

Ⅲ-B121 ウイング（凸形）セグメント実物大載荷試験（その3）

—— せん断キーせん断試験 ——

西松建設 正会員 山崎 宏*¹ 東京都立大学 正会員 今田 徹*²
 東京都立大学 正会員 山崎良一*² 西松建設 正会員 三戸憲二*¹

1. はじめに

筆者らは、既に地下鉄単線断面を対象にした実物大セグメントの継手曲げ試験¹⁾およびリング載荷試験²⁾で、ウイングセグメントは千鳥組みされた従来形セグメントと同等の継手耐力を有し、従来形セグメントに比べてボルト本数および仕様を低減できることを確認した。また、せん断キーのせん断抵抗による曲げモーメント伝達効果は、許容設計荷重を超えてから発揮されており、ウイングセグメント継手の最終耐力はせん断キーのせん断剛性およびせん断耐力に大きく依存していることが明らかになった。そこで、本報は、せん断抵抗による曲げモーメントの伝達効果を設計に反映するために、地下鉄単線断面を対象にした実物大セグメントの継手要素、せん断キーに対し、せん断試験を行った結果について報告する。

2. 試験概要

せん断試験の概要を図-1に示す。試験は、3体の供試体をボルトにより締結し、中央の供試体に鉛直荷重を載荷して継手面にせん断力を作用させることで行う。軸力は、P C鋼棒をセンターホールジャッキにて緊張させることで導入する。また、図-2に示すように、せん断キーの形状の異なる2ケースについて行い、各ケースとも正曲げと負曲げを再現した2パターンの試験を実施した。正曲げとは、凸側継手面が内面（図-2の下方）へ変位することを示す。中央供試体のせん断キーは両継手面とも凸側あるいは凹側にして、せん断抵抗が均等に得られるようにした。なお、供試体幅は一連の実物大試験の継手面幅と同じ450mmとした。

3. 結果および考察

(1) せん断耐力

各ケースの試験結果を表-1に示す。破壊形態は、すべてのケースとも図-3に示すうち、凹側せん断キーの斜め引張せん断破壊であり、凸側せん断キーは健全であった。ケース2については、凹側と凸側の間にシール材を貼付したが、破壊時においても剥離することなく、シール機能を維持した状態であった。最終耐力は、負曲げでは圧縮

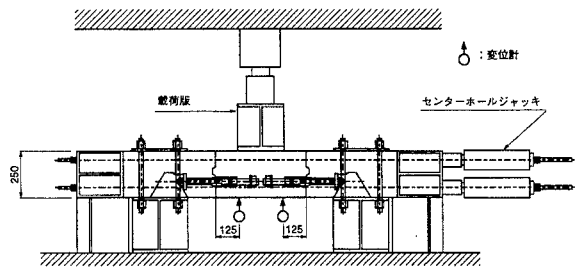
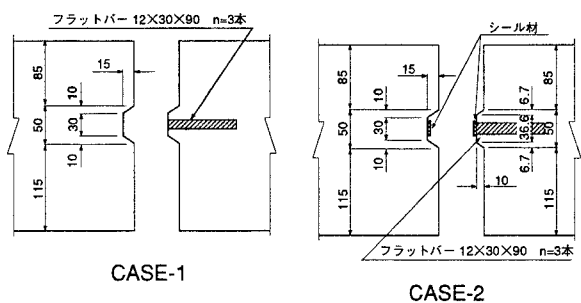


図-1 せん断試験概要図



CASE	凸側補強方法
1	フラットバー 12X30X90 (SS400) n=3本
2	フラットバー 12X30X90 (SS400) n=3本

注1) コンクリート設計基準強度はいつれも $\sigma_{ck}=480 \text{ kgf/cm}^2$ である。
 注2) 凸側で寸法表示のないケースは、凹側と同じ寸法である。

