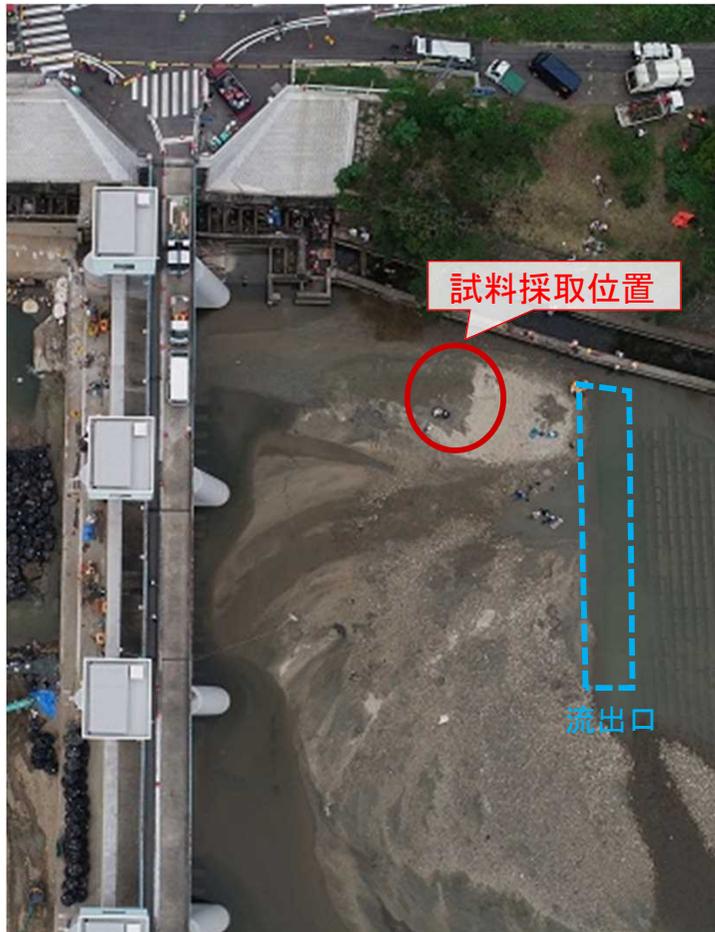
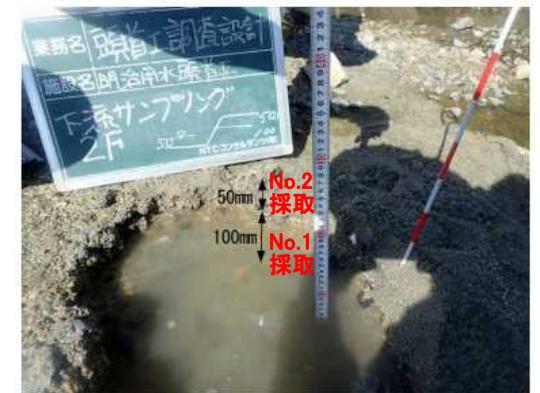


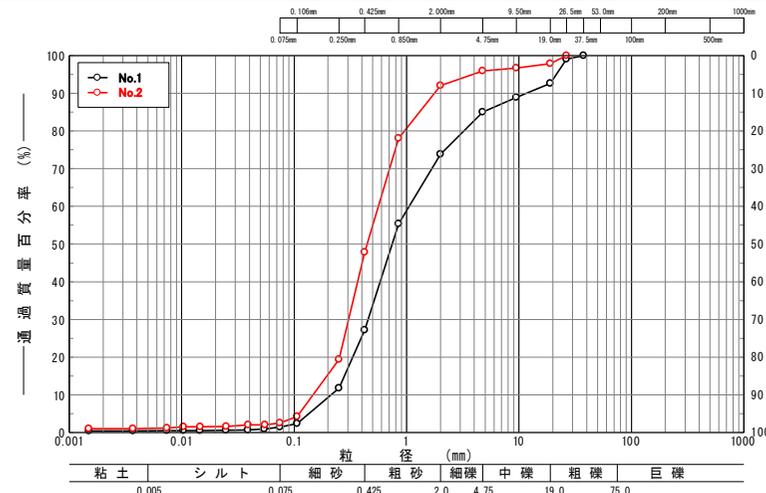
流出土の性状（下流エプロン上の堆積土の粒度組成）

- 堰周辺流出箇所土質性状を確認するため、漏水発生後に下流エプロン上に噴出・堆積した流出土を、上層5cmと下層10cmに分けて採取。
- 粒度分析した結果、上層では90%程度、礫が多い下層も70%以上が砂分であることを確認。

