

Ⅲ-B77 締結力を有する内面平滑セグメント（オートチャックセグメント）の開発（その2） セグメント継手（カギ形継手）の曲げ実験

熊谷組 正会員 千代 啓三 正会員 木戸 義和
ジオスター 正会員 白石 哲也

1. はじめに

オートチャックセグメントのセグメント継手であるカギ形継手の性能を確認するため、継手曲げ実験を行い、回転バネ定数等を把握するとともに従来継手との比較を通じて、本継手の特性を考察する。

2. 実験方法

継手曲げ実験は、図1のように2点載荷、両端支点可動で行った。使用した供試体は組立外径 4800mm、1ピースあたり外周 2988mm、幅 1000mm、桁高 200mm のセグメントピースを2枚結合させたもので、セグメント継手は、1継手面あたり2ヶ所ある。本体抵抗モーメントは、 $M_r=22.3\text{KN}\cdot\text{m}/R$ である。

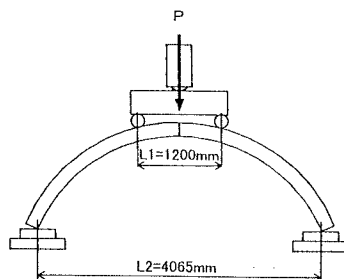


図1 継手曲げ実験要領図

3. 実験結果

(1) 曲げモーメントと継手回転角の関係

図2に曲げモーメント M と継手回転角 θ との関係を示す。図で実線はカギ形継手の場合、破線は従来のボルト継手 M22(8.8)の場合を示している。オートチャックセグメントのグラフに注目すると、その傾きが3つの領域〔領域Ⅰ ($M=0\sim 10.74\text{KN}\cdot\text{m}$)、領域Ⅱ ($M=10.74\sim 21.34\text{KN}\cdot\text{m}$)、領域Ⅲ ($M=21.34\text{KN}\cdot\text{m}\sim$)〕で大きく変化していることがわかる。図内の表に、モーメントによって3つの領域に分けた時の領域Ⅰ、Ⅱにおける回転バネ定数 $k\theta 1$ 、 $k\theta 2$ を示した。回転バネ定数は各領域内にある点の一次回帰直線の傾きから算定した。これによれば、継手の許容モーメント（セグメント本体抵抗モーメント $22.3\text{KN}\cdot\text{m}\times 0.6=13.4\text{KN}\cdot\text{m}$ ）までの範囲とほぼ一致する領域Ⅰでは、カギ形継手の方が従来継手より大きな回転バネ定数となっており、設計レベルでは従来継手と同様またはそれ以上の曲げ剛性を有していると言える。

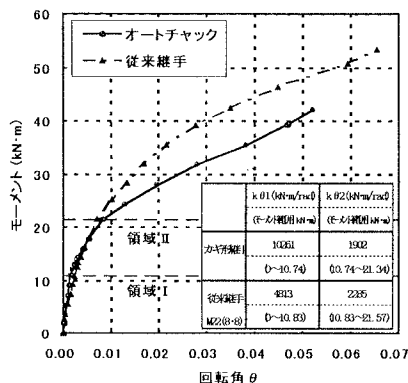


図2 曲げモーメントと継手回転角の関係

上記のように、曲げモーメントと継手回転角の関係が3つの領域に分かれた機構について図3をもとに考える。図3は、曲げモーメントとカギ形継手の雄金具首元と雌金具本体（測定位置は図3参照）に発生した軸力の合計との関係を示している。図中の直線は、セグメント継手面に曲げモーメントが発生した場合に、金具に発生

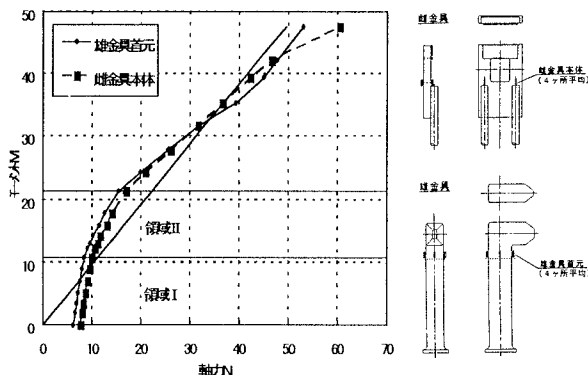


図3 曲げモーメントと金具軸力の関係

キーワード：セグメント、オートチャックセグメント、二次覆工省略、内面平滑、カギ形継手、初期締結力

連絡先：東京都新宿区津久戸町2-1(株) 熊谷組 土木事業本部土木技術部 シールドG TEL03-3235-8649

する軸力を計算から求めたものである。これによれば、領域Ⅰでは、曲げモーメントが増加しても金具挿入時に発生していた初期締結力の値でほとんど変化していない。このことは、領域Ⅰでは、初期締結力の効果が残存し、離間には到っていないことを意味している。すなわち、領域Ⅰは、初期締結力の効果で継手が離間するまでの区間であると言える。

