

線路上空建物の構築システムの開発

林 郁夫^{*1}・熊井 和雄^{*1}・尻無濱昭三^{*1}中島 康雅^{*1}・中村 豊^{*1}・市川 昌和^{*2}中島 英一^{*3}・藤原 達夫^{*4}

概 要

JRのターミナル駅では人工地盤を建設して、事業スペースの創出を行う「コスモスプラン」が進められている。人工地盤の建設に当たっては、線路上空ということから施工条件の制約も多く、建設コストの削減が課題となっている。本開発では、人工地盤を低コストで建設できる施工システムとして、従来の仮設上屋の省略や関連電気設備工事を見直した「ジャッキダウン工法」について、その問題点を抽出し、構造形式や施工技術について検討した。その結果、人工地盤建設のためのジャッキダウン工法基本施工システムとともに柱－梁接合部の形状を提案し、その基本構造性能を確認することができた。

キーワード：線路上空，人工地盤，ジャッキダウン工法

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR CONSTRUCTING STRUCTURES
OVER RAILWAY TRACKS

Ikuo HAYASHI^{*1} Kazuo KUMAI^{*1} Shozo SHIRINASHIHAMA^{*1}Yasumasa NAKAJIMA^{*1} Yutaka NAKAMURA^{*1} Masakazu ICHIKAWA^{*2}Hidekazu NAKAJIMA^{*3} Tatsuo FUJIWARA^{*4}

Abstract

The “Cosmos Plan” is currently underway at JR’s terminal stations. It is aimed at constructing artificial ground to create business space. Above railway tracks, this type of construction is subject to restraints on construction conditions. Reduction of construction cost is an essential requirement in such projects. Our development focused on problems of the “jacking-down method” as a system for low-cost construction of artificial ground. To achieve our objective, we studied the omission of temporary sheds used in conventional methods and reviewed related electrical equipment projects. The authors also examined the structural types and construction techniques, and identified related problems. As a consequence, we propose a construction system based on the jacking-down method for constructing artificial ground. We also propose the shape of the beam-column joint, and verify its fundamental structural performance.

Keywords: space over railway tracks, artificial ground, jacking-down method

* 1 Architectural Technology Development Group, Institute of Technology

* 2 Manager, Architectural Technology Development Group, Institute of Technology

* 3 Architectural Technology Group, Engineering Division

* 4 Manager, Architectural Technology Group, Engineering Division

線路上空建物の構築システムの開発

林 郁夫^{*1}・熊井 和雄^{*1}・尻無濱 昭三^{*1}・中島 康雅^{*1}
中村 豊^{*1}・市川 昌和^{*2}・中島 英一^{*3}・藤原 達夫^{*4}

1. はじめに

駅を中心とした都市再生構想が各方面で発表されている。例えばＪＲ東日本グループでは、２１世紀の駅づくりとして、駅空間を経営資源と捉え、駅の魅力向上・付加価値の創造を目指し「ステーションルネッサンス」構想を展開している。その中でも、首都圏のターミナル駅を中心に、人工地盤を建設して、事業スペースの大規模な創出を行う「コスモスプラン」が進められている。人工地盤の建設に当たっては、線路上空ということから施工条件の制約も多く、建設コストの削減が課題となっている。

当社は、駅関連施設は得意分野でもあり、本テーマでは、人工地盤を低コストで早く建設できる構造形式、施工技術について検討した。

2. 駅空間および駅周辺開発

市街地の整備改善、駅の魅力向上といった観点から、駅空間あるいは駅とその周辺を含めた開発形態について、人工地盤と結びつけたプロポーザル案を検討した。

開発モデル１：駅前広場整備（図－１）

駅前広場が狭隘な場合のモデルで、狭小の駅前空間に人工地盤を設けて、立体的駅前広場を

構築する。人工地盤は、駅機能・駅部の店舗スペースと駅前広場を結ぶ。駅前に隣接する建物の低層部を人工地盤の一部として駅前広場機能を持たせるものである。

開発モデル２：医療福祉施設（図－２）

少子高齢化社会への対応を考慮したモデルで、線路上空に保育施設・老人福祉施設・公共機関の出張所などを備えた建物を設置することで、社会のニーズにあった利便性の高い施設としている。