試料採取場所は下流エプロン左岸端で、漏水発生後に堆積したと考えられる緩い砂が厚さ15cmほどエプロンを覆っており、上層5cmに比べて下層10cmは礫が多い。
 一帯の堆積土は締まりが緩いうえ河川水が常時浸透するため、非常に軟弱でぬかるんだ状態。



試料名	対象地質		土粒子密度 ρ_s (Mg/m^3)	粒度組成								
	分類	記号		最大粒径 D_{max} (mm)	礫分 G_{+2mm} (%)	砂分 S (%)	シルト分 M (%)	粘土分 C (%)	細粒分 $F_{c-75\mu m}$ (%)	均等係数 U_c	50%粒径 D_{50} (mm)	10%粒径 D_{10} (mm)
No.1 (下層10cm)	礫質砂	SG	2.666	37.5	26.2	72.4	0.9	0.4	1.4	5.0	0.745	0.213
No.2 (上層5cm)	礫まじり砂	S-G	2.660	26.5	8.0	89.5	1.4	1.1	2.5	3.8	0.447	0.147

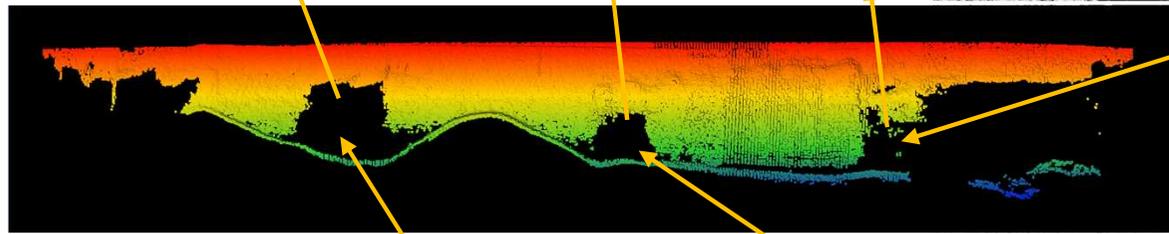
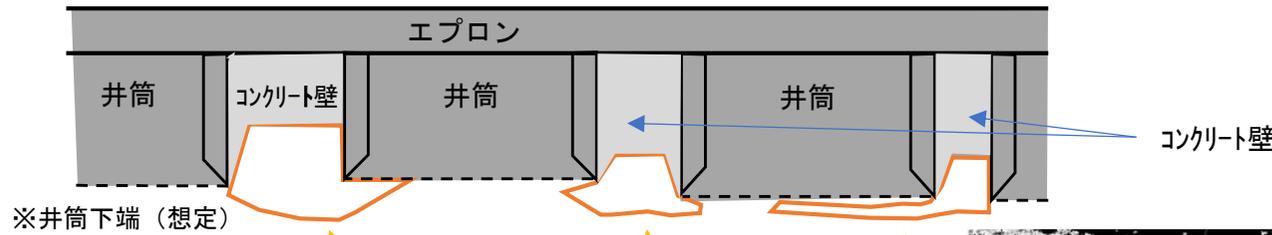


粒度組成が砂分に偏っており、特に上層5cm (No.2) では、約90%が砂分。
 下層10cm (No.1) も外観上は礫に富むように見えるが、実際は70%以上が砂分。

