

有楽町線豊洲駅改良土木工事における 鉛直式多階層受替え施工に関する報告

廣元勝志¹・一寸木朋也²・尾田龍三³・矢野安則⁴・堤隆治⁵

¹正会員 東京地下鉄株式会社 改良建設部 第一工事事務所 (〒110-0015 東京都台東区東上野四丁目 11-1)

E-mail : k.hiromoto@tokyometro.jp

²正会員 東京地下鉄株式会社 改良建設部 第一工事事務所 (〒110-0015 東京都台東区東上野四丁目 11-1)

E-mail : t.chokki@tokyometro.jp

³三井住友建設株式会社 豊洲作業所 (〒135-0061 東京都江東区豊洲二丁目 2 番地先)

E-mail : RyuzoOda@smcon.co.jp

⁴三井住友建設株式会社 東京土木支店 技術グループ (〒104-0051 東京都中央区佃二丁目 1 番 6 号)

E-mail : YasunoriYano @smcon.co.jp

⁵三井住友建設株式会社 豊洲作業所 (〒135-0061 東京都江東区豊洲二丁目 2 番地先)

E-mail : ryuujitsutsumi@smcon.co.jp

有楽町線豊洲駅改良土木工事は、近年の駅周辺での再開発事業により、大規模マンションやオフィスビル、大学、商業施設等の開発が相次ぎ、ビジネスエリア、居住エリアとしての発展が著しく、乗降客の増加に対応するため、駅の大規模改良を行う工事である。鉛直式多階層受替は、改良工事内で、鋼管柱構造部分に昇降設備であるエスカレーター、階段を設置するため、鋼管柱を撤去し壁構造に受替える施工である。地下鉄構造物であるため、変位を少なくするように、プレロード量を算定し、構造物の計測を行い、殆んど構造物の変位することなく施工を完了した。

Key Words : Perpendicular type peak substitute, Large-scale structure, Subway

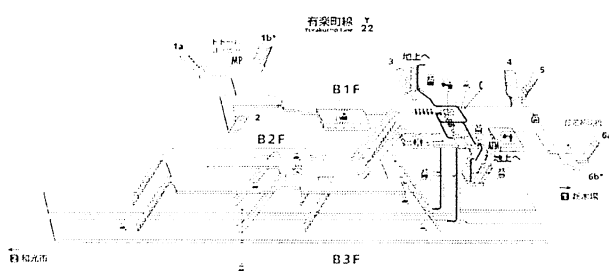
1. はじめに

東京メトロ有楽町線豊洲駅は、周辺の再開発事業により平成17年から5年間で1日乗降人員が約58000人から約130000人と急増し、現在も増え続けている。このため、現在の駅施設では将来対応が困難になることから、地下1階を開削工法に

て増床し、さらに駅構内の各階において構造変更を行う工事を計画した。工事は改札、階段及びエスカレーター設備を設置する過去にも例がない大規模改良工事である。構内図を図-1に示す。

階段及びエスカレーター新設工事では、既設の構

現 況



改良後

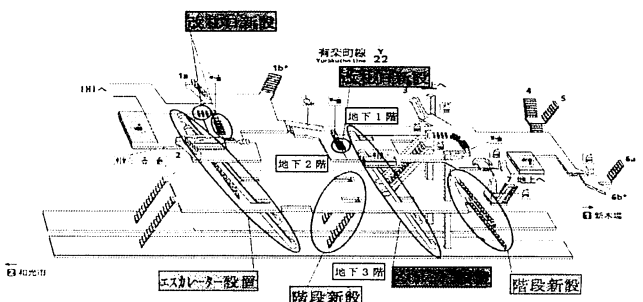


図-1 有楽町線豊洲駅 構内図(改良前・後)

造柱（以下、既設柱と略す。）が支障することから各階層の既設柱の受け持つ上載荷重をプレロードジャッキで仮受けし、新設柱を構築後に荷重を盛替え、地下2階と3階の既設柱を切断する施工とした。施工個所の代表断面を図-2に示す。本文は階段を新設する「柱53通りのAB線及び柱65～67通りのA線の受替え」を例に、各階層及び施工ステップ毎の計測結果と既設及び新設構造物への影響を報告するものである。（和光市から新木場方面へ向かう線をA線、新木場から和光市へ向かう線をB線と呼ぶ。）

