

鋼矢板立坑からの直接切削工法の開発

－ (その2) FRP 矢板の構造試験 －

(株) 銭高組 正会員 森正嗣

竹中計行 ○白子将則

DIC (株)

兼本道成 澤田栄嗣

1. はじめに

都市部では地下空間の活発な利用に伴い立坑のシールド機の発進・到達坑口に切削可能な部材を用いたシールド直接発進到達工法（SEW 工法等）の適用が盛んに行われている。発進用立坑で最も多い土留め形式は鋼矢板によるものであるが、既存の直接発進到達工法では鋼矢板の特異な形状や施工方法から適用が困難であった。従来工法で鋼矢板立坑から推進機やシールド機を発進到達する場合は、鋼矢板をガス切断などにより開口（鏡切り）するため、開口部の背面側に地盤改良を行う必要がある。しかし地盤改良を行うためには、用地の確保が必要である他、工事費も高く、工期も長期に亘るため、鋼矢板立坑における経済的で工期短縮可能な工法の開発が望まれていた。

そこで、地盤改良を不要あるいは縮小し、切羽を開放せずに推進機やシールド機を発進到達できる立坑壁「FRP 矢板」を開発した（図-1）。本工法は、立坑のシールド通過部分のパイルを切削可能な FRP 矢板で建て込み、マシンで直接切削して発進到達する工法である。

本報告（その2）では、FRP 矢板の構造試験について述べる。

2. 構造試験概要

FRP 矢板の構造試験は曲げ変形性能を主に把握するため、図-2 に示すような2点载荷による単純曲げ試験を実施した。

ここで、曲げ载荷スパン a は矢板が等曲げ区間において曲げ破壊となるよう FRP 矢板有効高の8倍以上確保するように設定した。

なお、一般的に矢板は複数枚をかん合させて土留め壁を形成するため、セクション部が中立軸位置となることから、FRP 矢板も鋼矢板と同様に1mあたりの断面性能を把握する必要がある。

また、既往の文献¹⁾によれば、実際に現場に打設された矢板においては継手部にゆれが生じる場合が多く、セクションをかん合させた場合の断面性能は剛結合でなく、重ね梁のような挙動を示すため、矢板壁体の剛性は継手部が剛結された場合に比べて低下するとの報告もある。よって、図-3 に示すような3枚かん合させた状態での曲げ試験を行い、かん合状態での曲げ性能の確認も行った。



図-1 FRP 矢板

表-1 FRP 矢板 断面性能

断面積		鋼矢板	FRP矢板
	($\text{cm}^2/\text{枚}$)	76.4	156.0
断面2次モーメント	($\text{cm}^4/\text{枚}$)	191	423
	(cm^4/m)	2,220	5,049
断面係数	($\text{cm}^3/\text{枚}$)	223	495
	(cm^3/m)	1,340	2,210
弾性係数	(N/mm^2)	200,000	32,000

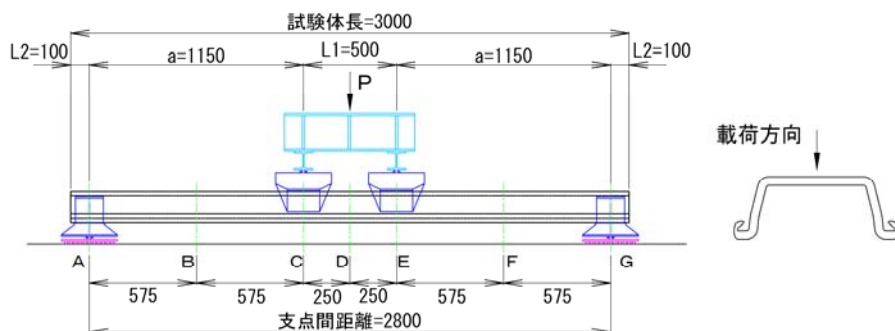


図-2 FRP 矢板 単体曲げ試験概略図



図-3 3枚かん合曲げ試験

キーワード FRP 矢板、鋼矢板立坑、直接発進到達、推進機、シールド

連絡先 〒102-8678 東京都千代田区一番町 31 TEL : 03-5210-2440 FAX : 03-5210-2462

3. 構造試験結果

(1) FRP 矢板の単体曲げ試験

FRP 矢板の目標性能として、鋼矢板と同等の破断荷重となるよう FRP 矢板の剛性を設定した。図-4 に FRP 矢板と鋼矢板の単体曲げ試験における荷重-変位曲線を示す。図にはそれぞれ矢板の弾性解も併記した。

FRP 矢板は荷重が 150kN 付近で圧縮側最外縁の繊維にひび割れが生じ、変形が進行したが、荷重は増加し、目標である鋼矢板の破断荷重を上回る 230kN となった。この時の破壊形態は図-5 に示すように中央部のセクション部分が変形により破断する結果となった。

(2) FRP 矢板の 3 枚かん合曲げ試験

図-6 に FRP 矢板の 3 枚かん合試験における荷重-変位曲線を示す。図より 3 枚の矢板が剛結された場合の断面剛性から算出した弾性解と比較すると実験値は断面剛性が低いことが確認できる。