（２）曲げモーメントによる金具ひずみの変化

図４に継手に作用した曲げモーメントとその時の金具各部のひずみとの関係を示す。測定位置は、雄金具首元（内側１点のみ）、雌金具頂部、雌金具本体、雌金具アンカー部の４ヶ所である（図４参照）。ただし、雄金具はダクタイル鋳鉄製（弾性係数 $1.7 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ ）、雌金具は鋼製（弾性係数 $2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ ）である。

継手許容モーメント時は全ての部材が許容応力以下であるが、 $15 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 付近で雌金具頂部の曲げモーメントが許容応力（ 190 N/mm^2 ）に達し、 $30 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 付近で降伏応力に達している。図２で述べた領域Ⅱ、Ⅲにおいては、雌金具頂部は、応力が大きく、かつ梁構造となっているため、継手の変形に対し、支配的となっている。一方、雄金具首元は、引張と曲げの両方が作用するため、ここでは、ひずみの最も大きくなる雄金具首元の内側に注目する。図によると、雄金具も曲げモーメントが $22 \text{ kN} \cdot \text{m}$ で、許容応力（ 190 N/mm^2 ）に達するが、曲げによる影響に対して、内縁部降伏後の応力の再配分によって、破壊荷重でも金具全断面は降伏には到っていない。

（３）荷重による継手部のたわみの変化

図５に曲げモーメントと継手部の半径方向への変位の関係を示す。図より継手の半径方向の変位からも継手許容モーメントレベルまでは従来継手と同等以上の結果を得た。

（４）亀裂発生状況

図６に従来継手のセグメントとオートチャックセグメントの継手曲げ試験後の亀裂発生状況をスケッチで示す。これによると従来継手のセグメントは、内面の欠損部であるボルトボックスの周辺に亀裂が集中する傾向が見られた。一方、カギ形継手は欠損部がないため、亀裂の集中は発生せず、ひび割れの分散性という点で良好な結果が得られた。

４．まとめ

- 1) 本継手は、継手の許容レベルまでは、従来の継手と同等もしくはそれ以上の曲げ剛性を有している。
- 2) 継手許容レベル近くまで初期締結力の効果が残っており、この範囲と高い曲げ剛性をもつ範囲は一致する。
- 3) 本継手は、ボルトボックス等の欠損部がないため、従来のセグメントと比較してひび割れの集中がなかった。
- 4) 継手の曲げ強度は、規格破壊モーメント以上であることが確認できた。

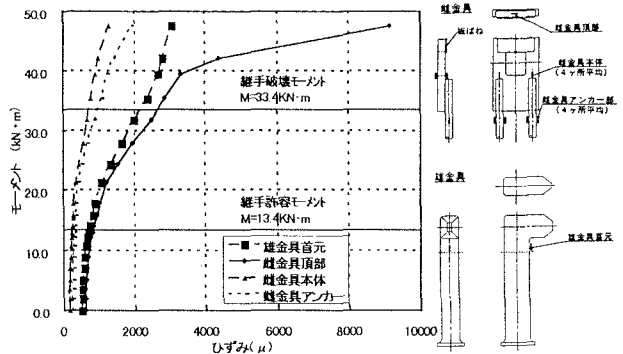


図４ 曲げモーメントと金具ひずみの関係

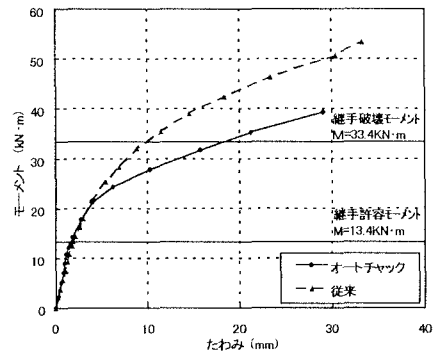


図５ 曲げモーメントと継手部のたわみの関係

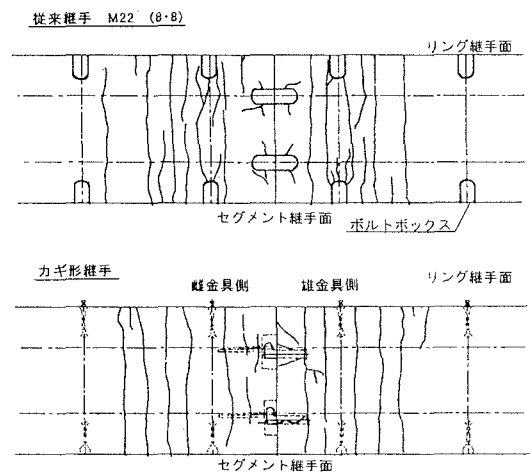


図６ 継手曲げ試験ひび割れ発生状況