2. 計測方法

受替は営業線構内の作業であるため、施工箇所以外の周辺部材に負荷がかかった場合、スラブのたわみ、柱のひずみよる躯体に発生するひび割れで、旅客の安全に影響することが懸念された。対策は、仮受け時のプレロード値の調整を行う必要になるため、計測工は重要な要点となる。また、各階層の内空確保が重要であった。

このため、既設並びに新設構造物の計測管理を綿

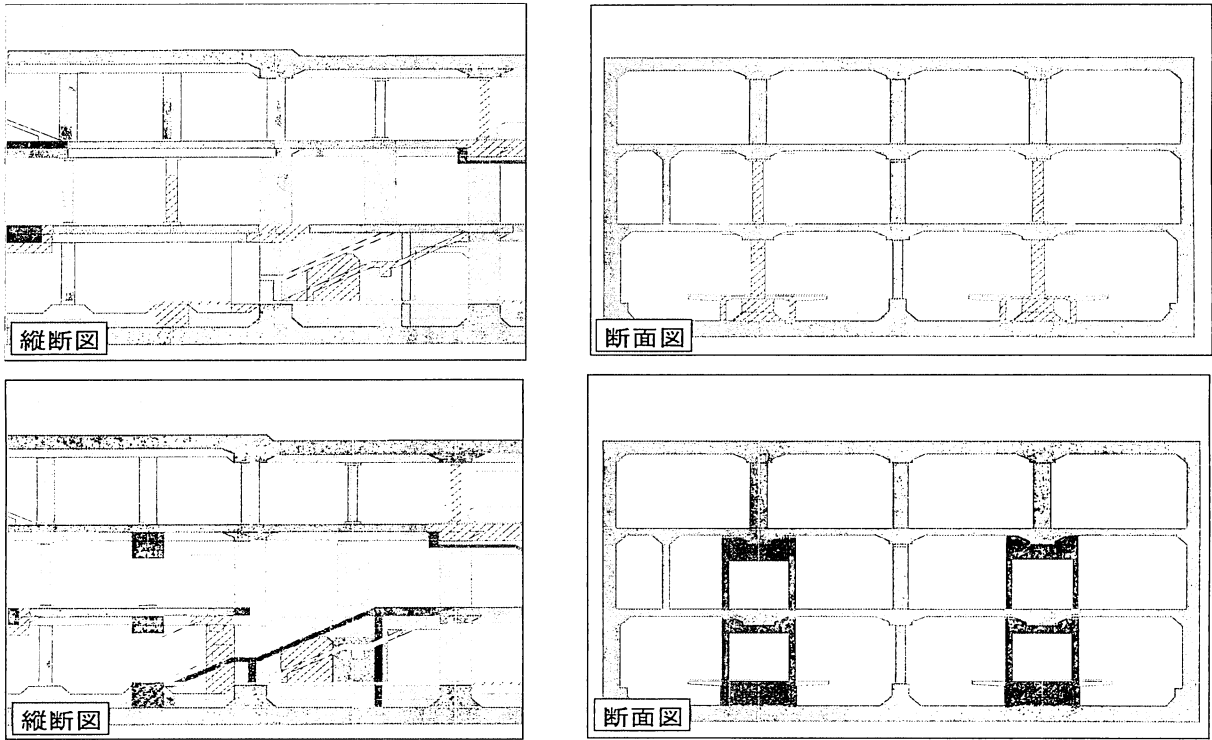


図-2 有楽町線豊洲駅 受替え工代表断面図(上段改良前・下段改良後)

