

国鉄 構造物設計事務所 正員 小須田紀元
 国鉄 盛岡工務局 正員 〇新山 純一
 国鉄 信濃川工務局 小股 直彦

§1 まえがき

線路下横断工法の一つであるPCR工法において、プレキャストの中空箱形PC桁(ルーフ桁)は、側面全長にわたって埋込まれているガイド鋼を案内役として、線路下の地中に圧入させる。従来、このガイド鋼には、球平形鋼や山形鋼が用いられている。ガイド鋼のルーフ桁内への定着は、桁内に配置されているスターラップやPC鋼材を避けるために、加工を行い、切り欠きを設け、桁内に埋込まれていた。これまで、このガイド鋼定着部の力学的挙動は、明確でなく、また、加工に占めるコストの増大は、PCR工法の問題点の一つであった。

本研究は、ガイド鋼の埋込み部に鉄筋アンカーを用いることにより、その経済性の改善をはかり、従来のタイプと比較して行った引抜き試験と、せん断試験の実験結果を報告し、引抜き耐力の算定式について、提案するものである。

§2 実験概要

1) 使用材料

実験に用いたガイド鋼は、厚さ9mm鋼板(SS41)、アンカー鉄筋は、異形棒鋼D13(SD35)である。鋼板を埋込むコンクリートに用いたセメントは、早強ポルトランドセメント、細骨材は川砂、粗骨材は碎石である。表-1に配合を示す。蒸気養生を行い、圧縮強度は、試験時(材令20日)、平均498 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ であった。

2) 供試体

引抜き試験の供試体は、図-1に示す5種類の鋼板をコンクリートに鉛直に埋込み、各々2体製作した。タイプA, Bは、従来、採用されていた形状である。タイプD, Eは、鉄筋アンカーの本数を変え、タイプCは、鉄筋アンカーをなくした形状である。

せん断試験は、タイプB, Dの2種類について、埋込み部の鋼版面から終端距離を8cmとし各々4体行った。

3) ガイド鋼引抜き試験

図-2に示す載荷装置に、供試体をセットしセンターホール型50tジャッキで、1cmピッチで、ガイド鋼板を鉛直に引抜いた。各荷重段階ごとに、ひびわれの状況を観察し、ダイヤルゲージにより、抜きし量を測定した。破壊荷重と併せて、破壊後の低下持続荷重についても、測定を行った。

4) ガイド鋼せん断試験

図-3に示す載荷装置に、供試体をセットし、上記の

表-1 コンクリートの示方配合

細骨材の最大粒径 (mm)	スラブの断面寸法 (cm)	鉄筋の断面寸法 (mm)	セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材	鉄筋	その他
20	7 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1	36	42	172	478	707	602	396	10.8

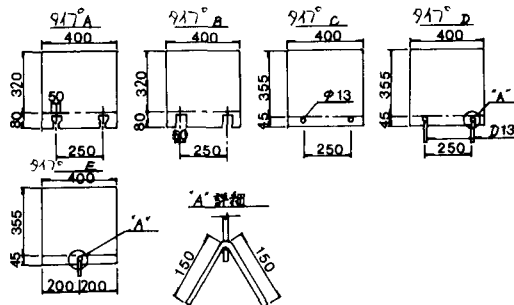


図-1 引抜き試験 ガイド鋼形状図

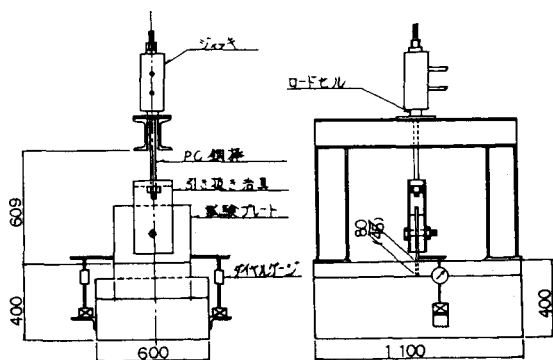


図-2 引抜き試験 載荷装置

ジャッキで、ガイド鋼板面に直角に、縁端距離の少ない方向に、荷重を載荷した。ひびわれ荷重および破壊荷重を測定した。

§3 実験結果および考察

1) ガイド鋼引抜き試験

実験結果を表-2に示す。破壊性状は、タイプBは単純な付着切れによる引抜けであった。タイプA, Cは、切欠き部の拡張部および孔に拘束されたコンクリート塊がせん断キーとして働き、約30°の広がりをもったコンクリート面で破壊した。タイプD, Eは、いずれも2体の内1体が、ガイド鋼板と鉄筋アンカーの接触部で鉄筋アンカーが切断した。他の1体は、鉄筋の埋込み部が抜け出すことにより、破壊した。破壊後の低下持続荷重は、ガイド鋼板とコンクリートの摩擦力であるといえる。

