

道路橋示方書（H24.3）改定に伴う設計事例

田川支部

田川県土整備事務所 田吹泰孝

1. はじめに

道路橋の技術基準である「橋，高架の道路等の技術基準」（道路橋示方書）は，Ⅰ共通編，Ⅱ鋼橋編，Ⅲコンクリート橋編，Ⅳ下部構造編，Ⅴ耐震設計編の5編から構成される。

「道路橋示方書」はこれまでも技術の進展や道路橋に対する社会ニーズの変化などを踏まえて改定を重ねてきた。平成8年に，道路橋に甚大な被災を生じさせた内陸直下型地震である兵庫県南部地震の経験を踏まえて設計地震動の見直しや耐震設計法に関する規定を中心とした改定が行われた。また，前回の改定（H14.3）では，性能規定型の技術基準への転換を目的として要求性能を条文に明確化するとともに，鋼橋の疲労設計の義務付けなど耐久性の向上に関する規定の拡充が行われた。

今回の改定は，前回改定以降明らかになった調査研究成果を盛り込むとともに，平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震をはじめとする近年の災害事例や高齢化しつつある既存の道路橋の現状なども踏まえて全編にわたって見直しが行われ，平成24年2月16日付けで国土交通省都市局長，道路局長より関係各機関に通知されている。

今回，当事務所管内で架替予定となっている橋梁（佐古橋）について，今回の改定に伴う修正設計の事例を紹介する。

2. 業務概要

2.1 業務目的

佐古橋（昭和32年架設）は，県管理河川弁城川に架かるコンクリート橋である。当該橋梁は，橋体の老朽化等により，福岡県のアセットマネジメント計画では架替対象橋梁の優先度の高い橋梁に区分されている。また同橋は，県内の緊急輸送道路（2次ネットワーク）を構成する路線（県道方城金田線）でもある。

上記のような背景のもと，今回，道路橋示方書の改定（H24.3）に伴い，当該橋梁の修正設計業務を行う。



2.2 業務概要

- 1) 業務名 平成 24 年度 単県通常第 25342-301 号
県道方城金田線 佐古橋 橋梁詳細修正設計業務委託
- 2) 場所 福岡県田川郡福智町大字弁城
- 3) 工期 自) 平成 24 年 7 月 6 日 ~ 至) 平成 24 年 10 月 19 日
- 4) 発注機関 福岡県 田川県土整備事務所

表-2.1 業務項目一覧表

工種	種別	細別	単位	数量	
				当初	変更
橋梁 詳細 修正 設計	設計協議	中間 1 回	式	1.0	1.0
	上部工修正設計	支承工設計計算	式	1.0	1.0
		支承工設計図	式	1.0	1.0
		支承工数量計算	式	1.0	1.0
		本体工設計計算	式	—	1.0
		本体工設計図	式	—	1.0
		本体工数量計算	式	—	1.0
	下部工修正設計	設計水平震度計算	式	1.0	1.0
		逆 T 式橋台設計計算	基	2.0	2.0
		逆 T 式橋台設計図	基	2.0	—
		逆 T 式橋台数量計算	基	2.0	—
		場所打ち杭設計計算	基	2.0	2.0
		場所打ち杭設計図	基	—	2.0
			場所打ち杭数量計算	基	—



図-2.1 業務位置図

3. 業務内容

道路橋の技術基準である「道路橋示方書」は、前回改定（H14.3）以降明らかになった調査研究成果を盛り込むとともに、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震をはじめとする近年の災害事例や、高齢化しつつある既存の道路橋の現状なども踏まえ全編にわたって見直しを行い、平成24年3月に改定された。