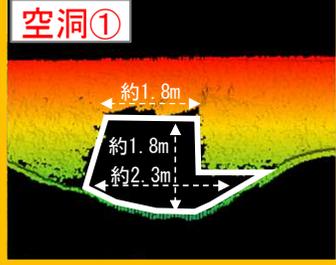
下流流出口 (水中 3D スキャナ調査)

- 下流流出口周辺にて調査船 (音響機器センサー) による流出口形状を推定。
- 下流エプロンの下流端に3か所の空洞あり (合計空洞規模 $A=8.0\text{m}^2$)。
- 井筒と井筒の間の下端に空洞を確認。

井筒周辺空洞位置図 (下流から上流を臨む)

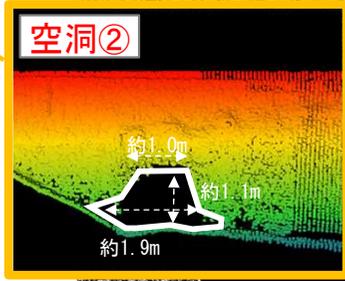


下流流出口状況



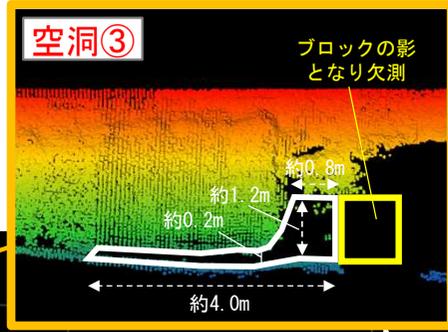
空洞①

空洞面積 約4.3m² (図測)