実験の結果、タイプA, Cについては、30°と仮定したせん断破壊面の破壊荷重に対するせん断応力は、21~22%であった。ガイド鋼板の埋込み面積の破壊荷重に対する平均付着応力は、6~13%といずれも予想した値より小さかった。これは、ガイド鋼がコンクリート上側表面に埋込まれ、かつ埋込み長さが短いため、ガイド鋼を拘束するコンクリートの側圧が、ほとんど期待できないことによると、考えられる。一方、タイプC, D, Eは、表-3に示すように、鋼板の付着力を一定とすると、残りの荷重が、鉄筋の耐力となる。鉄筋の耐力を、鉄筋が切断した場合と、鉄筋が抜け出して破壊した場合について、下記の仮定とすると、実験結果とほぼ適合した。

$$\text{切断 } P_1 = A_s \sigma_s \cdots (1)$$

$$\text{拔出 } P_2 = u L \tau_0 \cdots (2) \quad u: \text{周長 } \tau_0: \text{付着強度}$$

2) ガイド鋼せん断試験

実験結果を表-4に示す。破壊性状は、すべて、ガイド鋼埋込み部の先端から、45°~60°のせん断面で破壊した。せん断破壊面を45°と仮定した場合の破壊荷重に対する平均せん断応力は、タイプBで2.4%, Dは3.3%である。

§4 まとめ

ガイド鋼の引抜き耐力(P_u)は、鋼板の付着強度(P_0)と鉄筋の耐力(P_1)の和で決定する。 $(P_u = P_0 + P_1)$
 P_0 は鋼板の埋込み条件より決定する必要がある。一般的な付着強度は期待できない。 P_1 は、(1),(2)式に示す小さい方の値を採用はよい。せん断耐力は、ガイド鋼板埋込み部の縁端距離で決定し、埋込み深さには関係しない。

§5 あとがき

実際の設計においては、タイプD, Eの耐力が、従来のタイプA, Bに比べて十分確保できること、かつ経済的であることにより、D(E)を採用した。また、せん断耐力に対する破壊面には補強鉄筋を配置した。一方、ループ桁を地中に圧入する際のガイド鋼に作用する荷重は、明確でないため、今後の研究がまたれる。最後に、実験にあたって指導いただいた国鉄構造物設計事務所の石橋主任技師に、深く感謝いたします。

表-2 引抜き試験結果

タイプ	A		B		C		D		E	
破壊荷重(t)	78	65	40	39	35	35	15.0	13.7	10.0	8.0
低下持続荷重(t)	4.0	3.2	3.5	3.1	1.8	1.6	5.0	3.8	5.0	—
破壊性状										

表-3 引抜き試験結果のまとめ [t]

タイプ	A	B	C	D	E
破壊荷重(t)	7.2	4.0	3.5	14.4	9.0
鋼板摩擦力	(3.6)	4.0	(1.7)	—	—
鉄筋耐力	7.2	—	3.5	3.5	3.5
鉄筋アンカー	—	—	—	10.9	5.5

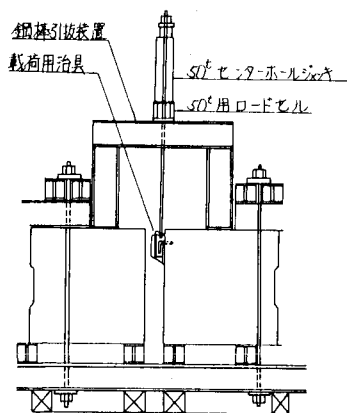
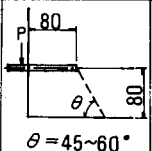
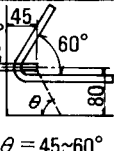


図-3 せん断試験装置

表-4 せん断試験結果

タイプ	B				D			
破壊荷重(t)	0.6	1.4	1.2	1.3	1.3	1.4	1.7	1.7
	平均 1.1				平均 1.5			
破壊性状								
	$\theta = 45 \sim 60^\circ$				$\theta = 45 \sim 60^\circ$			