開発モデル３：交通ターミナル／サテライトオフィス（図－３）

モーダルシフトを視野に入れ、軌道系貨物とトラックとの連結拠点を形成するものである。貨物とトラックの積み替え基地となる倉庫機能に加え、別ルートで制作した製品のマニュアル等の梱包品を詰め込むキitting機能を付加する。また、職住接近やベンチャーの育成に向けて、線路上空にサテライトオフィスビルを設置する。

周辺の地形や開発状況により駅前広場を設置できない場所では、線路上空に大規模で車両通行が可能な人工地盤を設置してバスバースやタクシー乗り場を設ける。



図－１ 駅前広場整備



図－２ 医療福祉施設



図－３ 交通ターミナル/サテライトオフィス

* 1	エンジニアリング本部	技術研究所	建築技術開発グループ
* 2	エンジニアリング本部	技術研究所	建築技術開発グループリーダー
* 3	エンジニアリング本部	建築技術部	建築技術グループ
* 4	エンジニアリング本部	建築技術部	建築技術グループリーダー

3. 線路上空人工地盤の構築

既存駅のホームあるいは線路上空に人工地盤を新たに構築する場合、従来はホーム上屋の下に仮設上屋を設けて、旅客の安全と流動性を確保した上で工事が行われていた。既存駅での工事は、施工時間の制約、仮設上屋の設置にとりまう駅関連電気設備の盛替えなど通常の平地での工事に比べて建設コストが数倍かかると言われている。そこで仮設上屋を省略することで、建設コストの削減を目指した「ジャッキダウン工法」が考案された。

3. 1 ジャッキダウン工法

人工地盤を新たに構築する場合、既存駅のコンコース高さや電車線等との位置関係で鉄骨梁が既存のホーム上屋に当たってしまうことが多い。そのため、ジャッキダウン工法ではあらかじめ施工された鉄骨柱に対して、既設のホーム上屋の上方に鉄骨梁を仮設置した状態で人工地盤工事を先行することで、従来の仮上屋工事

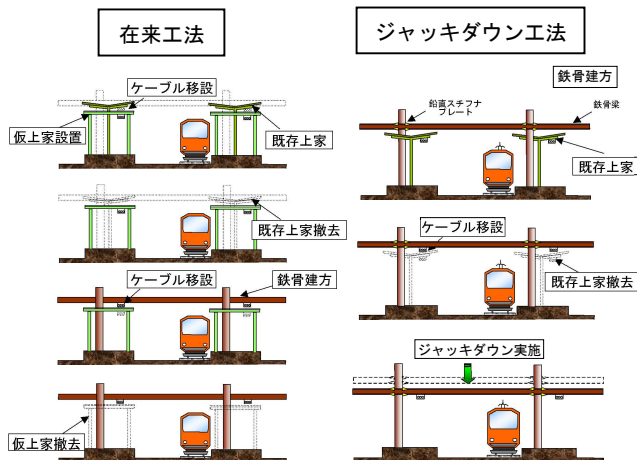


図-4 施工法の比較

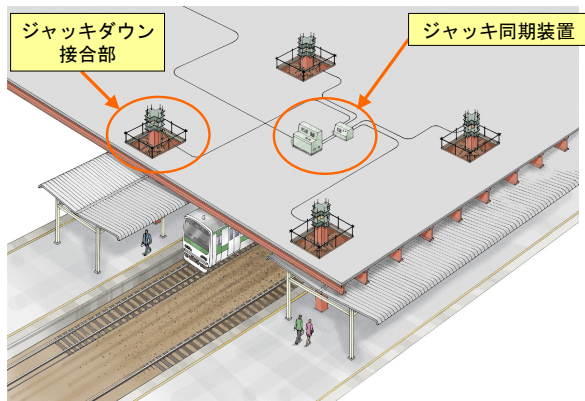


図-5 ジャッキダウン工法イメージ

を省略することができる。在来工法とジャッキダウン工法の施工法の違いを図-4に示す。

また、ジャッキダウン工法の全体イメージを図-5に示す。既存のホーム上屋上方に仮設置された人工地盤は、既存上屋解体後に人工地盤全体を同期調整されたジャッキシステムにより所定の位置まで下げられる。