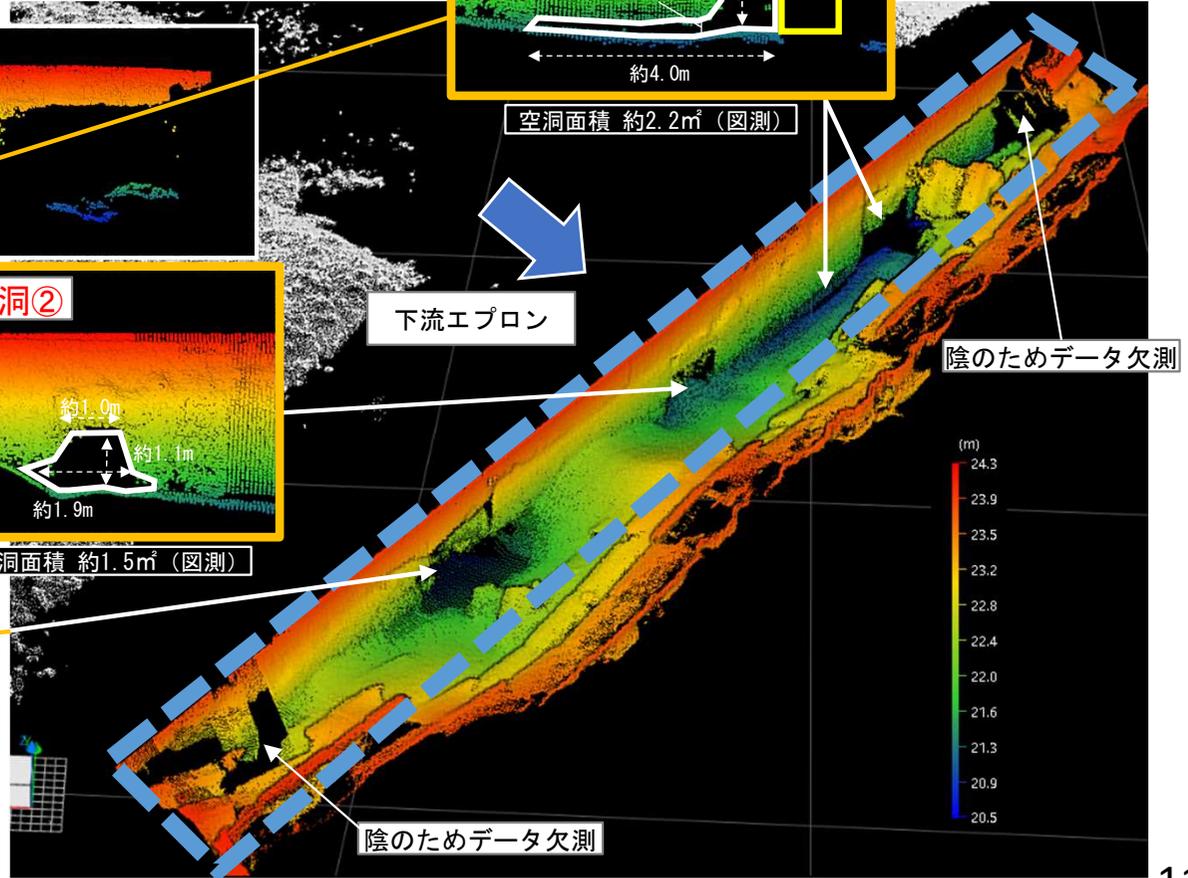
空洞②

空洞面積 約1.5m² (図測)



空洞③

空洞面積 約2.2m² (図測)



下流エプロン

陰のためデータ欠測

陰のためデータ欠測

右岸側

空洞内の流向流速調査結果

- 流向流速計①、②、④の地点の流向は、調査期間を通じて下流方向を示し、流向流速計③の地点は、上流右岸方向を示している。
