

II-419

往復流場において複列配置された洗掘促進工周辺の地形変化について

大阪大学工学部 正会員 小野正順

大阪大学工学部 正会員 出口一郎

大阪大学工学部 正会員 榎木 亨

1. はじめに

洗掘促進工は、腐泥で覆われた海浜や干潟に構造物（格子フェンス）を設置することにより、その周辺で局所洗掘を発生させミオ筋を形成させると同時に、その下流側には腐泥が除去された底質砂による堆砂領域を形成させる底質改善工法の1つである。また、海底地形に凹凸を形成させ、貝類や稚魚にとって好環境であるバー・トラップ地形を人工的に形成させる海底地形改善工法でもある。このような水産生物に対する環境改善工法は、単一の構造物によって局所的に行ってもあまり意味はなく、ある程度広い範囲を平面的に改善していく必要があることは言うまでもない。

本研究では、単一の格子フェンスによる洗掘特性からその影響範囲について明らかにすると共に多列配置する場合問題となってくるフェンス間の間隔と地形変化特性について複列配置の実験を行い検討した。また、生物が付着した場合を想定して、不透過フェンスによる実験も行っている。

2. フェンスによる洗掘・堆砂実験

2.1 単一フェンスによる実験の概要：実験は、長さ6.5 m、幅0.6 m、高さ0.45 mの2次元開水路を用いた。底質砂は、中央粒径 D が0.012 cm, 0.056 cm（それぞれ沈降速度1.16, 6.67 cm/s, 限界摩擦速度 $U^*_{*c}=1.35, 1.77$ cm/s, 限界シールズ数 $Sc=0.095, 0.035$ ）の2種類について行った。実験縮尺は1/10であり、格子フェンスは高さ5.7 cmで、直径1.2 mmの鋼棒により空隙率51%で格子に組まれており、不透過フェンスは格子フェンスと同じ外郭寸法のアクリル板で作られている。フェンスは、直径1 cmの鋼棒の杭に

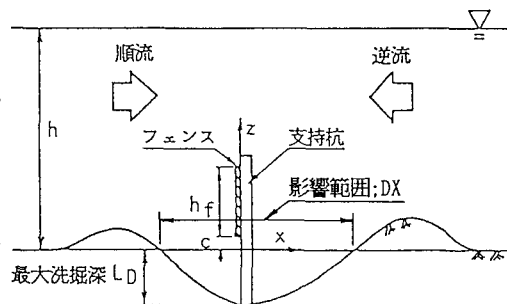


図-1 単一フェンス設置状況

より6.6 cm間隔で支持されている。フェンスの設置状況を図-1に示す。設置する際にフェンス下端と海底とのクリアランスは0, .8, 1.6 cmの3種類に変化させた。水深は30, 20, 15, 10 cmの4種類に変化させ、往復流は潮流を想定し、1時間毎

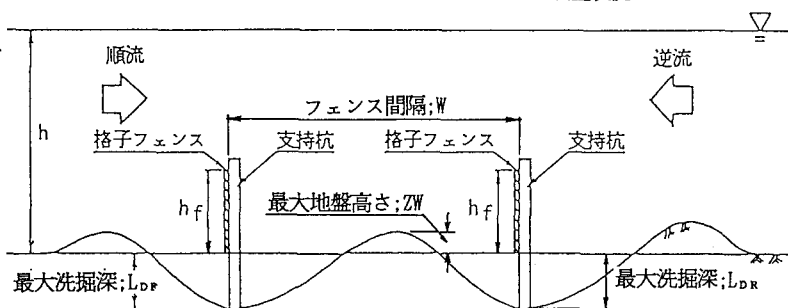


図-2 複列フェンス設置状況

に流向を変化させて作用させた。作用させた流速は、22, 33, 43 cm/secの3種類で、シールズ数は0.02~0.22の範囲にある。地形変化の測定は、順流と逆流を作用させた後、ほぼ洗掘形状が定常状態に達したと判断し、抵抗式砂面計を用いて測定した。

2.2 複列フェンスによる実験の概要：実験は、単一フェンスの実験とほぼ同様の方法で、図-2に示すように格子フェンスをフェンス設置間隔 W で2基設置して実験を行った。設置の際のフェンス下端と海底とのクリアランスは全て0 cmとした。底質砂は $D=0.012$ cmの1種類を用い、水深は20, 15 cmの2種類に変化させた。フェンスの設置間隔は、フェンス高さの2, 4倍（11.4, 22.8 cm）の2種類、作用させた流速は22, 33, 43 cm/secの3種類に変化させた。地形変化の測定は、単一フェンスの実験と同様、順流と逆流を作用させた後に測定した。

3. フェンスによる地形変化特性

図-3は、最大洗掘深 L_D とシールズ数 S の関係を示す。図中の記号で丸印は単一フェンスによる実験結果を、四角印は複列フェンスによる実験結果を示し、実験条件を各々表-1、2に示す。なお、複列フェンスによる最大洗掘深は、 L_{DF} と L_{DR} の平均値として示している。単一フェンスによる実験結果に着目してみると、シールズ数の増加に伴って最大洗掘深も増加の傾向を示すが、不透過フェンスの場合を除いては $S > 0.15$ の領域で頭打ち傾向になっていることがわかる。また、底質粒径の大きい場合は、実験装置の能力上シールズ