3. 2 柱-梁接合部の構造

ジャッキダウン工法では、柱-梁接合部がジャッキダウンの動きに対して対応できるこ

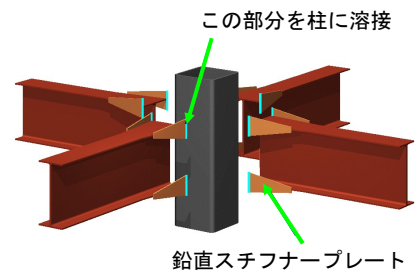


図-6 柱-梁接合部の構成

とに加え、本設状態となった場合の構造的な性能を満足することが求められる。

柱-梁接合部のイメージを図-6に示す。ジャッキダウン後に梁フランジに取り付けられたプレートと柱フランジを溶接することで構造的な一体化を図る接合部（以下、Vブラケット型接合と呼ぶ）となっている。

3. 3 施工システム

ジャッキダウンは、柱上部に設置した架台と油圧ジャッキを用いて行う。梁部材はP C鋼棒により架台から吊り下げられている。図-7にジャッキダウンの概要を示す。また、ジャッキダウン作業に伴う建築工事の施工手順については、電気設備工事を考慮しながら検討した。

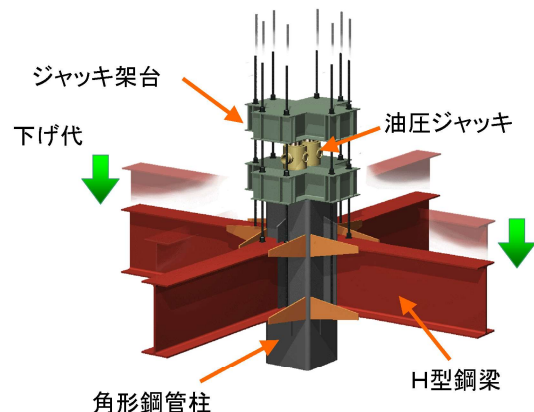


図-7 ジャッキダウンの概要

4. 接合部性能確認実験

4. 1 実験目的

実験はジャッキダウン工法に適用する柱-梁接合部の構造性能の確認を目的とした。

4. 2 試験体

試験体は十字型4体 (No. 1～4), ト型1体 (No. 5) の計5体である。試験体の一覧を表-1に示す。No. 1試験体は、ダイアフラムを用いた従来型接合の試験体である。No. 2～4試験体はVブラケット型接合を基本に、梁フランジ部の切り欠きの有無、梁ウェブの接合の有無をパラメータとしている。No. 5試験体は、柱部材の絞りに伴う接合方法が接合部に及ぼす影響を検討するものである。梁部材は、すべての試験体共通で BH-530×187×12×19, 柱部材は十字型試験体については、□-350×350×16, ト型試験体の柱絞り部は□-300×300×12とした。

4. 3 加力方法

十字型およびト型試験体の加力方法を図-8, 9および写真-1に示す。また、加力サイクルは弾性域 (梁の短期許容モーメントの1/3) を1サイクル, $\pm 2 \delta p$ (δp : 梁の全塑性モーメント bMp の加力点鉛直変位量の計算値), $\pm 4 \delta p$, $\pm 6 \delta p$ と正負繰り返し加力を破断が生じるまで漸増加力した。測定は、試験体各部の変位を変位計で、各構成部材の歪みは歪みゲージで行った。

