

III-387 C J G工法による改良地盤の鉛直面原位置せん断試験

戸田建設 正員 庭田 浩 充
同 上 正員 沖 田 佳 隆
同 上 正員 金 井 進

1. はじめに： 近年の土木工事は、環境条件、施工条件の制約により、地下構造物は大深度に、道路建設は山岳にその路線を求めざるを得ない状況になっている。 工法決定段階においては、設計基準や過去の調査、試験、施工のデータを参照し、施工条件や算出された施工規模に基づいて、Q、C、D、Sの比較のもとに実施されるものの、要求品質の多様化に伴い、施工代替案のデータが対応しきれない場合も生じる。 本報告は、共同溝工事に係わる大深度シールド堅坑の築造に関し、被圧水による盤ぶくれ対策として施工された地盤改良と、地中連続壁とのせん断抵抗を明らかにする為に、施工段階において実施した鉛直面の原位置せん断試験の方法と、その結果の一部について報告するものである。

2. 工事概要： 当該工事は、図-1 に示された地中連続壁の掘削段階において発生する被圧滞水層による揚圧力に対し、地中連続壁根入れ部を地盤改良する事によって、せん断抵抗の増加を期待しようとするものである。 以下に地中連続壁と地盤改良工事の概要を記す。

【地中連続壁】掘削工法：BW工法。安定液：ベントナイト泥水。エレメント間：ラップジョイント。

先行エレメント：中央先行、土木シート、防コン板工法。内空：10.4×7.75 m。壁厚：1.2 m。

【地盤改良】高圧噴射注入工法（C J G工法）：92本。うち試験改良用 4本。

地中連続壁の施工条件は、改良対象位置の地盤条件と共に、せん断耐力に影響を与えるものと考えられた。 せん断試験に供する試験改良体は、根入れ部本体改良と同じ施工仕様に基づき、地中連続壁近接改良体で施工した。 施工深さは、1試験改良体当たり 1 m とし、8箇所施工した。 施工位置は、改良対象地盤、地中連続壁の先行、後行エレメント等を勘案して決定した。 その状況例を 図-1 中に併記した。

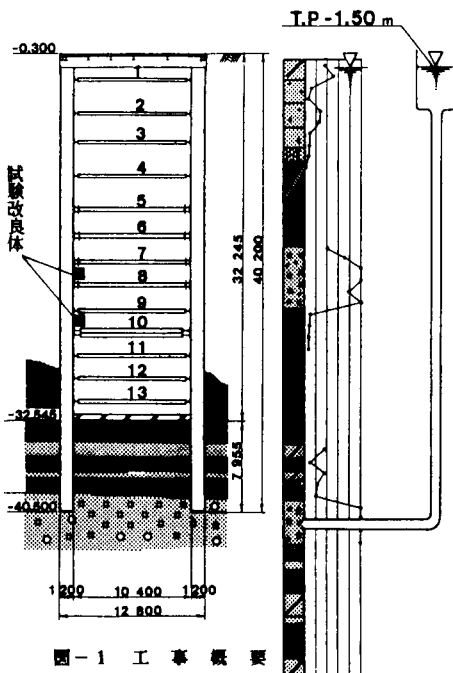


図-1 工事概要

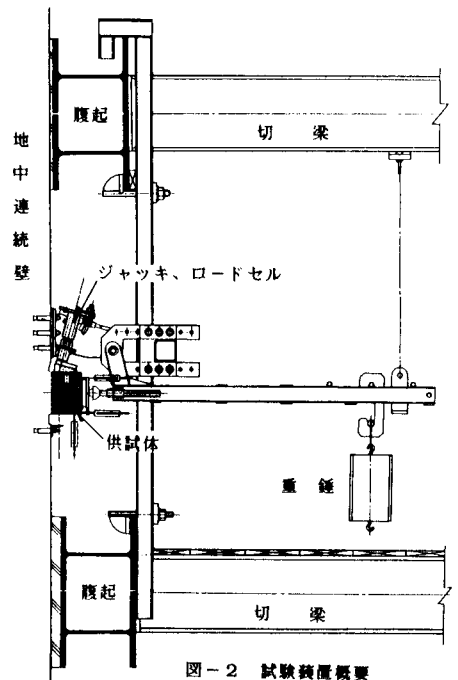


図-2 試験装置概要

3. せん断試験： せん断試験を実施するに際し、供試体の整形が必要である。 $\phi 1.4 \sim 2.4 \text{ m}$ で造成された改良体を、根入れ部分の設計地盤反力、地中連続壁壁面の凹凸状態、堅坑内の出会い作業である事から規制される装置条件等から、約 $20 \times 20 \text{ cm}$ の大きさに、せん断面の含水比が変化しないよう、かつ有害なひずみを与えないよう整形した。 試験装置の概要を 図-2 に示した。 垂直荷重は、重錘荷重を事前にキャリブレーションして載荷し、せん断荷重は 10 t ジャッキと 5 t ロードセルで、せん断面に対し 15° の角度を持たせて載荷した。 変位は垂直、せん断の各変位を4個所で、回転変位を2個所で、夫々ストローク $5, 10 \text{ cm}$ の変位計を用いて測定した。 最終的に実施されたせん断試験は、本工事の工程等の関係から 18 供試体となった。

