

山形鋼を用いた中小口径向け合成セグメントの開発（２）～押し抜き試験～

JFE 建材株式会社 正会員 ○西山 桂樹
JFE 建材株式会社 正会員 山本 竜也
JFE 建材株式会社 正会員 松岡 馨
株式会社 JFE 設計 正会員 中西 克佳

1. はじめに

合成セグメントは、鋼材とコンクリートの両者の利点を生かしたセグメントであり、圧縮力のみならず引張力に対しても有効となる特徴を有している。一般に合成構造物はずれ止めの機構を設け、鋼材とコンクリートが外部からの力を受け変形した際に断面を保持できていることが条件となる。従来の合成セグメントはスタッドジベルや孔鋼板ジベル、形鋼シアコネクタをずれ止めの部材として採用しているが、セグメントに対し断面全体にずれ止め部材を配置していることから、他の強度部材に対して占める重量が多くなる。本稿では、軽量化に有効なずれ止め部材を考案し、これに対して実施した押し抜き試験について述べる。

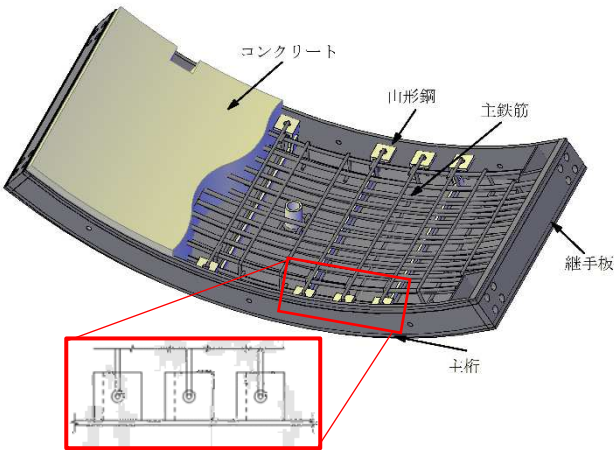


図1 提案するずれ止め部材

2. ずれ止め部材の提案

一般にずれ止め部材はアンカーを有しており、その端部を圧縮領域に定着させることでずれ止めの効果を発揮している。そこで、図1に示すように、形鋼シアコネクタの形状を元に片面に孔を有した山形鋼を採用し、その孔にアンカーとして鉄筋を通すこととした。アンカーの鉄筋はセグメントの主鉄筋・配力筋を介し圧縮領域に十分な長さ存在し、ずれ止めとして効果的であると考えた。シアコネクタとなる山形鋼は作用するせん断力に対し

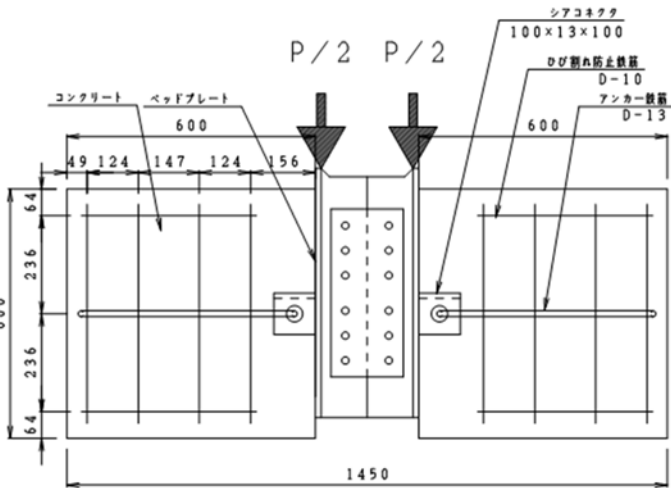


図2 試験体断面図(寸法単位：mm)

- ①部材が降伏しないこと。
 - ②溶接部が破断しないこと。
- を条件にして板厚とサイズを選定した。

3. 押し抜き試験

(1) 実験目的と実験供試体

提案したずれ止め部材が有効であることを確認するため、押し抜き試験を実施した。試験体断面図を図2に示す。また、山形鋼は荷重方向に対してずれ止めとして有効に働く孔の空いていない面が上面である場合と下面である場合とが同様な挙動を示すか否かを確認するため、供試体は単純荷重用と繰り返し荷重用で上面側下面側の各3体ずつ合計6体とした。各供試体の圧縮強度を表1に示す。

表1 各供試体の圧縮強度

供試体 (No.)	荷重方法	孔の空いていない面	材令 (日)	圧縮強度 (N/mm ²)
1	単純荷重	上面側	30	55.0
2		上面側	29	55.5
3		下面側	29	55.6
4		下面側	28	51.7
5	繰り返し荷重	上面側	28	55.3
6		下面側	28	55.3

キーワード シールド工法,合成セグメント,山形鋼,押し抜き試験,せん断耐力,ずれ止め
連絡先 〒108-0075 東京都港区港南1丁目2番地70号11階 JFE 建材(株)セグメント技術室 TEL 03-5715-7890

(2) 計測方法

載荷荷重とともに、鋼フランジとコンクリートとの間に生じる相対ずれを、図3に示す要領で計測した。すなわち、測定位置は、図3に示したように、山形鋼が配置されている水平面内で、ベッドプレート側部のコンクリート内面側4か所で行った。

