

鋼ポータルラーメン橋剛結部における接合構造の合理化について

東日本高速道路(株) 東北支社 法人会員 ○宮越 信
 法人会員 小林 良
 高田機工(株) 正会員 山田貴男

1. はじめに

鋼ポータルラーメン橋は、鋼桁とRC橋台を剛結した上下部一体構造を有する形式である。特徴として伸縮装置や支杵を省略できる構造であるため、初期建設費や維持管理費のコスト削減ができ、更に走行性の向上が図れるものである。このため、近年この形式の採用が増加している状況である。

鋼ポータルラーメン橋で最も重要な剛結部の構造は、一般的に橋台幅の半分以上に桁を埋め込み、スタッドジベルにてコンクリートと一体化する「桁埋込み方式」(図-1)が主流である。しかし既設の同構造において、鋼桁下面コンクリートの欠け落ち損傷、橋台背面部のコンクリートひび割れ損傷等の事象が発生する課題があった。また施工においては、剛結部の複雑な配筋による作業性やコンクリート充填性が劣る等の課題もあった。

このため、これらの課題対策として、剛結部の合理化を目指すことを目的に「孔あき鋼板ジベル(以下PBL)を配置した支圧板方式による接合構造」(図-2)を提案した。

本報文は、従来の桁埋込み方式と支圧板方式の定着構造の違いに着目した剛結部の荷重载荷による構造実験を行い、終局状況に至るまでの挙動について確認を行った結果を報告する。

2. PBLを用いた支圧板方式の提案

貫通鉄筋を有する「PBL」は、スタッドジベル構造と比較して高いせん断耐力と引抜きに対する靱性が期待でき、脆性的なせん断破壊を防ぐことができる構造であるため、せん断力に対しPBLを採用した。採用にあたっては有限要素解析(3次元FEM解析)を行い、支圧板方式による力の伝達機構を下記のとおり確認した。(図-3)

- ① 上側引張力に対して床板鉄筋が抵抗しPBLで補助的に抵抗
- ② 下側圧縮力に対してPBLで補強された支圧板が抵抗
- ③ PBLを用いた支圧板により剛結部の施工性の改善も可能

3. 実験概要

実験に用いる供試体は、全体構造系の片側を抽出した片持ち梁で、橋長48mの実橋適用や試験機的能力等を勘案して、実橋の4分の1スケールの大きさとした。但し橋台幅は剛結部前面側耐力の確認を目的とするため、鋼材断面、孔あき鋼板ジベル、2.4分の1の寸法とした。(写真-1, 図-4)

構造実験は、支圧板方式の終局状態の確認と桁埋込み方式と
 キーワード) 鋼ポータルラーメン橋, 孔あき鋼板ジベル, PBL, 载荷実験, 合理化
 (連絡先) 仙台市青葉区中央3-2-1, 東日本高速道路(株) 東北支社 TEL022-217-1829

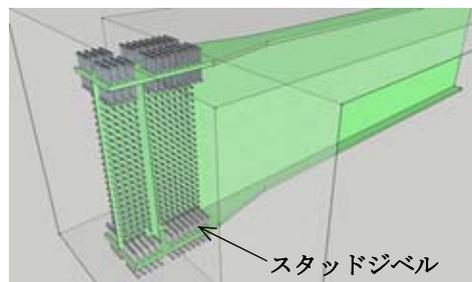


図-1 桁埋込み方式(従来型)

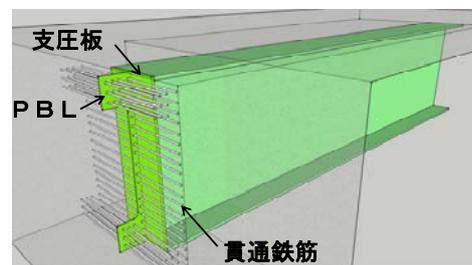


図-2 支圧板方式(提案型)

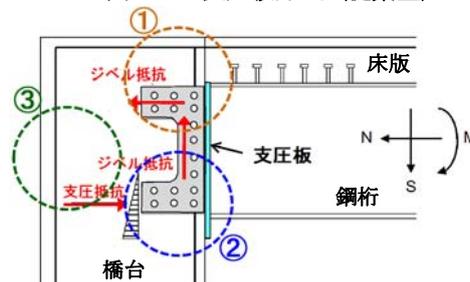


図-3 支圧板方式による力の伝達機構



写真-1 荷重载荷システム

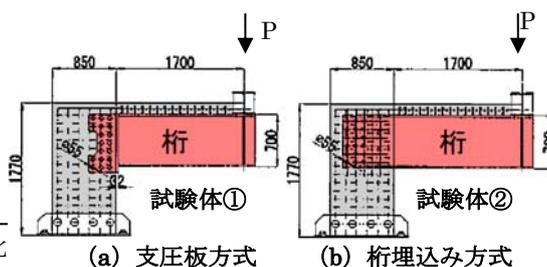


図-4 試験体の概略図

の力学的挙動の違いを確認することを目的として、載荷フレームを用いた 1000KN アクチュエーターの加圧装置にて、鉛直荷重を単調載荷して、支圧板方式（試験体①）と従来の桁埋込み方式（試験体②）について比較実験を行った。