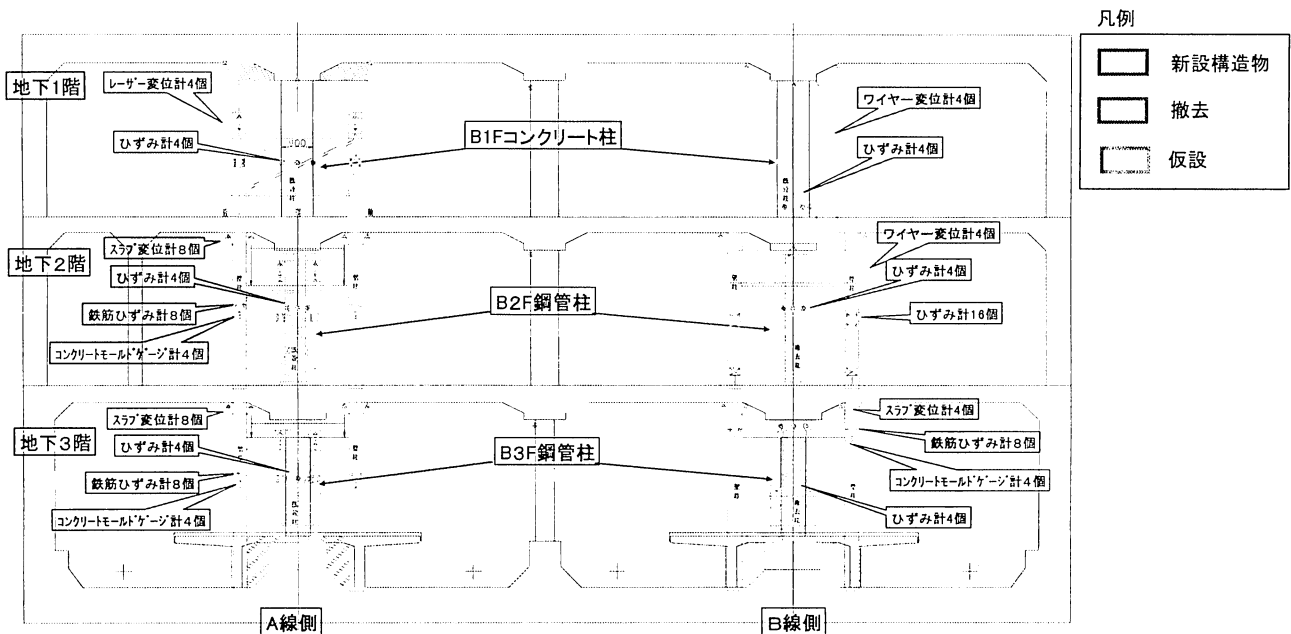


図-3 柱53通り計測機器設置位置図

密に計画した。図-3に代表断面として計測機器設置位置を示す。

新設、仮設及び既設柱の軸力の計測には、ひずみ計を用いた。特に新設柱は、残留応力の影響が懸念されるため、新設柱内の鉄筋とコンクリートに把握できるようにひずみ計を設置した。

また、A線とB線の変位測定は、受替え方法により変位計測方法を選定した。A線側の地下1階部分では、施工スペースが狭いため、レーザートランシットを選定した。各階層の内空測定はA線側では天井スラブと床をレーザートランシットにて20秒ごとに変位を観測し、地下2階及び地下3階には変位計を取り付け、B線側では各階層にワイヤー変位計を取り付けた。さらに受替えによる周辺構造物への影響を管理するため、周囲の柱にも変位計を取り付けた。計測値の想定と許容について、表-1に示す。

3. A線計測結果

- ステップ1：地下2階，地下3階に上載荷重を受替える新設RC壁を構築。
- ステップ2：地下1階，地下2階，地下3階にプレロードジャッキを含む支保工を地下2階，地下3階の新設壁に荷重が直接伝わるように設置。支保工組立て後に計測機を取り付けた。
- ステップ3：地下1階から順にプレロードを実施。
- ステップ4：切断する鋼管柱に掛かっていた上載荷重の少ない方より，地下2階，地下3階の順で鋼管柱の切断を行った。
- ステップ5：地下2階，地下3階の鉄筋コンクリート梁の構築。
- ステップ6：地下1階，地下2階，地下3階の仮受け工の解体。

場所	A線側					B線側				
	プレロード計画値 (KN)	プレロード完了後想定値		許容値		プレロード計画値 (KN)	プレロード完了後想定値		許容値	
		変位 (mm)	ひずみ (μ)	変位 (mm)	ひずみ (μ)		変位 (mm)	ひずみ (μ)	変位 (mm)	ひずみ (μ)
B 1 F CON柱	4,520KN	1.6	390	3.2	840		1.6	410	2.8	739
B 2 F 新設壁	800KN	1.1	257	3.9	1029	5,360KN	2.2	581		
B 3 F 新設壁	800KN	0.7	125	3.6	1029	800KN	0.8	148	3.6	1029