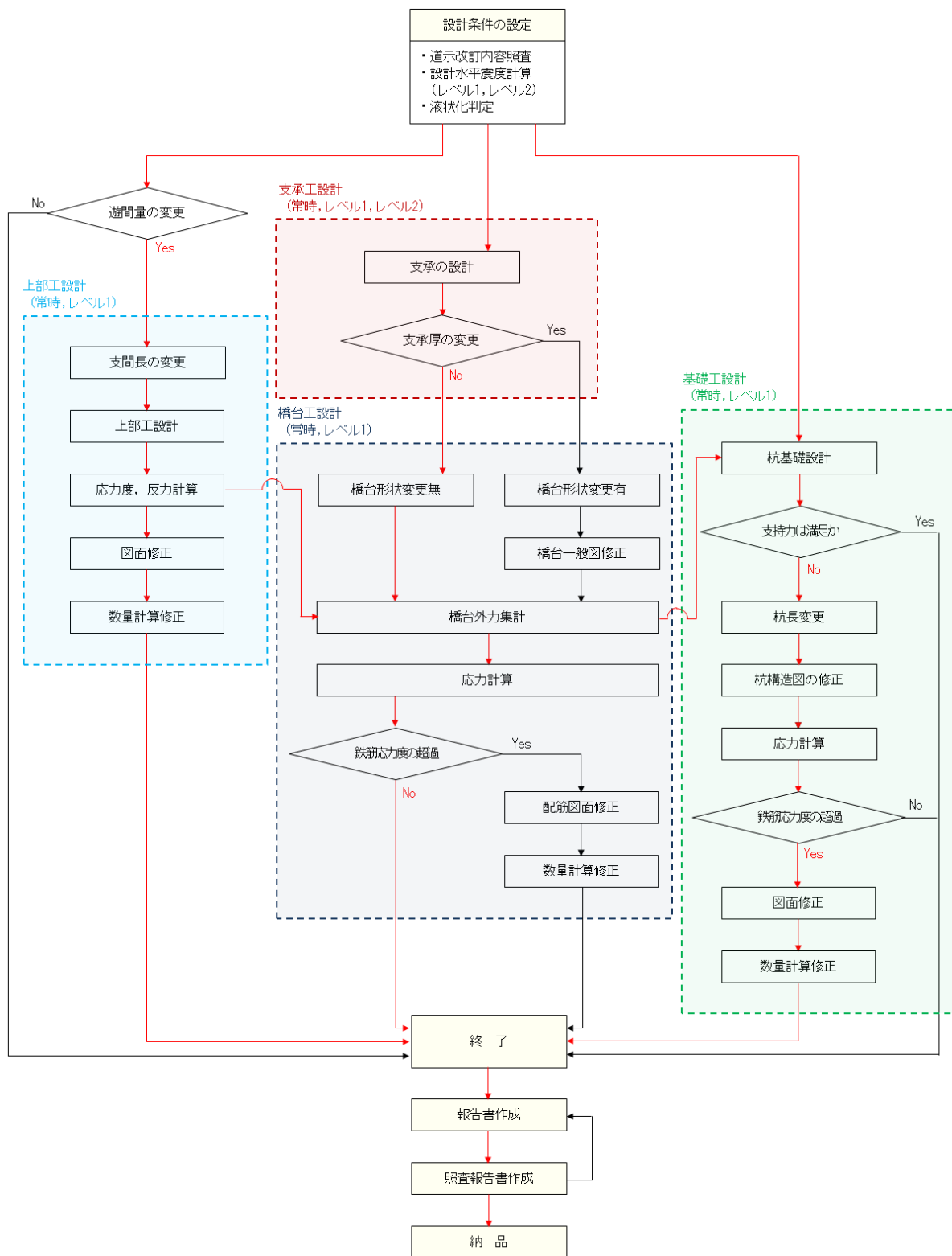
佐古橋は、平成22年度に「方城金田線 佐古橋 橋梁詳細設計業務委託」として詳細設計が完了しているため、改定された道路橋示方書（H24.3）に基づき修正設計を行うものである。

下表にその修正箇所と修正内容及び修正理由を示す。

次頁以降に道路橋示方書の改定に伴う「新旧対比表と修正設計内容」、「道路橋示方書改定内容による当該設計業務フローチャート」を示す。

表-3.1 修正箇所，修正内容及び修正理由

修正箇所		修正内容		修正理由
		当初	変更	
上部工	支承	タイプA 支承	道示改定対応 支承	地震時(レベル2)対応の支承に変更となったため。
	桁長	L=21.24m	L=21.22m	地震時(レベル2)における遊間量の変更による。
下部工	橋台	—	橋台設計計算	桁長変更により上部工反力及びその反力作用位置が変更となったため。
基礎工	杭長	A1	L= 6.0m L= 5.5m L= 5.0m	許容押込み支持力算出時の周面摩擦力を考慮する範囲からN値5未満の軟弱層厚分、杭先端から杭径分の層厚分を除外したことによる。
		A2	L= 5.5m L= 6.0m	