なお試験体に使用した主な材料を、表-1 に示す。

表-1 主な使用材料

		試験体①	試験体②
鋼桁	H鋼・鋼板	H700×300×24×13(SS400)	BH700×300×24(10)×13(SS400)
	PBL	PL t=12mm(φ55mm)	桁貫通(φ55mm)
	PBL貫通筋	D13(SD345)	
	支圧板	PL t=32mm(SM490Y)	-
床版	コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	
	鉄筋	D19@100mm(SD345)	
橋台	コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	
	鉄筋	D22@100mm(SD345)	

4. 実験結果

実験結果の各荷重状態を表-2 に示す。具体的に許容応力度法による設計の抵抗荷重を算出し、実験の荷重-変位関係を無次元化した結果を下記に示す。(図-5)

表-2 実験結果の各荷重状態

荷重状態	記号	(単位:kN)	
		試験体①	試験体②
抵抗荷重	Pa	320.9	402.4
床版ひび割れ荷重	Psc	179.9	160
橋台ひび割れ荷重	Pac	369.5	193.8
床版頂部ひび割れ荷重	Ptc	511.1	-
PBLコバ降伏荷重	Ppy	541.5	-
橋台鉄筋降伏荷重	Pay	弾性	848.4
床版鉄筋降伏荷重	Pdy	732.5	890.4
下フランジ降伏荷重	Psy	794.2	790.7
最大荷重	Pmax	794.2	994.6

- ① いずれの構造も鉄筋・鋼桁の両者が降伏するまでは、荷重-応答関係はほぼ同様な挙動を示していた。
- ② 両方式も抵抗荷重に対して約 2.5 倍の耐荷力があること。
- ③ 支圧板方式は、最大耐力に達した後、荷重支持力が一時的に低下するが、その後緩やかに低下してねばりのある傾向となった。これは橋台に埋め込んだ PBL が有効に作用し、靱性のある抵抗を示していることが推定できる。

- ④ 両方式においても、設計抵抗荷重の半分程度の荷重で床版にクラックが発生したが、桁埋込み方式のみこの時点で橋台背面にクラックが発生した。これは下フランジ背面のコンクリートかぶりが小さいためと推定できる。

- ⑤ クラック発生状況(写真-2)により、桁埋込み方式は剛結部基部が背面側から割けるような崩壊挙動を示すのに対し、支圧板方式は剛結部前面側から斜めせん断破壊のような崩壊挙動を示すことが確認できた。これにより、支圧板方式は桁埋込み方式に比べて、橋台背面のクラック発生に対するリスクが小さく、またクラックが発生した場合でも床版頂部側であるため、復旧の容易さがあり、維持管理・復旧性において、合理的な構造形式と考えられる。

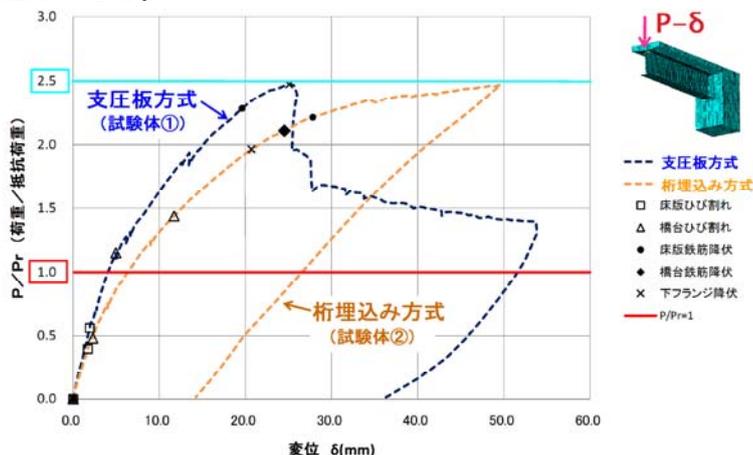
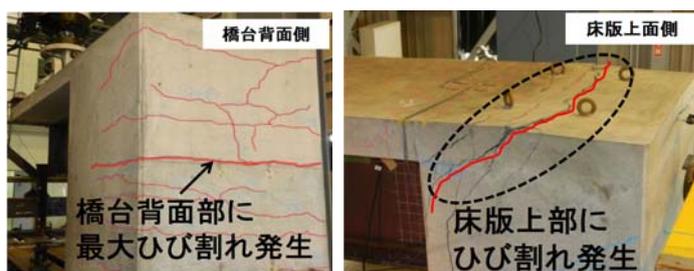


図-5 許容抵抗荷重に対する荷重-変位関係



(a) 桁埋込み方式 (b) 支圧板方式
写真-2 実験後のクラック状況

5. おわりに

今回の支圧板方式と桁埋込み方式の両接合構造の違いに着目した構造実験の他に、実橋に向けて支圧板方式による様々な実験を行っており、その実験結果を踏まえて細部にわたる詳細構造を決定した。これらの結果に基づき、本方式を用いた接合構造による鋼ポータルラーメン橋を『常磐自動車道新地 IC～山元 IC 間の坂元 2 号橋(上り線)』の実橋にて反映することができ、昨年 12 月 6 日に開通致しましたとともに、本報文が同様な橋梁形式に対し一助になれば幸いである。

参考文献

水上, 山田, 川元, 山口, 佐合, 山田: 鋼ポータルラーメン橋剛結部の実験による構造検討(その 1), 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.9