

Twin-PBL 接合部の押抜きせん断実験

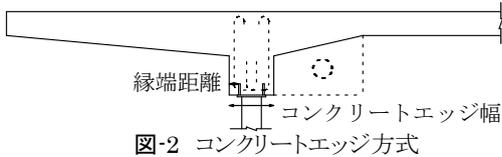
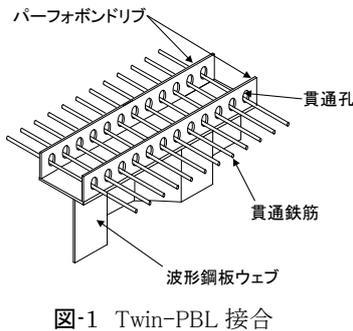
海外事業部 工務部 森下健二
 技術本部 土木技術第一部 櫻田道博
 札幌支店 土木工事部 清水俊一
 東京土木支店 土木工事統括部技術部 熊谷善明

1. はじめに

5 径間連続波形鋼板ウエブ PC 箱桁橋である北海道横断自動車道 ペンケオタソイ川橋(発注名:広内第二橋)では、上床版と波形鋼板ウエブとの接合に、**図-1**に示すような2列の孔あき鋼板ジベル(以降、Twin-PBL)が採用された。また、本橋は全外ケーブル方式による片持ち架設を行うため、架設外ケーブルの定着突起を設ける必要性から**図-2**に示すような床版を打ち下ろすコンクリートエッジ方式としている。

Twin-PBL の基本性状については、既往の研究がいくつかあるが、本橋のように、コンクリートエッジ方式で Twin-PBL が使用されるのは初めてであり、コンクリートエッジ幅が小さく、孔あき鋼板ジベル(以降、PBL)の縁短距離が小さいことによる水平せん断耐力の低下が懸念された。そこで、日本道路公団北海道支社と協議し、コンクリートエッジ方式における Twin-PBL 接合部の水平せん断耐力を確認するため、エッジ幅と貫通孔数を変化させた供試体を製作し、押抜きせん断実験を行った。

ここでは、実験結果を報告するとともに、保坂式(土木学会で提案されている耐力式)をコンクリートエッジ方式の設計せん断耐力算出へ適用するための提案を行っている。



2. 実験方法

(1) 供試体

供試体は、コンクリートエッジ幅、孔の数および孔径と貫通鉄筋径のパラメータより5種類とし、それぞれ3体ずつ製作した。各パラメータの組合せを表-1、形状を**図-3**にそれぞれ示す。

表-1 供試体の諸元

供試体名	エッジ幅(mm)	PBL数(枚)	孔数(個/枚)	孔径(mm)	貫通鉄筋
50-D22-1	500	2	1	60	D22
50-D22-2	500	2	2	60	D22
60-D22-1	600	2	1	60	D22
60-D22-2	600	2	2	60	D22
50-D16-1	500	2	1	55	D16