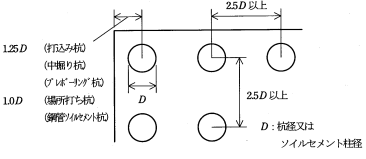
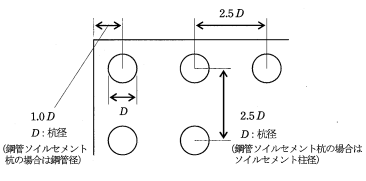
* 赤線は今回の検討結果ルート

図-3.1 道路橋示方書改定内容による当該設計業務フローチャート

表-3.2 道路橋示方書新旧対比と修正設計内容(1/2)

	道 示	技術基準		該 当	修正設計内容																																								
		旧(H14.3)	新(H24.3)																																										
共通編	I 使用鉄筋	・鉄筋コンクリート用棒鋼の種類は, SR235・SD295A・SD295B・SD345 とする。(P75)	・鉄筋コンクリート用棒鋼の種類は, 降伏点の高いSD390・SD490を新たに加える。(P79)	×	・プレテン桁(JIS桁)中の鉄筋はSD345で, 橋台部と共に降伏点の高い鉄筋を使用しないため修正は発生しない。																																								
		・支承はタイプB(レベル2地震動)を基本とするが, 両端に橋台を有するけた長50m以下の橋のように比較的地震による振動を生じにくい橋にはタイプA(レベル1地震動)を用いてもよい。(P243)	・タイプA, B支承区分を廃止し, レベル2地震動に対して支承部の機能を確保する構造のみを規定する。(P275)	○	・技術基準に合う支承構造とする。 →レベル2地震動に対して機能を確保する支承とする。																																								
		・レベル1地震動の設計水平震度を以下に示す。(P83) レベル1地震動 <table border="1"> <thead> <tr> <th>橋台</th> <th>C_z</th> <th>k_{ho}</th> <th>k_h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>0.7</td> <td>0.2</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>0.7</td> <td>0.2</td> <td>0.14</td> </tr> </tbody> </table>	橋台	C_z	k_{ho}	k_h	A1	0.7	0.2	0.14	A2	0.7	0.2	0.14	・旧基準に加えレベル2地震動(タイプI・タイプII)の設計水平震度を以下に示す。(P90) レベル2地震動(タイプI) <table border="1"> <thead> <tr> <th>橋台</th> <th>C_s</th> <th>C_{Iz}</th> <th>k_{hco}</th> <th>k_{hc}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>0.447</td> <td>0.8</td> <td>1.4</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>0.447</td> <td>0.8</td> <td>1.4</td> <td>0.50</td> </tr> </tbody> </table> レベル2地震動(タイプII) <table border="1"> <thead> <tr> <th>橋台</th> <th>C_s</th> <th>C_{IIz}</th> <th>k_{hco}</th> <th>k_{hc}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>0.447</td> <td>0.7</td> <td>2.00</td> <td>0.63</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>0.447</td> <td>0.7</td> <td>1.76</td> <td>0.55</td> </tr> </tbody> </table>	橋台	C_s	C_{Iz}	k_{hco}	k_{hc}	A1	0.447	0.8	1.4	0.50	A2	0.447	0.8	1.4	0.50	橋台	C_s	C_{IIz}	k_{hco}	k_{hc}	A1	0.447	0.7	2.00	0.63	A2	0.447	0.7	1.76	0.55
橋台	C_z	k_{ho}	k_h																																										
A1	0.7	0.2	0.14																																										
A2	0.7	0.2	0.14																																										
橋台	C_s	C_{Iz}	k_{hco}	k_{hc}																																									
A1	0.447	0.8	1.4	0.50																																									
A2	0.447	0.8	1.4	0.50																																									
橋台	C_s	C_{IIz}	k_{hco}	k_{hc}																																									
A1	0.447	0.7	2.00	0.63																																									
A2	0.447	0.7	1.76	0.55																																									
上部工	V 設計水平震度																																												
	落橋防止システム	・橋軸方向について, 両端が剛性の高い橋台に支持され, 長さが25m以下の一連の上部構造を有する橋, また橋軸直角方向について, 道示の規定に該当しない斜橋・曲線橋の場合, 橋落橋防止構造を設けなくてもよい。(P258)	・橋軸方向について必要な桁かかり長を満足し, 両端が橋台に支持された一連の上部構造特性を有する橋, また橋軸直角方向について下部構造の頂部幅が広く上部構造が移動しても落橋する可能性が低い橋の場合, 落橋防止構造を省略してもよい。(P294)	×	・当初設計と同じく落橋防止構造を設けない。 ※技術基準の内容は変更となったが, 結果として当初設計と同じ設計内容となった。																																								