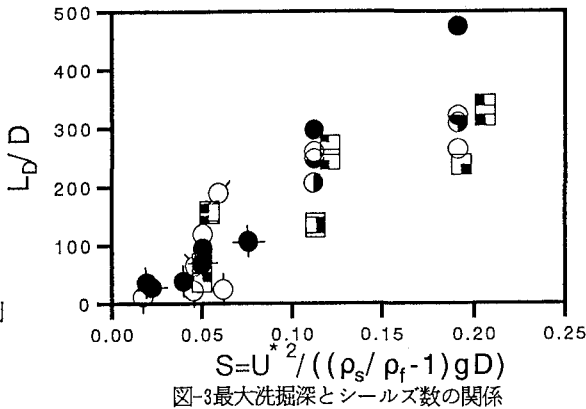


図-3最大洗掘深とシールズ数の関係

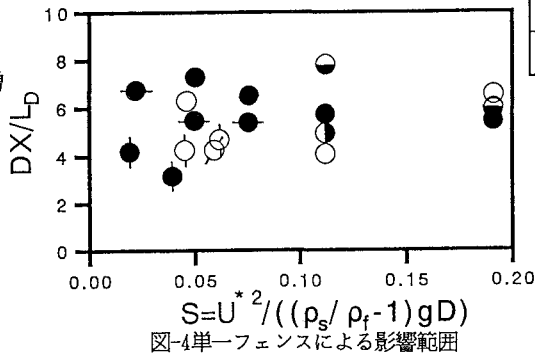


図-4単一フェンスによる影響範囲

表-1単一フェンスに関する実験結果のSymbol

Sym.	λ	c/hf	h/hf	hf/D
○	.51	0.0	1.75	475
○	.51	0.0	3.51	475
○	.51	0.0	5.26	475
●	0.0	0.0	3.51	475
●	.51	0.14	3.51	475
●	.51	0.28	3.51	475
○	.51	0.0	2.63	163
●	0.0	0.0	2.63	163
●	.51	0.0	1.75	163

表-2複列フェンスに関する実験結果のSymbol

Sym.	h/hf	W/hf
□	3.51	2.0
□	3.51	4.0
□	2.63	2.0
□	2.63	4.0

数の大きな領域での実験結果が得られなかったが、実験結果は底質粒径が小さい場合とほぼ一致しており、底質粒径に関わらず最大洗掘深はシールズ数によりほぼ予測できることがわかる。次に複列フェンスの実験結果に着目してみると単一フェンスによる実験結果とかなりよく一致しているが、ケースによっては多少小さめの結果を示す。これは、単一フェンスの場合と異なり、順流・逆流共に上流側のフェンスによる洗掘が下流側のフェンスには大きい砂の供給源となることまた、一般的には下流側のフェンスに比較すると上流側のフェンスの洗掘が発達するので、上流側フェンスの下流側洗掘斜面で上方に流速が加速され、下流側のフェンス周辺の流速が減少し、結果的には最大洗掘深は小さくなると考えられる。図-4は、単一フェンスによる影響範囲 DX とシールズ数との関係を示す。図より多少のばらつきがあるが、底質粒径やシールズ数の違いあるいはフェンスの不透過・透過に関わらずフェンスの洗掘形状はほぼ相似形を示し、最大洗掘深の4～7倍程度の影響範囲となることがわかる。図-5は、複列フェンスの実験でフェンス間の最大地盤高さ ZW とフェンス間隔 W の関係を示す。両者は、2つのフェンスで生じるそれぞれの最大洗掘深を平均した最大洗掘深によって無次元化されている。フェンス間の最大地盤高さ ZW は、 $ZW > 0$ の時フェンス間で堆砂領域、フェンス下側で洗掘領域となる凸凹地形が形成されるまた、 $ZW < 0$ の時フェンス間で洗掘領域になりフェンスの設置範囲全てで洗掘地形を生じていることを示す。このことからフェンスの間隔を最大洗掘深の6～8倍程度以上離すことにより、フェンス間に堆砂領域が生じ凸凹地形を形成させることができることがわかる。この結果が、図-4で示す単一フェンスの影響範囲の結果とほぼ一致する（影響範囲が最大洗掘深の4～7倍程度）ことから、他のケースについても単一フェンスの実験結果から多列配置する場合のフェンス間隔を決定できると考えられる。

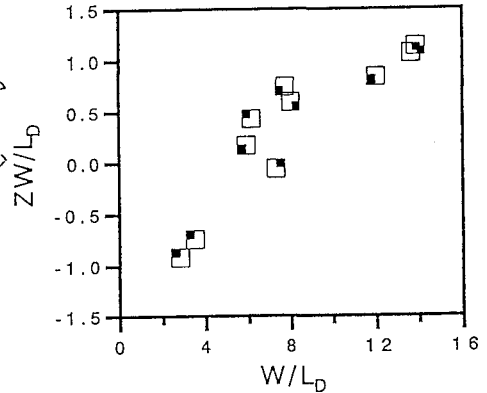


図-5複列フェンスのフェンス設置間隔と最大地盤高さの関係

図-5は、複列フェンスの実験でフェンス間の最大地盤高さ ZW とフェンス間隔 W の関係を示す。両者は、2つのフェンスで生じるそれぞれの最大洗掘深を平均した最大洗掘深によって無次元化されている。フェンス間の最大地盤高さ ZW は、 $ZW > 0$ の時フェンス間で堆砂領域、フェンス下側で洗掘領域となる凸凹地形が形成されるまた、 $ZW < 0$ の時フェンス間で洗掘領域になりフェンスの設置範囲全てで洗掘地形を生じていることを示す。このことからフェンスの間隔を最大洗掘深の6～8倍程度以上離すことにより、フェンス間に堆砂領域が生じ凸凹地形を形成させることができることがわかる。この結果が、図-4で示す単一フェンスの影響範囲の結果とほぼ一致する（影響範囲が最大洗掘深の4～7倍程度）ことから、他のケースについても単一フェンスの実験結果から多列配置する場合のフェンス間隔を決定できると考えられる。