図-2 各ケースの継手面形状

キーワード：シールドトンネル、セグメント、コストダウン、せん断試験

* 1) 東京都港区虎ノ門1-20-10 TEL 03-3502-7638 FAX 03-3502-0221

* 2) 東京都八王子市南大沢1-1 TEL 0426-77-1111 FAX 0426-77-2772

表-1 セン断試験結果一覧表

		case-1		case-2	
		正曲げ	負曲げ	正曲げ	負曲げ
設計値	許容荷重 (tf)	26.8 (49.3)	26.2 (48.7)	26.8 (49.3)	26.2 (48.7)
	終局荷重 (tf)	56.6 (79.1)	52.2 (74.7)	56.2 (78.7)	51.8 (74.3)
	安全率 F_s	2.11 (1.60)	1.99 (1.53)	2.10 (1.60)	1.98 (1.53)
実験値	破壊荷重 (tf)	85.9	68.3	91.0	63.0
	安全率 F_s	3.21 (1.74)	2.61 (1.40)	3.40 (1.85)	2.40 (1.29)

注1) 結果は、両側の継手面に作用する荷重の合計である。

2) () の値は、継手面に作用する軸力による摩擦抵抗 ($\mu=0.5$) を考慮した値である。

によるクラックが先行したため正曲げに比べ低い値となったが、設計値を上回っていることから、せん断キーはいづれの形状でも、せん断力に対し十分な耐力を有していることが確認されたと言える。

(2) セン断剛性

代表値として、既に行ってきた一連の試験と同じ仕様のケース1の正曲げについて、鉛直荷重とせん断変位の関係を図-4に示す。図中の設計値とは、軸力による摩擦抵抗を考慮していない値である。せん断クラックは許容荷重を超えてから発生している。継手周辺のクラックは許容荷重付近で発生しているが、せん断剛性はこれらのクラックが発生しても大きく変化していないことが分かる。また、実測値のせん断剛性は、コンクリート、せん断補強筋の剛性等を考慮して算出したせん断バネ定数設計値より大きな値を示している。

4. 結論

実物大継手要素であるせん断キーのせん断試験により、以下の知見が得られた。

- ① 継手の破壊はすべて凹側であり、破壊形態は斜め引張せん断破壊であった。
- ② セン断キー凸側は健全であり、補強によって十分な耐力を有している。
- ③ 破壊荷重は設計値を上回り、継手面はせん断力に対し十分なせん断耐力を有している。
- ④ セン断剛性は、設計で用いるせん断バネ定数より大きな値を示しており、安全側で設計される。

本試験により、せん断キーのせん断バネ定数、耐力がいづれも設計値を上回ることが確認されたので、今後は、この結果を踏まえて「添え梁モデル」で継手曲げ試験、リング載荷試験結果をシミュレートする予定である。

最後に、本試験にあたって御協力いただいた、ジオスター(株)加瀬明氏、藤野豊氏、岩田和実氏に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 今田徹、他：凸形セグメント実物大載荷試験（その1）、土木学会第51回年次講演会概要集Ⅲ-B pp.254-255
- 2) 今田徹、他：凸形セグメント実物大載荷試験（その2）、土木学会第51回年次講演会概要集Ⅲ-B pp.256-257

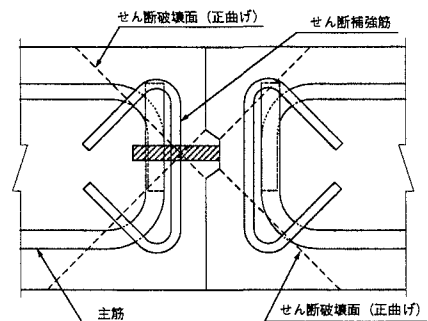


図-3 セン断破壊面と配筋

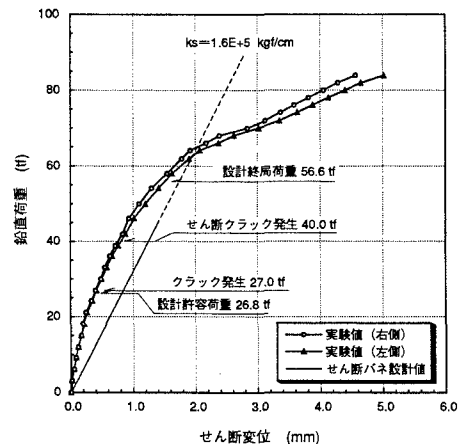


図-4 鉛直荷重とせん断変位の関係