表-3.2 道路橋示方書新旧対比と修正設計内容(2/2)

	道 示	技術基準		該 当	修正設計内容																																																																											
		旧(H14.3)	新(H24.3)																																																																													
下部工	杭基礎	IV	<ul style="list-style-type: none"> 許容押込み支持力算出時の周面摩擦力を考慮する範囲は、N 値が 2 以下の軟弱層を除いた設計地盤面から杭先端までの範囲を基本とする。(P362) 	<ul style="list-style-type: none"> 許容押込み支持力算出時の周面摩擦力を考慮する範囲は、N 値が 5 未満の軟弱層を除いた設計地盤面から杭先端から杭径分だけ上方の位置までの範囲を基本とする。(P394) 	○	<ul style="list-style-type: none"> 技術基準に合う許容押込み支持力算出方法とする。 →N 値が 5 未満の軟弱層を除いた設計地盤面から杭先端から杭径分だけ上方の位置までとする。 																																																																										
			<ul style="list-style-type: none"> 杭のフーチング縁端距離は、打込み杭・中掘り杭・プレボーリング杭は杭径の 1.25 倍以上、場所打ち杭・鋼管ソイルセメント杭は杭径の 1.0 倍以上とする。(P352) 	<ul style="list-style-type: none"> 杭のフーチング縁端距離は、杭頭部に押抜きせん断破壊等が生じないことが確認されたことから、杭径の 1.0 倍以上とする。(P382) 	×	<ul style="list-style-type: none"> 場所打ち杭を用いるため該当しない。 																																																																										
		V	<ul style="list-style-type: none"> 液状化の判定はレベル 2 地震動に対してのみ行い、レベル 1 地震動の土質定数の低減係数 D_E はレベル 2 地震動に対して求めた液状化に対する抵抗値 F_L に応じて設定する。(P121) 	<ul style="list-style-type: none"> 液状化の判定はレベル 2 地震動 (タイプ I) の改定によりレベル 2 地震動に対して求めた F_L によらずにレベル 1 地震動に対して液状化の判定を行い、土質低減係数 D_E を設定する。(P134) 	○	<ul style="list-style-type: none"> 技術基準に合う液状化の判定とする。 →レベル 1 地震動に対して液状化の判定を行い、土質低減係数 D_E を設定する。 																																																																										
			<ul style="list-style-type: none"> 液状化が生じると判定された場合の土質定数は、下表の係数を乗じて算出する。(P125) <table border="1" data-bbox="343 1825 710 2004"> <thead> <tr> <th rowspan="3">F_L の範囲</th> <th rowspan="3">現地盤面からの深度 x (m)</th> <th colspan="4">動的せん断強度比 R</th> </tr> <tr> <th colspan="2">$R \leq 0.3$</th> <th colspan="2">$0.3 < R$</th> </tr> <tr> <th>レベル 1 地震動に対する距離</th> <th>レベル 2 地震動に対する距離</th> <th>レベル 1 地震動に対する距離</th> <th>レベル 2 地震動に対する距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">$F_L \leq 1/3$</td> <td>$0 \leq x \leq 10$</td> <td>1/6</td> <td>0</td> <td>1/3</td> <td>1/6</td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>2/3</td> <td>1/3</td> <td>2/3</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">$1/3 < F_L \leq 2/3$</td> <td>$0 \leq x \leq 10$</td> <td>2/3</td> <td>1/3</td> <td>1</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>1</td> <td>2/3</td> <td>1</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">$2/3 < F_L \leq 1$</td> <td>$0 \leq x \leq 10$</td> <td>1</td> <td>2/3</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	F_L の範囲	現地盤面からの深度 x (m)	動的せん断強度比 R				$R \leq 0.3$		$0.3 < R$		レベル 1 地震動に対する距離	レベル 2 地震動に対する距離	レベル 1 地震動に対する距離	レベル 2 地震動に対する距離	$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/6	0	1/3	1/6	$10 < x \leq 20$	2/3	1/3	2/3	1/3	$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1/3	1	2/3	$10 < x \leq 20$	1	2/3	1	2/3	$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	1	2/3	1	1	$10 < x \leq 20$	1	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> 液状化が生じると判定された場合の土質定数は、下表の係数を乗じて算出する。