- 流速については、調査期間を通じて概ね一定であり、越戸ダムからの放流量が最大となった8月18日の出水時（約400m³/s）は、エプロン部④のみ流速が速くなっている。

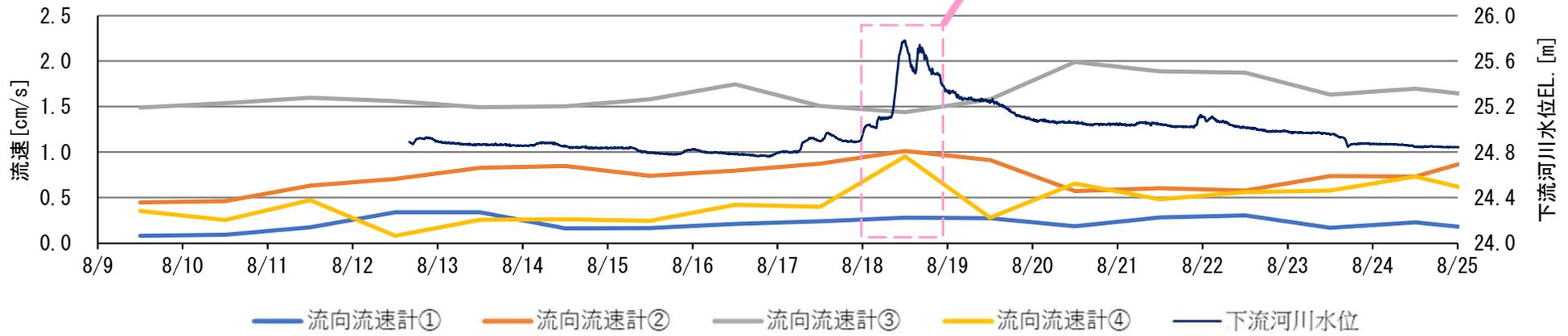
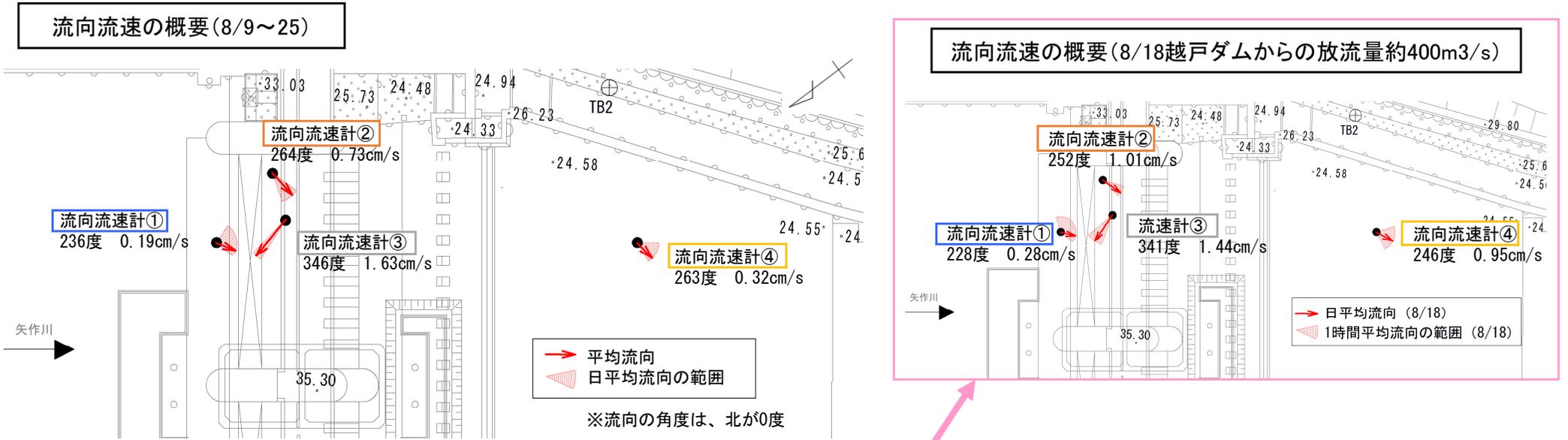