4. 試験結果： 掘削段階の壁面、改良体の観察の結果によれば、地中連続壁表面に改良材の薄層（ 1 層 $0.5 \sim 7 \text{ mm}$ 程度）が数層形成されており、壁面最近接の薄層は白灰色を呈し、含水比が非常に高い状況にあった。 せん断面の観察からもこの薄層がせん断耐力を規制している事が明白となった。 試験結果の一例を 図-3 に示したが、初期の段階において発生しているせん断ひずみの伸びは、この薄層が破壊した事に伴うものと判断され、壁面の凹凸状況によって以降のピーク値が得られているものと解釈される。 このような結果から、白灰色層がせん断破壊されたと考えられる値を試験データから設定し、この値とピーク値とに分けてデータの整理を行った。 その結果の例を 図-4 に示した。 この結果を基に C, ϕ を求めるに当たっては、壁面状態を先行、後行の各エレメントに、あるいは改良対象地盤の土質に層別して単回帰分析を実施した。 その結果の一部を 表-1 に示したが、エレメント施工順序より改良対象地盤の違いによって層別した場合の相関係数が若干大きく得られ、改良対象地盤によって、せん断抵抗が大きく変化する事が判明した。 C に関しては、砂れき層の改良が粘土層に比して3倍程度の抵抗を有する結果を得た。 これは、せん断面付近の改良体中に残存するれきや、地中連続壁の壁面状態によるものと考えられる。

なお、計画段階においては、供試体の作成による室内試験や、他現場のシールド発進防護 CJG 改良部のコアボーリング結果等を基に設計定数が設定されたが、 C の値に関して設計値に近いせん断試験結果を得た。

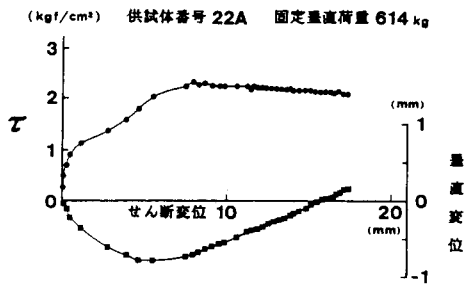


図-3 変位曲線の例

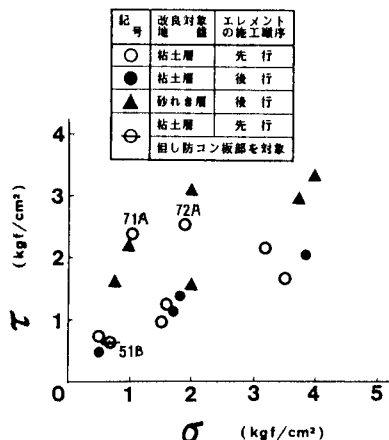

図-4 一次の降伏値における $\sigma \sim \tau$

表-1 単回帰分析結果一覧表

解析条件	層別条件		解析上削除したデータ	データの数	回帰の有意性	相関係数 R	回帰 $Y=A+B X$		$\tan^{-1} \theta$
	その1	その2					係数: A	係数: B	
一次降伏荷重を対象にして解析。 (ピーク値を求められぬ)	改良対象地盤	改良対象: 粘土層	—	12	**	0.589	0.805	0.355	19.54
			51B	11	*	0.534	0.914	0.317	17.59
		改良対象: れき層	51B, 71A, 72A	9	**	0.942	0.461	0.423	22.93
			—	6	*	0.739	1.504	0.420	22.78
		統合データ	—	18	**	0.621	0.922	0.440	23.75
			51B	17	**	0.584	1.026	0.405	22.05
ピーク荷重を対象にして解析。 (ピーク荷重が不明な初期段階において発生するピークを除外)	改良対象地盤	改良対象: 粘土層	—	12	**	0.914	0.397	0.853	40.46
			51B	11	**	0.904	0.473	0.830	39.69
		改良対象: れき層	—	6	**	0.938	1.440	0.628	32.13
			—	18	**	0.898	0.676	0.800	38.66
		統合データ	51B	17	**	0.891	0.771	0.772	37.67
			—	6	**	0.885	0.335	1.367	53.81
	ピーク荷重が不明な初期段階において発生するピークを除外	改良対象: れき層	51B	5	*	0.854	0.719	1.152	49.04
			—	5	—	0.626	1.224	0.321	17.80
		せん断変位 $10(\text{mm})$	—	7	**	0.985	0.288	0.929	42.89
			—	7	**	0.985	0.288	0.929	42.89
10 mm 相当変位のみで構成	—	統合データ	構成データが同じである [改良対象地盤] の統合データに一致。						
			—	18	**	0.950	0.285	0.890	41.67
10 mm 相当変位のみで構成	—	統合データ	51B	17	**	0.946	0.326	0.878	41.28

【注記】 回帰の有意性表示： [—]：有意性なし (5%)。 [*]：5% 未満。 [**]：1% 未満。 [***]：0.1% 未満。