(P141) <table border="1" data-bbox="726 1825 1093 2027"> <thead> <tr> <th rowspan="3">F_L の範囲</th> <th rowspan="3">地表面からの深度 x (m)</th> <th colspan="2">動的せん断強度比 R</th> </tr> <tr> <th>$R \leq 0.3$</th> <th>$0.3 < R$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">$F_L \leq 1/3$</td> <td>$0 \leq x \leq 10$</td> <td>0</td> <td>1/6</td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>1/3</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">$1/3 < F_L \leq 2/3$</td> <td>$0 \leq x \leq 10$</td> <td>1/3</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>2/3</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">$2/3 < F_L \leq 1$</td> <td>$0 \leq x \leq 10$</td> <td>2/3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	F_L の範囲	地表面からの深度 x (m)	動的せん断強度比 R		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$	$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6	$10 < x \leq 20$	1/3	1/3	$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3	$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1	$10 < x \leq 20$	1	1	×	<ul style="list-style-type: none"> 液状化の判定結果、液状化しないと判定されたため該当しない。
F_L の範囲	現地盤面からの深度 x (m)	動的せん断強度比 R																																																																														
		$R \leq 0.3$				$0.3 < R$																																																																										
		レベル 1 地震動に対する距離	レベル 2 地震動に対する距離	レベル 1 地震動に対する距離	レベル 2 地震動に対する距離																																																																											
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/6	0	1/3	1/6																																																																											
	$10 < x \leq 20$	2/3	1/3	2/3	1/3																																																																											
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1/3	1	2/3																																																																											
	$10 < x \leq 20$	1	2/3	1	2/3																																																																											
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	1	2/3	1	1																																																																											
	$10 < x \leq 20$	1	1	1	1																																																																											
F_L の範囲	地表面からの深度 x (m)	動的せん断強度比 R																																																																														
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$																																																																													
		$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	0	1/6																																																																											
$10 < x \leq 20$	1/3		1/3																																																																													
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/3	2/3																																																																													
	$10 < x \leq 20$	2/3	2/3																																																																													
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1																																																																													
	$10 < x \leq 20$	1	1																																																																													

4. 橋梁基本計画

4.1 活荷重

本橋は緊急輸送道路の一般県道方城金田線中に架設されるもので、大型の自動車の交通は多く、活荷重は B活荷重 とした。

4.2 耐震設計法

本橋は橋長 25m 以下の単純桁橋で地震時の挙動が複雑ではなく、橋軸方向の変位は生じにくいと判断される（道示V.P107）。道示Vより、設計地震動は「レベル1地震動」及び「レベル2地震動」を対象とし、「B種の橋」の橋として目標とする耐震性能は、「耐震性能1」及び「耐震性能2」とする。

支承部は、「レベル1地震動」及び「レベル2地震動」を対象とし、「耐震性能1」を目標として、力学的特性が弾性域を超えない限界の状態として設計する。照査方法には、弾性域の震動特性を考慮した静的照査法である「震度法」を用いる。