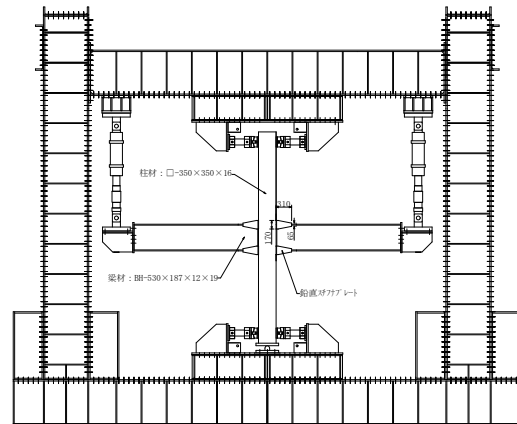


図-8 十字型試験体加力方法

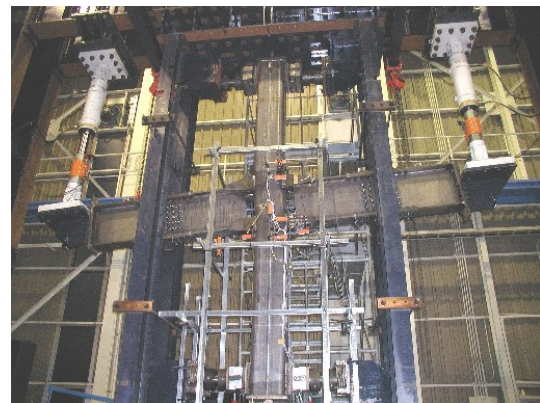


写真-1 試験体加力状況

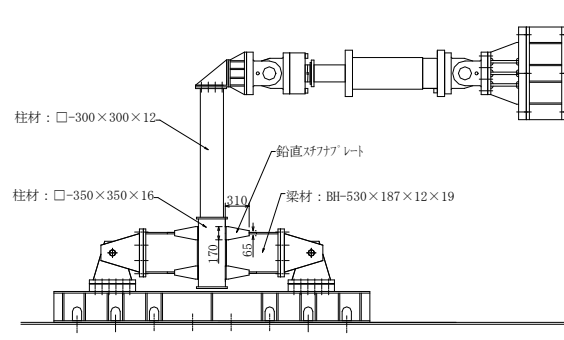


図-9 ト型試験体加力方法

表-1 試験体一覧

試験体	梁部材	柱部材	スチフナプレート	フランジの切り欠き	梁ウェブの接合	柱断面の絞り	備考
No.1	BH-530×187×12×19 (SM490)	□-350×350×16 (BCP325)	—	—	—	無し	在来工法 (通しダイアフラム工法)
No.2			SP31-22 (SN490B)	無し	有り	無し	Vブラケット工法 (従来型)
No.3				有り	無し	無し	Vブラケット工法 (JD工法用)
No.4				有り	有り	無し	Vブラケット工法 (JD工法用) ウェブホルト接合
No.5		[柱絞り] □-300×300×12 (BCP325)		有り	無し	有り	ダイアフラム型 (JD工法用) ト型試験体

4. 4 実験結果

実験結果の一覧を表－2、3に示す。十字型試験体の最大荷重時の状況は、在来工法のNo.1試験体が梁およびパネル降伏の状態、No.2～4試験体では梁、パネル降伏の後スチフナープレートと柱材の溶接部周りが緩やかに破断しながら変形の進行とともにやや荷重低下した。写真－2にNo.3試験体の接合部状況を示す。

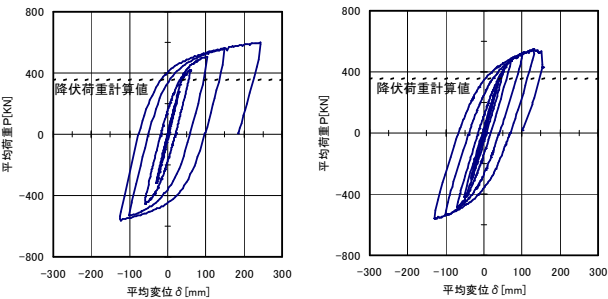
柱フェース位置の梁の最大曲げモーメントと梁材の公称全塑性モーメントの比は、いずれの試験体とも1.2以上であった。実験でのパネル部塑性モーメントとパネル部の公称全塑性モーメントの比は、1.0以上であった。

