

III-10

合成セグメント継手部の耐荷変形特性

住友金属工業㈱

正会員○阿部 幸夫

岩橋 正佳

㈱鴻池組

金好 昭彦

松村 誠

1. はじめに

近年の地下空間有効利用の高まりから、シールド工法も大深度化、大口径化および急曲部、異形断面などと云った多様化への対応が従来に増して強く求められる状況にある。これに伴いシールド衬覆工材としてのセグメントに対しても高耐力、高剛性が要求されるようになってきた。著者等はこれらの要求を満足するセグメントとして、図1に示すようなコンクリート上下面に菱目突起付鋼板を配置したボルト・ワッス構造の新型合成セグメントを試作し、単体曲げ試験ならびにジャッキ推力試験を実施した結果、セグメント単体が優れた耐荷特性を有していることを既に確認している^{1), 2)}。

そこで本研究では、シールド工法を設計する際の重要な部位である継手部に関し、本合成セグメントに採用可能な継手ボックス溶接固定方式に着目して、その引抜き試験および曲げ試験を実施し、当該部の耐荷変形特性を調査したので報告する。

2. 実験概要

(1)継手部引抜き試験 供試体の種類は、表1に示すように継手ボックス固定方法を実験パラメータとする3体とした。形状は、合成セグメントのボーズ間継手部付近をモデル化した箱型とし、いずれも継手部にジョイントプレートおよびボルトを用いず、継手ボックスそのものが引抜ける構造とした。その1例をA-2供試体について図2に示す。なお、ボックスを固定する際の溶接長およびアンカー長は、継手の許容引抜き力を25.0tfとして設計した。

使用した鋼材は表2に示す通りであり、また、コンクリートの圧縮強度は432kgf/cm²であった。

実験は、継手ボックスに一方方向引抜き力を作用させ、破壊まで加力した。

(2)継手部曲げ試験 供試体の種類は、表1に示すように溶接固定タイプの1体とした。形状は先の試験と異なり、図3に示すようにジョイントプレートを有するボーズ間継手部を含む単体の一部をモデル化した箱型供試体2体を、ボルト(種類:10.9, 形状:M36)2本で連結したものである(ボルト締付けトルク2800kgf・cm)。なお継手部の形状寸法は、継手の許容モーメントを4.68tf・mとして設計した。

使用した鋼材は表2に示す通りであり、またコンクリートの圧縮強度は414kgf/cm²であった。

実験は、組み合わせた供試体の中央部に2点载荷(支点間1600mm, 载荷間400mm)による正曲げ力を作用させ、耐力低下が生じるまで加力した。

3. 実験結果

(1)継手部引抜き試験 実験結果を表3に、荷重と継手引抜き方向変位の関係を図4に示す。結果は、溶接固定したA

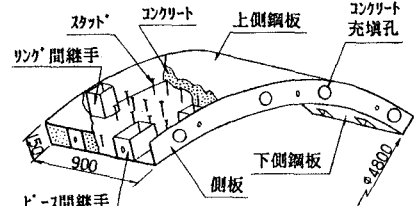


図1 合成セグメント

表1 供試体の種類

試験名	No.	継手ボックス固定方法		備 考
		上 側	下 側	
継手部引抜き試験	A-1	溶 接	溶 接	ボルトおよびジョイントプレートを 用いず
	A-2	アンカー筋	溶 接	
	A-3	アンカー筋	アンカー筋	
継手部曲げ試験	B-1	溶 接	溶 接	ボルト:種類10.9, 形状M36 締付けトルク:2800kgf・cm

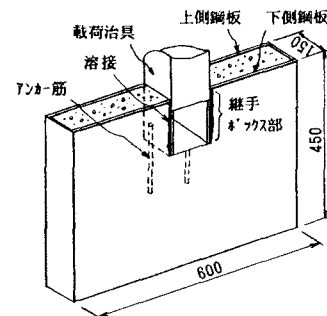


図2 供試体の形状(A-2供試体)

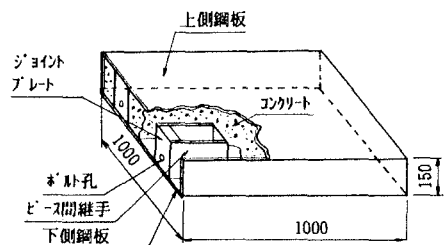


図3 供試体の形状(B-1供試体)

A-1供試体がアンカー筋固定を用いたA-2, 3供試体の2倍以上の耐力を示していた。これはA-1供試体を設計する際、継手ボックスと上側鋼板との突合せ溶接部に、とくに開先加工を施していないことから部分溶込みグループ溶接の許容応力度を用いたことによる。しかし、実験最大耐力(130.8tf)が溶接部を母材と同等として計算した値(116.1tf)と同程度であったことから、工場製作などを考慮すると、当該溶接部は全断面溶込みグループ溶接と考えて問題ないと思われる。