図-7 に試験体中央の変位値を用い、2 点载荷の単純梁の理論解より逆算した断面 2 次モーメントの値を示す。逆算した断面 2 次モーメントは $I=17,200(\text{cm}^4/3 \text{ 枚})$ となり、3 枚の矢板が剛結合された場合の断面 2 次モーメント $I=35,200(\text{cm}^4/3 \text{ 枚})$ と比較して 0.49 倍程度となっている。これは、現行の鋼矢板の継手効率として規定されている断面 2 次モーメントの低減率 0.45 とほぼ同程度であり、FRP 矢板においても同様の継手効率で設計できることを確認した。

4. FRP 矢板の許容応力

FRP 矢板の設計値（許容応力度）を表-2 に示す。

単体曲げ試験結果より得られた最大曲げ荷重に FRP 矢板の断面係数で除した値を最大曲げ応力値とし、この最大曲げ応力値に安全率 3 かつ仮設扱いとして 1.5 を見込んだ値を許容曲げ応力（設計値）と設定した。

表-2 FRP 矢板 許容応力度

項目		設計値
曲げ応力度	単体	120
	継手	110
弾性係数	(N/mm^2)	3.2×10^4

5. まとめ

FRP 矢板は鋼矢板の破断荷重と同等以上の結果が得られたとともに、セクション部の継手効率は従来の鋼矢板と同様に断面 2 次モーメントの 45% として設計できることを確認した。

今後、実施工物件の実績から施工データを蓄積し、更に改良につとめたい。

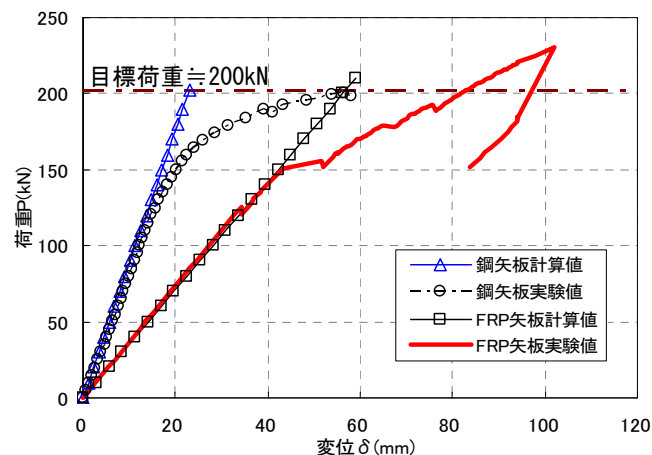


図-4 荷重-変位曲線



図-5 単体 FRP 矢板最終破断状況

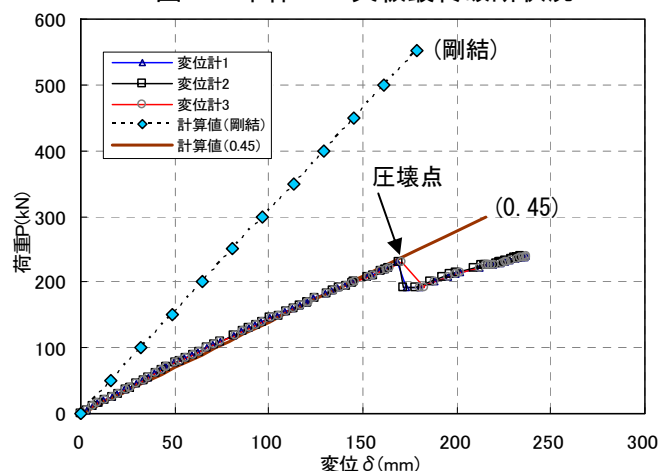


図-6 3 枚かん合時の荷重-変位曲線

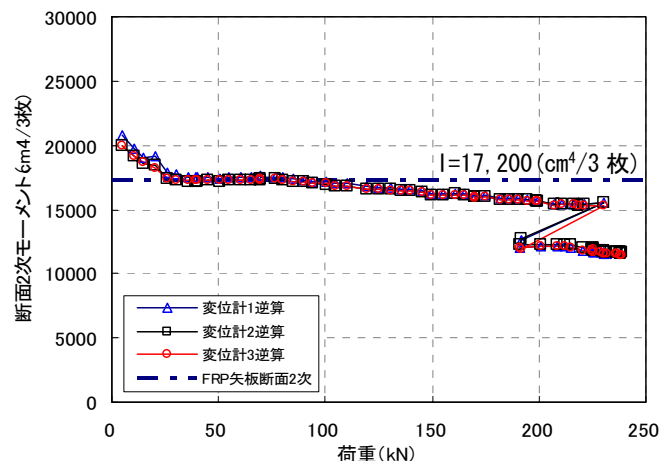


図-7 逆算した断面 2 次モーメント

【参考文献】1) 鴻池一季：鋼矢板壁体の断面剛性に関する研究，鴻池組技術研究報告，1988