(プレロード力からRC構造物、鋼管柱の変位・ひずみを算定した。許容値は、RCの引張り許容応力(圧縮許容応力度の1/13)の安全率60%を掛けた値から算出)
(B線側B 2 F鋼製桁は本設構造物の為、設計時の検討であるため計測としての検討はしていない)
(AB線ともB2F, B3F新設壁想定変位、ひずみは、A線B1Fでのプレロード、B線B2Fでのプレロード量を新壁で受ける時の新壁の変位とひずみ量を算出)

表-1 想定値及び許容値一覧表

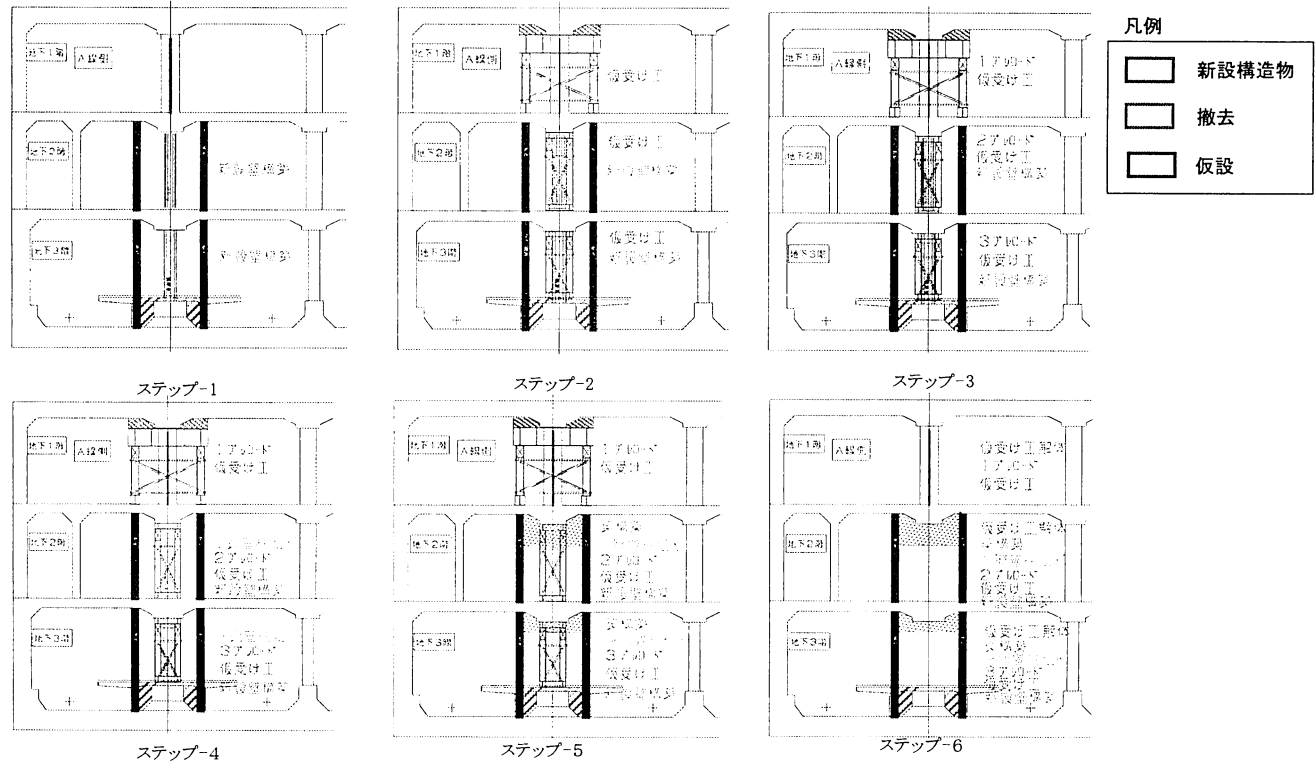


図-4 A線側施工ステップ図

A 線側施工ステップ図を図-4に示す。

各階の仮受け支保工組立て後、地下1階、地下2階及び地下3階の順でプレロードを実施した。その後、地下2階と地下3階で既設柱を切断し、20日の経時変化を確認して梁コンを打設した。さらに12日の経時変化を確認し仮受け工を解体した。仮受け工を解体することにより、新設した梁を伝達し新設壁に上載荷重がすべて受替わり、受替え工の全ての