4. 押し抜き試験結果と考察

図4に各試験体の作用せん断力と相対ずれ量との関係を示す。いずれもある程度のせん断力を加えたところでせん断力に対する相対ずれ量が大きくなる。これはずれ止め部材、もしくはずれ止め部材との溶接個所が降伏、あるいは破断しずれを抑えきれなくなったためであると考えられる。形鋼シアコネクタの設計せん断耐力は複合構造標準示方書内の計算式によると以下の式により算出できる。

$$V_{scud} = 0.0056h_{sc}w_{sc}\sqrt{f'_{cd}}k_1k_2k_3/\gamma_b \cdots (1)$$

ここに、 h_{sc} ：シアコネクタの高さ(mm)

w_{sc} ：シアコネクタの幅(mm)

f'_{cd} ：コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

k_1 ：シアコネクタの合成を評価する係数

k_2 ：ベッドプレートの厚さを評価する係数

k_3 ：シアコネクタの間隔を評価する係数

γ_b ：部材係数(=1.3)

$$V_{scud} = \frac{0.001t_{sc}w_{sc}f_{scyd}}{\sqrt{3}}/\gamma_b \cdots (2)$$

t_{sc} ：形鋼の溶接部を考慮した厚さ(mm)

f_{scyd} ：形鋼の設計引張降伏強度(N/mm²)

これらを用いて提案したずれ止め部材のせん断耐力を算出すると、 $V_{scud}=306.7\text{kN}$ であり、山形鋼の孔の開いていない面が上面側、下面側双方の試験結果よりも十分小さい。

破壊形態は試験体 No.1,2 が溶接破断、試験体 No.3~6 が溶接破断せずコンクリートの支圧破壊であった。主桁と山形鋼とは山形鋼の外側側片側隅肉溶接としたため載荷方向による差が出たことが原因と考える。

5. まとめ

合成セグメントの開発にむけて新提案のずれ止め部材を押し抜き試験を実施し評価した。押し抜き試験結果より下記を確認した。

- 1) ずれ止め部材のアンカー一部を鉄筋に置き換えても設計せん断力耐力を満たすことを確認した。
- 2) ずれ止め部材である山形鋼の向きによる耐力の差が生じたが、片側隅肉溶接による結果であると考察される。
- 3) 山形鋼の向きによる耐力差は生じたものの、式(1)、(2)で求めた設計せん断耐力は十分に満足している。

以上より、ずれ止め部材として本部材を採用することで、せん断耐力を落とすことなく軽量化することができた。

山形鋼の向きによる耐力差は設計せん断力を満足していることから設計上考慮する必要はないものの、破壊形態の差から山形鋼の主桁への溶接は両側隅肉溶接とすることが望ましい。

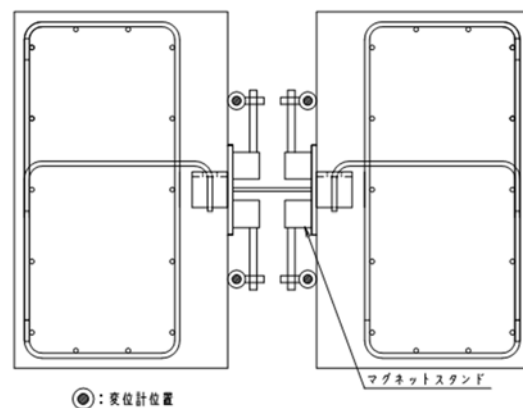


図3 変位計設置位置

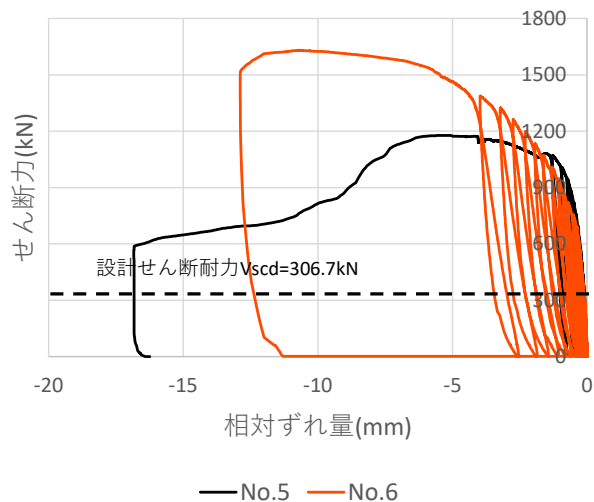
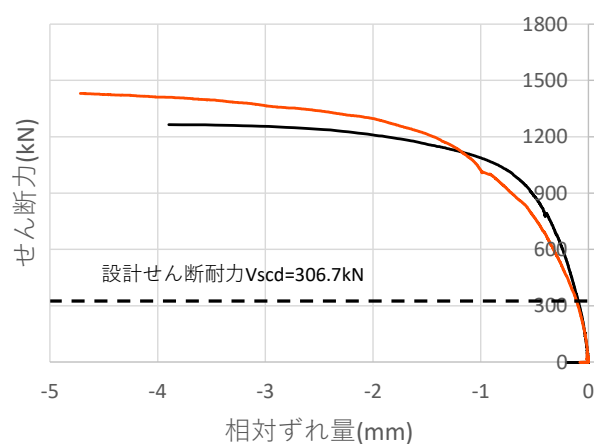


図4 作用せん断耐力と相対ずれ量