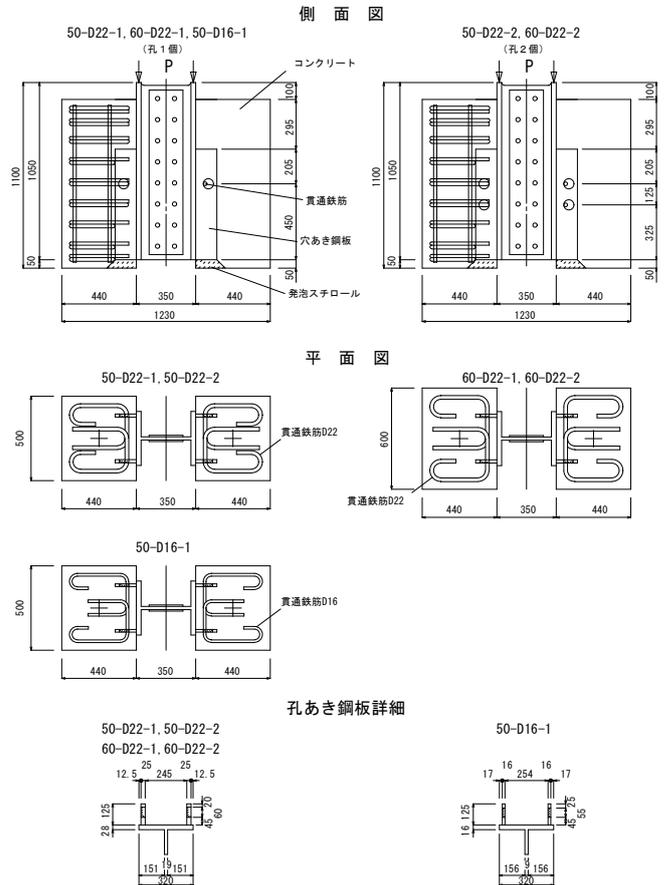


図-3 供試体一般図

(2) 荷重方法

供試体設置方法および荷重ステップを表-2に示す。

表-2 荷重の荷重ステップ

供試体の状況	荷重ピッチ
弾性域	50kN ピッチ(荷重制御)
塑性域	1mm ピッチ(変位制御)

3. 実験結果

各供試体の3体平均耐力と土木学会による提案されている式-1による計算結果を表-3に示す。

$$Q_u = 1.45 \left\{ (d^2 - \phi_{st}^2) \cdot f'_c + \phi_{st}^2 \cdot f_{st} \right\} / 1000 - 106.1 \cdots \text{式-1}$$

ここに、 Q_u : 孔あき鋼板ジベル1個のせん断耐力(kN)

f'_c : コンクリート強度(MPa),

f_{st} : 鉄筋引張強度の公称値(MPa),

d : 鋼板孔の径(mm),

ϕ_{st} : 鉄筋径(mm)

表-3 供試体の耐荷力(kN)

供試体名	ひび割れ荷重	耐荷力		
		I.実測	II.計算	比I/II
50-D22-1	1117	1511	1715	0.88
50-D22-2	1408	1872	1711	1.09
60-D22-1	1566	2505	3459	0.72
60-D22-2	1937	2838	3464	0.82
50-D16-1	945	958	981	0.98

全ての供試体の中で、耐荷力が土木学会式を上回ったのは、60-D22-1のみであり、コンクリートエッジ方式の縁端距離が耐荷力に影響を及ぼしていると考えられる。

4. 設計方法の提案

計算方法の提案にあたっては、コンクリートエッジ方式とせず Twin-PBL を採用した遊楽部(ユウラップ)川橋の10種類30供試体の実験結果を追加して検討した。各供試体のコンクリート表面から Twin-PBL までの縁端距離を図-4に示す。

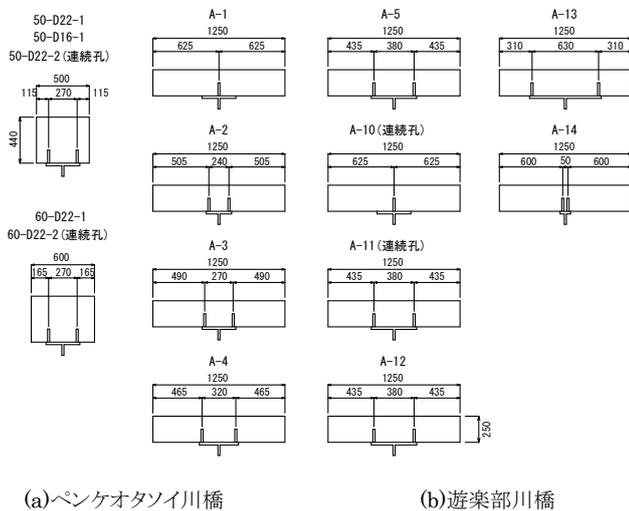


図-4 各供試体の縁端距離

保坂による設計式-1と実験式-2により得られる計算値と実験値の比較結果を図-5に示す。保坂式と実験値を比較すると、コンクリートエッジ幅500mmの供試体を除き、比較的良好一致しており、縁端距離が大きい場合には精度よく算出できると考えられる。

$$\text{実験式: } Q_u = [1.45 \{ (d^2 - \phi_{st}^2) \cdot f'_c + \phi_{st}^2 \cdot f_{st} \} / 1000 - 26.1] \cdots \text{式-2}$$