次に、溶接とアンカー筋を併用したA-2供試体は、アンカー筋破断の際、溶接部は降伏状態にあった。これは本試験のように継手ボックスに均等な引抜き力を作用させた場合の結果である。実際の継手部のようにボックスが溶接側に偏配置されている場合は、溶接部への荷重伝達割合が増加するが、その部材断面積比から耐力上の問題はないと考えられる。また、アンカー筋が破断したことから、その定着長は示方書³⁾通り、フック無しで鉄筋径の12倍で問題ないことも確認できた。

(2) 継手部曲げ試験 荷重と継手部鉛直変位の関係を図5に示す。結果は、ジョイントプレートの破断により破壊に至ったことから、先の試験結果同様、溶接による継手ボックス固定方法でとくに問題のないことが確認できた。また、用いたジョイントプレートはその両端がボックス側板に固定される梁として形状算定したが、この設計によるジョイントプレートの実験耐力は示方書³⁾による継手の設計破壊モーメントを上回り、かつ、ボックスが降伏するときのRC限界状態理論⁴⁾による計算耐力と同等の値を示していたことから、ジョイントプレートを設計する際、今回用いた両端固定梁の考え方で問題ないことも判った。また、継手剛性は設計許容モーメントを上回る7.5tf・m程度までRC限界状態理論⁴⁾と同程度の変形特性を示していた。

4. おわりに

今回の実験結果から、サンドイッチ型鋼コンクリート合成セグメントの上下鋼板に溶接にて固定した継手構造は、従来のアンカー筋固定方法と比べ、剛性面、耐力面ともに同等以上の性能を示すことが確認できた。

最後に本実験に関し御指導いただいた、山本稔 東京立大学名誉教授に感謝の意を表します。

《参考文献》

- 1) 突起付鋼板を用いた合成セグメントの力学特性, 土木学会第46回年次学術講演会概要集第3部, pp.114-pp.115, 平成3年9月
- 2) 突起付鋼板を用いた合成セグメントの曲げ耐荷性能について, 土木学会第47回年次学術講演会概要集第3部, pp.48-pp.49, 平成4年9月
- 3) 土木学会・日本下水道協会共編, シールド工用標準セグメント, 1992.9
- 4) 土木学会, コンクリート標準示方書, 設計編, 1986.10

表2 使用鋼材の寸法と強度

試験名	鋼材の種類	寸法 (mm)	降伏強度 (kgf/mm ²)	引張強度 (kgf/mm ²)
継手引抜き試験	突起付鋼板 (ジョイントプレートに使用)	重量換算板厚: 8.2 突起高さ: 2.5	38.9	51.9
	鉄筋(アンカー筋に使用)	鉄筋径: D19	38.2	59.8
継手部曲げ試験	突起付鋼板 (ジョイントプレートに使用)	重量換算板厚: 8.3 突起高さ: 3.4	38.9	52.9
	平鋼板 (ジョイントプレートに使用)	板厚: 2.8	28.4	45.9

表3 実験結果(継手部引抜き試験)

No.	継手ボックス固定方法		許容引抜き力 (tf)	最大引抜き耐力 (tf)	
	上側	下側		実験値	計算値
A-1	溶接	溶接	25.0	130.8	116.1
A-2	アンカー筋	溶接		66.4	62.8
A-3	アンカー筋	アンカー筋		69.0	68.6

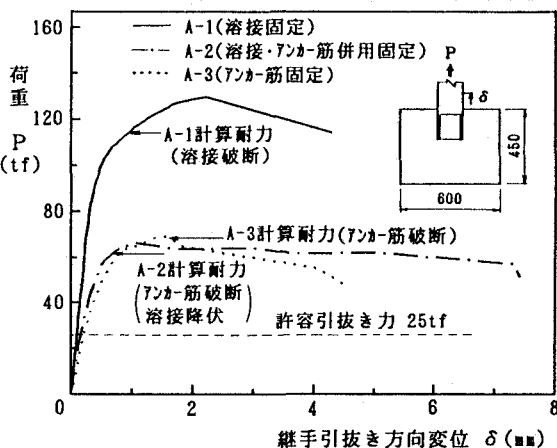


図4 荷重と継手引抜き方向変位の関係

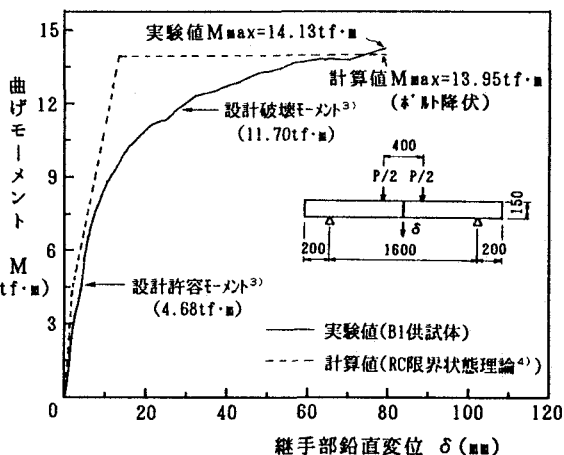


図5 荷重と継手部鉛直変位の関係