工程が完了した。図-5にA線側のステップ毎の挙動モデル図を示す。計測については、既設構造物への影響と荷重の受替わりに着目し、計測を行った。

その結果、地下1階から地下3階の天井スラブの最大変位は1.2mm、-0.2mm、-0.08mmと微小な値であり、建設時の上載荷重や自重等によるスラブの沈下量を考慮すると、各階の最大変位は-0.4mm、-2.1mm、-1.28mmとなる。

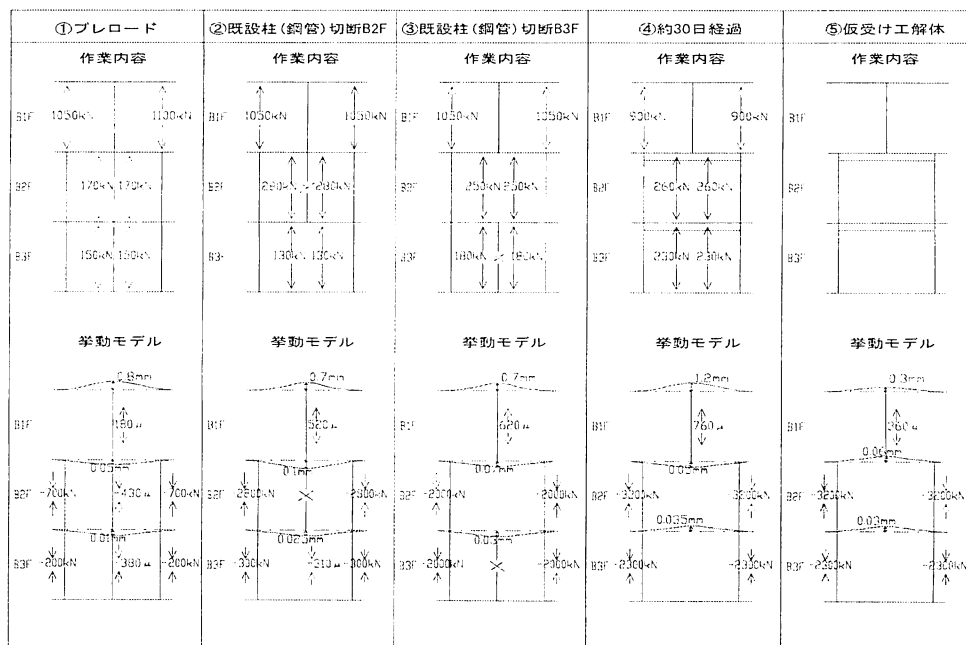


図-5 ステップ毎の挙動モデル(柱53通りA線側)