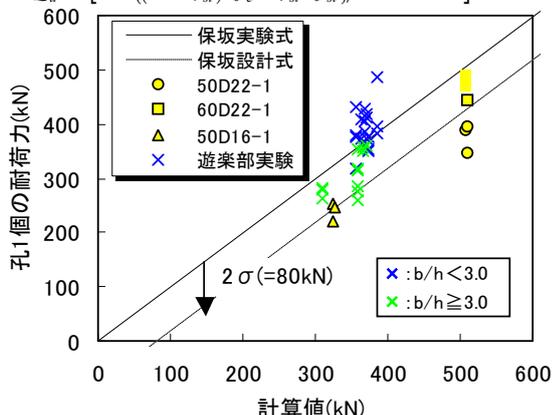


図-5 保坂式と実測値の比較

縁端距離と耐荷力比(実験値/式-2による計算値)の関係を図-6に示す。縁端距離が小さくなるにつれて耐荷力比が低下しており、コンクリートエッジ方式では縁端距離によってせん断耐力の計算値を低減する必要があると考えられる。

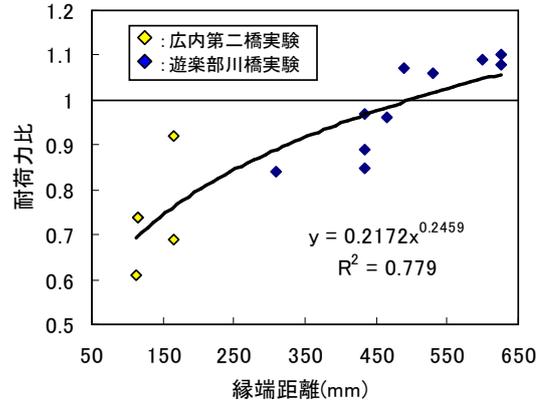


図-6 縁端距離と耐荷力比の関係

以上より、保坂式に耐力補正係数 α を乗じてコンクリートエッジ方式のせん断耐力式を提案する。耐力補正係数 α は、実験のデータ数が少ないことおよび実験のばらつきが比較的大きいこと等を考慮して上限を0.85とした。

$$\text{実験式: } Q_u = \alpha \cdot [1.45 \{ (d^2 - \phi_{st}^2) \cdot f'_c + \phi_{st}^2 \cdot f_{st} \} / 1000 - 26.1] \cdots \text{式-3}$$

$$\text{設計式: } Q_u = \alpha \cdot [1.45 \{ (d^2 - \phi_{st}^2) \cdot f'_c + \phi_{st}^2 \cdot f_{st} \} / 1000 - 106.1] \cdots \text{式-4}$$

ここに、 $\alpha = 0.217 \cdot x^{0.246} \leq 0.85$, x : 縁端距離(mm)

提案式と実験値の比較を図-7に示す。実験値は、式-3よりも若干大きい傾向にあるが、式-4は実験下限値とよく一致している。このことから、式-4を用いることによってコンクリートエッジ方式のTwin-PBL接合を適切に設計できると考えられる。

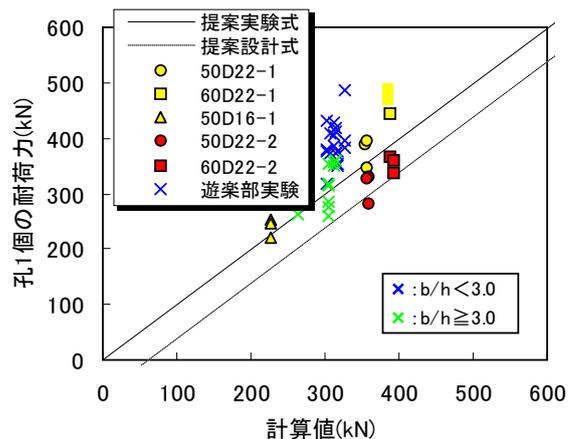


図-7 提案式と耐荷力との関係

5. まとめ

Twin-PBL をコンクリートエッジ方式に採用した場合のせん断耐力算定式を提案した。今後の実験結果蓄積によって、より合理的な設計式の提案が期待される。本研究がその一助となれば幸甚である。

Key words : Twin-PBL, コンクリートエッジ方式, せん断耐力