図 日平均流速、下流河川水位の変化

※ 水位計は設置タイミングが異なるため、データのない期間が存在する。
 ※ 平均流速は、期間内の流向変化を加味した平均値。

下流エプロンの安定性の考察

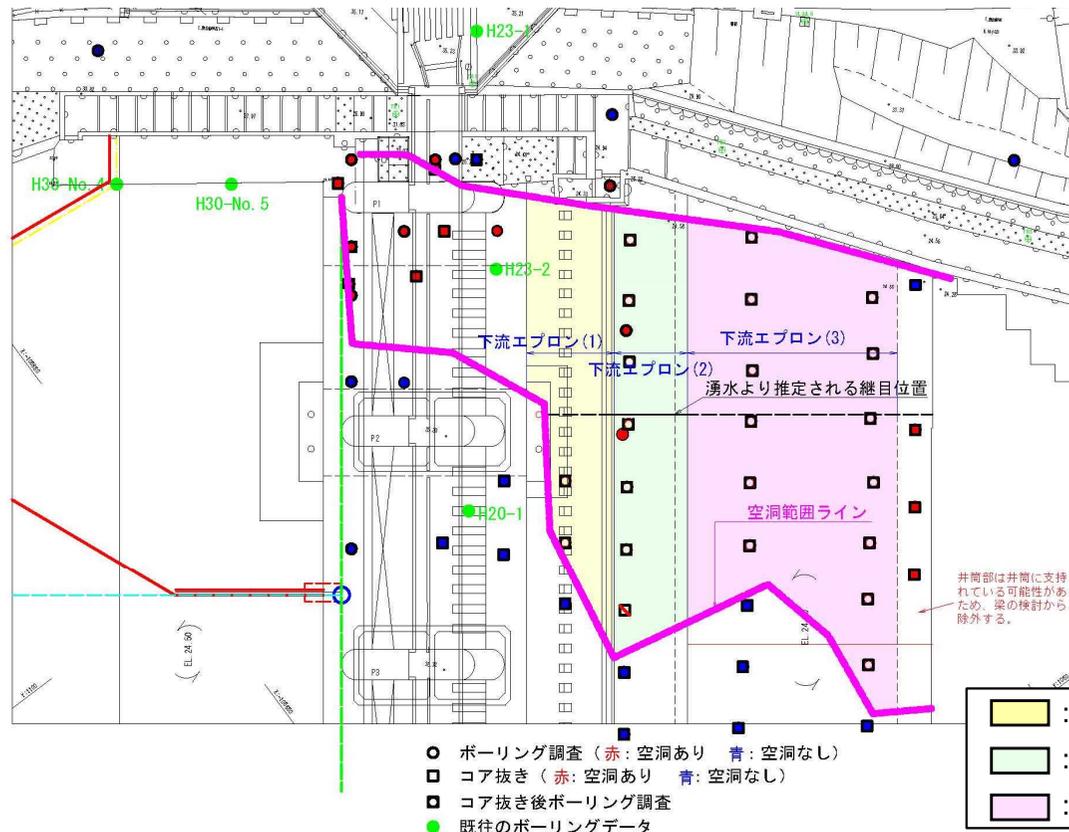
エプロンの安定性の検証

【検証の前提】

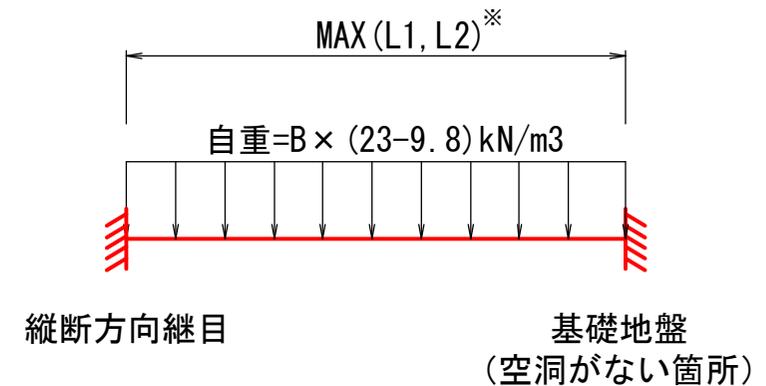
- 現在下流エプロンは沈下していないが、これは、河川横断方向の空洞のない箇所基礎地盤に支えられているためと想定。
- エプロンの湧水跡から上下流方向に継目が入っていることを確認しており、この継目と基礎地盤（空洞がない箇所）を固定端とした梁構造として照査を実施。
- エプロン構造の違いから、上下流方向3ブロックに分割して、検討。

【検証ケース】

- ケース 1：現状のエプロンに浮力が作用した場合（下流水位24.5m以上）
- ケース 2：渇水期の水位が低い状況で浮力が作用しない場合（下流水位22.0m以下）



梁の応力計算モデル図



- L1：各ブロックの平均幅（左岸基礎地盤～継目）
- L2：各ブロックの平均幅（右岸基礎地盤～継目）
- B：単位幅（1m）

※平均幅が長い方の値を採用



照査結果

- 浮力あり（下流水位24.5m以上）のケースでは、曲げ応力、せん断応力ともに許容値を満たす。
 ○浮力なし（下流水位22.0m以下）のケースでは、曲げ応力が許容値を満たさない。
 ○河川水位が低下した場合には、危険な状態となるため、非出水期に既存エプロンを撤去し、空洞部分を埋め戻した上で復旧。

梁の照査結果【曲げ判定】

検証ケース	ブロック名	最大曲げモーメント (N・mm)	最大曲げ応力 (N/mm ²)	許容曲げ応力 (N/mm ²)	判定
浮力あり	ブロック①	704,902,000	1.057	1.75	○
	ブロック②	552,569,000	1.474	1.75	○
	ブロック③	349,208,000	1.732	1.75	○
浮力なし	ブロック①	1,228,238,000	1.842	1.75	×
	ブロック②	962,809,000	2.567	1.75	×
	ブロック③	609,308,000	3.021	1.75	×

梁の照査結果【せん断判定】

検証ケース	ブロック名	最大せん断応力 (N)	最大せん断力 (N/mm ²)	許容せん断力 (N/mm ²)	判定
浮力あり	ブロック①	232,280	0.118	0.330	○
	ブロック②	181,170	0.121	0.330	○
	ブロック③	123,250	0.112	0.330	○
浮力なし	ブロック①	411,700	0.206	0.330	○
	ブロック②	315,675	0.210	0.330	○
	ブロック③	215,050	0.196	0.330	○