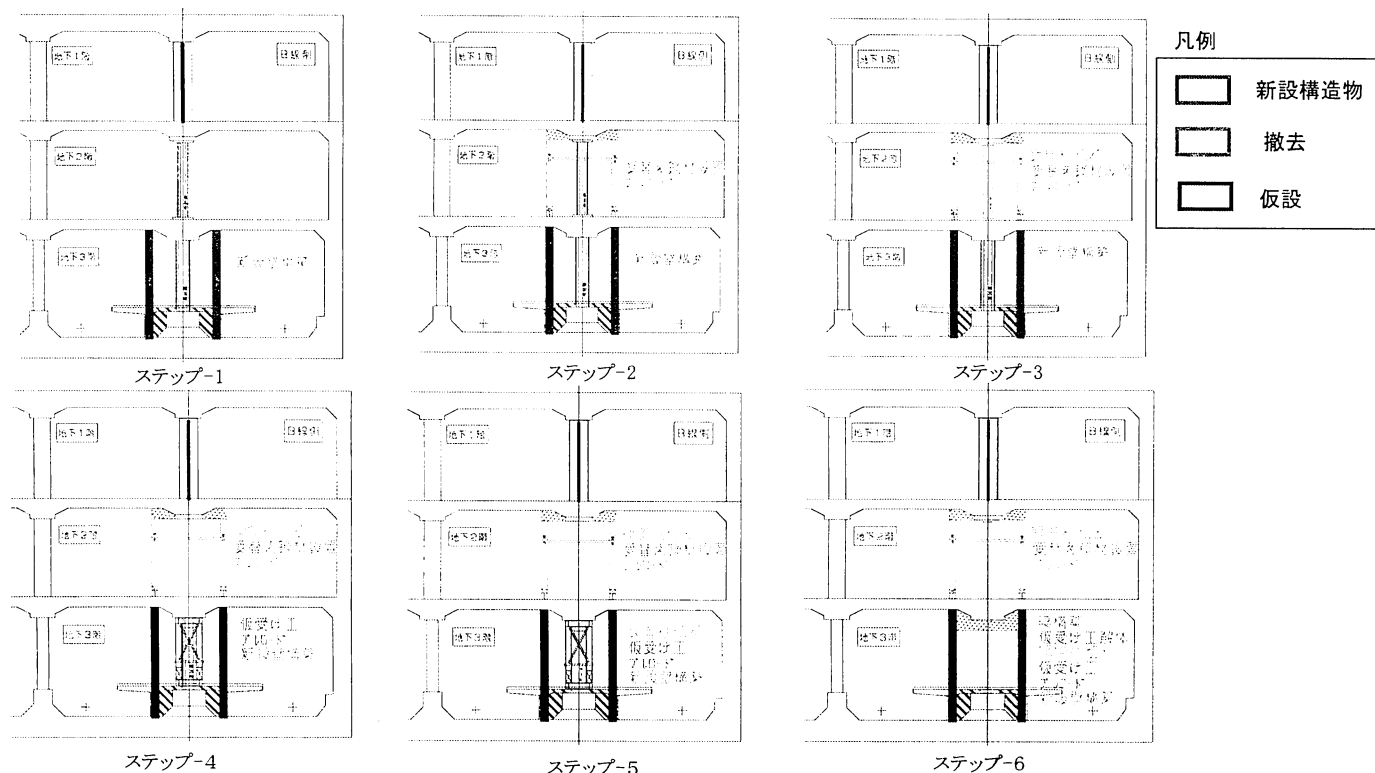


図-6 B線側施工ステップ図

最終的には各階で 0.3mm 以内に収まった。また、荷重の受替わりについて、地下 2 階の新設壁には地下 2 階鋼管柱切断後に 2800 kN の圧縮力が作用し、地下 2 階鋼管柱切断後に 2000 kN の圧縮力となった。新設壁の圧縮力は、地下 3 階鋼管柱切断後から仮受け工解体するまでの 30 日間に徐々に受替わり最終 3200kN の圧縮力が作用した。このことにより、新設壁へ荷重の受替えが完了したと判断される。一方、地下 1 階の既設柱には、360 μ の伸びを示す応力が残存する結果になった。

4. B 線計測結果

- ステップ 1：地下 3 階に上載荷重を受替える新設 RC 壁を構築。
- ステップ 2：地下 2 階にプレロードジャッキを含む支保工（SRC 構造になる鋼材）を地下 3 階の新設壁に荷重が直接伝わるように設置。支保工を設置後に計測機を取り付けた。
- ステップ 3：地下 2 階のプレロード実施後、地下 2 階の鋼管柱の切断を行った。
- ステップ 4：地下 3 階の仮受け工を設置した。
- ステップ 5：地下 3 階のプレロード実施後、地下 3 階の鋼管柱の切断を行った。
- ステップ 6：地下 3 階の鉄筋コンクリート梁の

構築。コンクリート強度確認後、地下 1 階、地下 2 階、地下 3 階の仮受け工の解体。

B 線側施工ステップ図を図-6 に示す。

一方、B 線側は地下 2 階の新設柱の中に仮受け鋼材を残置する手法で行った。

初めに地下 2 階のみプレロードを実施して既設柱を切断し、次に地下 3 階でプレロードを実施して既設柱を切断した。次に梁コンクリートを地下 3 階に打設し、強度発現を確認した後、仮受け工を解体した。仮受け工を解体することにより、新設した梁を伝達し新設壁に上載荷重がすべて受替わり、受替え工の全ての工程が完了した。図-7 に B 線側のステップ毎の挙動モデル図を示す。

