとんど変化が無いことから、プレロード終了時から杭切断開始前までのジャッキ圧の変化は既設杭の影響であったと考えられる。一連の作業によるの荷重の推移状況は次のとおりである。(図-3参照)

①プレロード終了後では、全てのジャッキに変位が見られた。これは、設計荷重を安全側に考慮したためにオーバーロードしたと考えられる。この時点で2本の杭には引張が発生していたと考えられる。②杭切断開始前では、各ジャッキにおいて圧力が減少しており、ジャッキのなじみによる影響の他に杭の弾性変形(伸び)による荷重再分担が影響していると考えられる。③移送側の杭切断完了時、杭は下方に、スラブは上方に変位している。また、移送側の杭は引張であったと考えられるが、切断直後に各ジャッキにおいて圧力が減少していないので、これは牛舎側の杭の圧縮が緩和されたにとどまった結果であると考えられる。④牛舎側の杭切断完了時、杭・スラブ共に上に変位している。また、杭の弾性変形による伸び量の方がスラブの上昇変位量よりも大きいことから、杭がスラブを押し上げている状態となっており、この状態で切断されたために杭の支持荷重分が各ジャッキに再分配されジャッキの圧力が増加したと考えられる。

このような過程を経て、最終的に杭が支持していた荷重は292.6tと推定出来るが、埼京線実荷重が2512.6tであることから約12%に低減出来ている。また、この荷重も杭の弾性変形により受け持った荷重である事、切断後のスラブ変位が1mm以下であることから、今回のアンダーピニング作業時のプレロード効果は十分であったと考えられる。

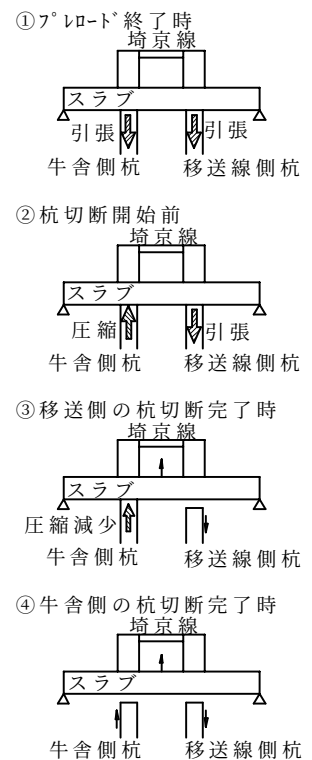


図-3 杭の荷重推移図