また、No.5のト型試験体の最大荷重時の状況は、柱降伏の状態では接合部の異状は認められなかった。

図－10に十字型試験体の梁の荷重－変形関係を示す。いずれの試験体とも降伏荷重（計算値）以降も大きな荷重低下は見られず、安定した履歴性状を示した。

表－2 十字型試験体実験結果

試験体	P_{max}	M_{max}	$pM_{y,e}$	$M_{max}/_bM_p$	$pM_{y,e}/pM_p$	最大荷重時の状況
	(KN)	(KN・m)	(KN・m)			
No.1	454.05	1055.67	1097.89	1.28	1.07	A・B
No.2	560.94	1298.58	1357.06	1.57	1.32	A・B・C
No.3	472.44	1098.41	1097.89	1.33	1.07	A・B・C
No.4	469.25	1091.00	1104.34	1.32	1.08	A・B・C



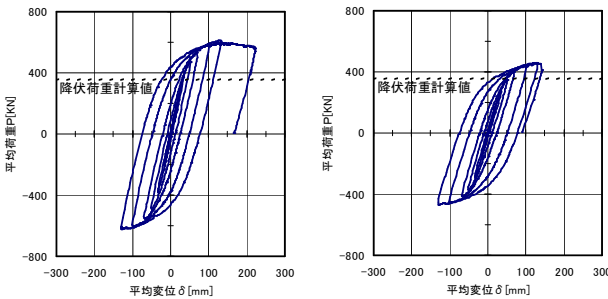
図－10 (a) No.1 試験体

図－10 (b) No.2 試験体

表－3 ト型試験体実験結果

試験体	P_{max}	M_{max}	$M_{max}/_cM_p$	最大荷重時の状況
	(KN)	(KN・m)		
No.5	371.79	864.41	2.06	D

A：梁降伏 B：パネル降伏 C：溶接部周りの破断 D：柱降伏
Pmax：載荷点最大荷重 Mmax：最大曲げモーメント pMy,e：実験でのh' 軸部塑性モーメント cMp：柱材の公称全塑性モーメント bMp：梁材の公称全塑性モーメント pMp：h' 軸部の公称全塑性モーメント



図－10 (c) No.3 試験体

図－10 (d) No.4 試験体



写真－2 No.3 試験体接合部

5. 工事コスト検討事例

人工地盤部分面積が約950㎡の事例について、在来工法とジャッキダウン工法の変更工事部分のコスト比較検討を行った。比較工事種別は、ホーム仮上屋工事、既存上屋の撤去工事、ジャッキダウン工事、電気工事とし、その検討結果を表－4に示す。

試算の結果、ジャッキダウン工事で約10%コストアップするものの、仮設上屋工事の省略、鉄骨接合部工事、電気工事での工事費の減額により、全体としては約13%のコストダウンが見込める結果となった。

6. まとめ

検討の結果、人工地盤建設におけるジャッキダウン工法実現のための基本施工システム提案、および柱－梁接合部の形状および基本構造性能を確認することができた。また、建設コストについても従来工法に比べて、削減できる可能性を示すことができた。

表－4 工事コスト比較事例

名 称	内 容	数量	単位	金 額 比 率		差	
				在来工法	ジャッキダウン工法		
1	ホーム仮屋根葺き工	鉄板葺き	954	㎡	8.9%	0.0%	-8.9%
2	ホーム仮屋根撤去工		954	㎡	5.5%	0.0%	-5.5%
3	既存屋根撤去工事		954	㎡	6.7%	6.7%	0.0%
4	ジャッキダウン工事	ジャッキ損料 補強他	1	式	0.0%	10.7%	10.7%
5	鉄骨工事(接合部)	Vブラケット工法	1	式	40.9%	38.2%	-2.6%
6	電気工事	電灯、通信、信号	1	式	30.3%	24.7%	-5.7%
7	電車線工事	電柱、電車線他	1	式	7.7%	6.7%	-1.1%
合 計					100.0%	86.9%	-13.1%