その結果、B 線側では地下 1 階から地下 3 階の天井スラブの最大変位は 0.96mm, 1.49mm, -0.36mm と微小な値であり、建設時の上載荷重や自重等によるスラブの沈下量を考慮すると、各階の最大変位は-1.12mm, -1.23mm, -1.86mmとなる。最終的には各階で1.0mm以内に収まった。また、荷重の受替わりは、地下 3 階の新設壁には、A 線側と同様に地下 3 階鋼管柱切断後から仮受け工解体するまでの 30 日間に徐々に受替わり、圧縮力が作用した。このことにより、新設壁へ荷重の受替えが完了したと判断される。一方、地下 1 階の既設柱には、許容の 2% 程度の 15 μ という少ない伸びを示す応力が残存する結果になった。

また、いずれも解体後に目視観測を 1 ヶ月行ったが構造物にクラック等は発生しなかった。

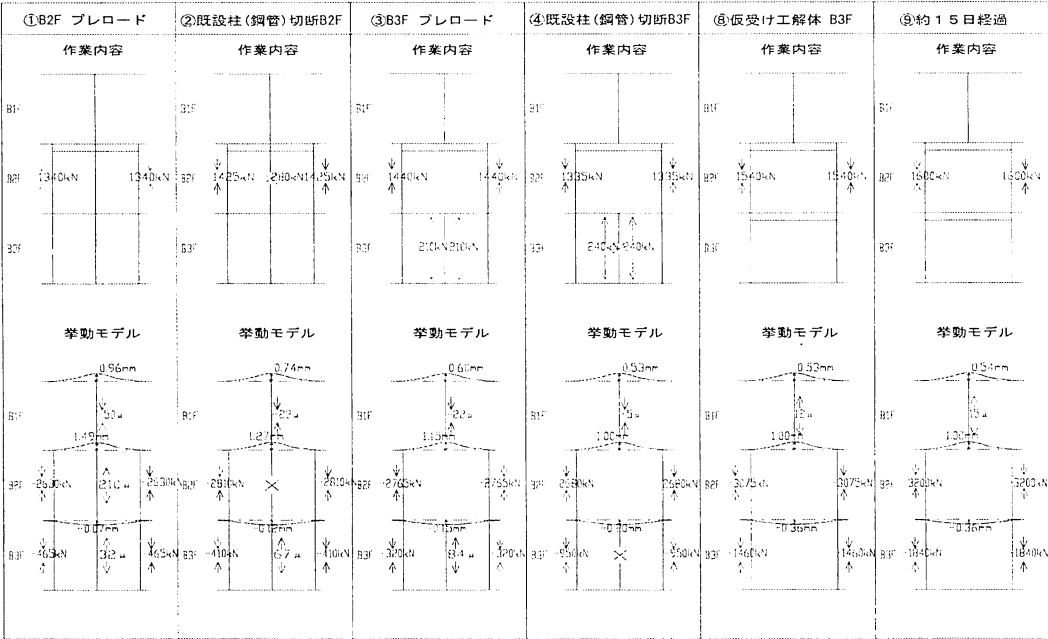


図-7 ステップ毎の挙動モデル(柱53通り B 線側)

①B2F プレロード	②既設柱(6 6)切断B2F	③既設柱(6 5)切断B2F	④B3F(65, 67)プレロード	⑤既設柱(6 7)切断B3F	⑥仮受け工解体(6 7)B3F	⑦仮受け工解体(65)B3F
作業内容	作業内容	作業内容	作業内容	作業内容	作業内容	作業内容
B1F	B1F	B1F	B1F	B1F	B1F	B1F
B2F 65=1350kN 65=1390kN 66=1360kN 66=1360kN	B2F 65=1380kN 65=1370kN 66=1370kN 66=1370kN	B2F 65=1480kN 65=1480kN 66=1360kN 66=1360kN	B2F 65=1510kN 65=1370kN 66=1410kN 66=1410kN	B2F 65=1360kN 65=1540kN 66=1420kN 66=1420kN	B2F 65=1590kN 65=1590kN 66=1500kN 66=1500kN	B2F 65=1610kN 65=1610kN 66=1535kN 66=1535kN
B3F	B3F	B3F	B3F 65=170kN 65=170kN 67=600kN 67=600kN	B3F 65=140kN 65=140kN 67=620kN 67=620kN	B3F 65=150kN 65=150kN	B3F
挙動モデル	挙動モデル	挙動モデル	挙動モデル	挙動モデル	挙動モデル	挙動モデル
B1F 65=0.37mm B2F 65=0.77mm 66=0.75mm B3F 65=0.37mm 66=0.33mm	B1F 65=0.31mm B2F 65=0.71mm 66=1.33mm B3F 65=0.48mm 66=0.35mm	B1F 65=0.32mm B2F 65=0.99mm 66=1.10mm B3F 65=0.59mm 66=0.37mm	B1F 65=0.88mm B2F 67=0.09mm B3F 67=0.05mm	B1F 65=0.75mm B2F 67=0.31mm B3F 67=0.25mm	B1F 65=0.60mm B2F 67=0.31mm B3F 67=0.26mm	B1F 65=0.59mm B2F 65=3220kN 65=3220kN 66=3070kN 66=3070kN 67=1570kN 67=1570kN

図-8 ステップ毎の挙動モデル(柱65～67通り A 線側)

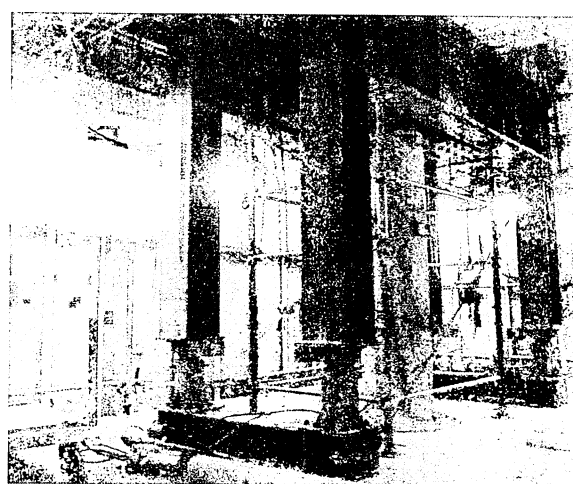


写真1 施工写真(左:A線地下2階仮受け工(RC 構造)、右:B線地下2階受替え工(SRC 構造))

なお、柱65～67通りにおいても、柱53通りB線側と同様の手法で行った。地下1階から地下3階の天井スラブの最大変位は1.5mm以下(想定変位は、地下1階2.0mm、地下2階2.2mm、地下3階0.8mm)と微小な値であり、地下1階の既設柱の伸びも169 μ と小さいものであった。図-8にステップ毎の挙動モデル(柱65～67通りA線側)を示す。

6. まとめ

測定結果は、受替え中の最大変位がA線地下1階で1.2mmと許容値の40%以内で収まっている。

また、最終値に関しても、0.3mmで許容値の10%となり許容範囲内であり、目視観測でも問題はなかったことから、受替えは問題なく完了したと判断される。また、鋼材を残置することにより、天井の変位や既設柱に発生したひずみを最小限に抑えることができた。施工写真を写真1に示す。

この手法は、上載荷重内の一番大きい埋戻し土の自重を受替える鋼材を残置するため、受替え後に鋼材を解体し、既設構造物へ再荷重する手法に比べ、既設構造物への影響が少ないと判断できる。

さらに鉛直方向だけでなく線路縦断方向にも連続して受替えができたことから、本手法は受替え時の

既設構造物への影響を低減できる有効的な手法であると判断される。本手法は、旅客流動性の向上といった目的で行われる大規模改良工事等において有効であり、今後の類似工事の参考となれば幸いである。

Yurakucho Line Toyosu Station improvement works. A report of perpendicular type Multiplex layer Peak substitute Structure

Katushi Hiromoto, Tomoya Chokki, Ryuuzou Oda, Yasunori Yano and
Ryuuji Tsutsumi

The improvement engineering works for Toyosu Station of Yurakucho Line is project which handle the increasing passengers according to remarkable development of the apartments, office buildings, university, commercial establishments as the business and residence district at around Toyosu Station in recent years.

The construction method of perpendicular type multi-class peak substitute is removal the steel pipe pillar and substitute as the wall structure for install the escalators and stairs in the steel pipe pillar structure portion at project area. Therefore, calculating the amount of pre loads and measuring a structure so that the project is completed with few displacement of the structure.