また、橋台、橋台基礎は、「レベル1地震動」のみを考慮し、確保する橋の耐震性能は「耐震性能1」（力学的特性が弾性域を超えない限界の状態として設計）、照査方法には「レベル1地震動」に対して弾性域の震動特性を考慮した「震度法」を用いる。

4.3 支承

支承は地震により損傷した場合にその部材や破片の落下による第三者被害が生じないような配慮が必要であること等を踏まえ「レベル2地震動」に対しての機能を確保する構造（道示V.275）とし、また単支間橋梁であるため、支承の適用性から固定可動構造を採用する。支承は、ゴム支承+アンカーバー方式の機能分離型とする。

4.4 橋長の決定

橋長は、「砂防指定地内の河川における橋梁等設置基準（案）」に準拠し設定した。橋台フーチング前趾位置を護岸法肩法線より堤内側とし、斜角は $\theta = 60^{\circ} 00'$ 、これに道示IV、Vに定める必要橋座幅を $B = 0.85\text{m}$ として橋長を定めた。

橋長はL=21.30mとした。架橋位置では左岸側の町道法線の影響で左右岸法線には若干の方向角度の違いがあること、また、上部構造の安全性から橋梁の斜角を右 $\theta = 60^{\circ}$ とすることからA1橋台では上流端が、A2橋台では下流端が橋長決定の支配点となっている。なお、斜角が $\theta = 60 < 75^{\circ}$ で“斜め橋台”に区分されるため、橋台基礎が回転しないようフーチングを拡幅した。

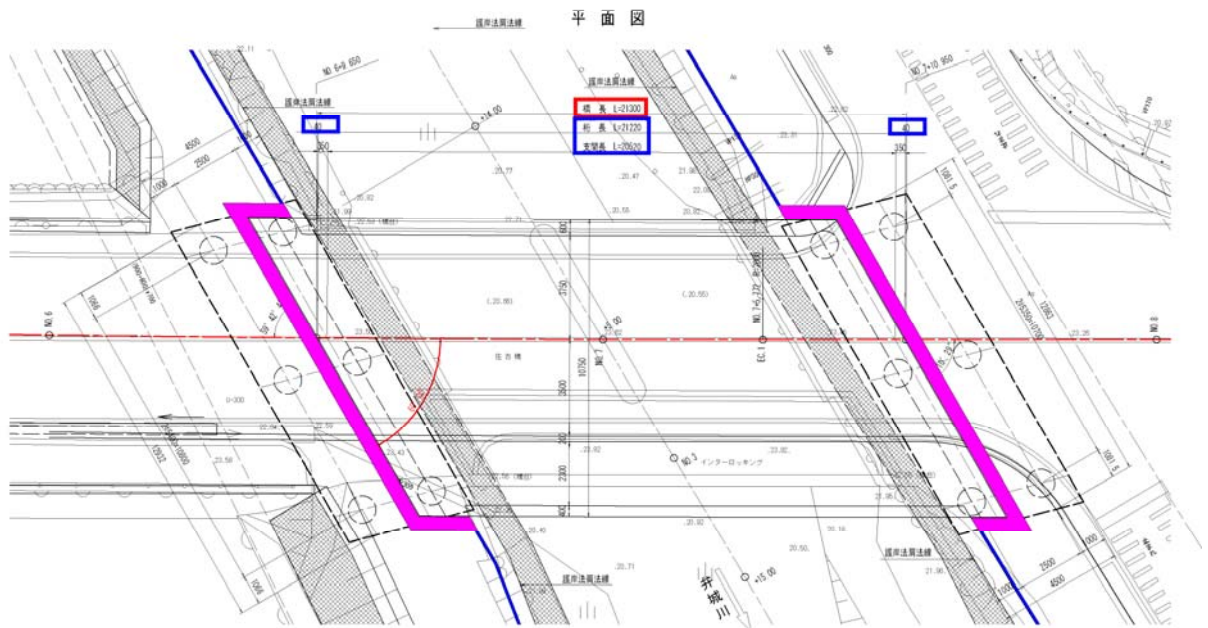
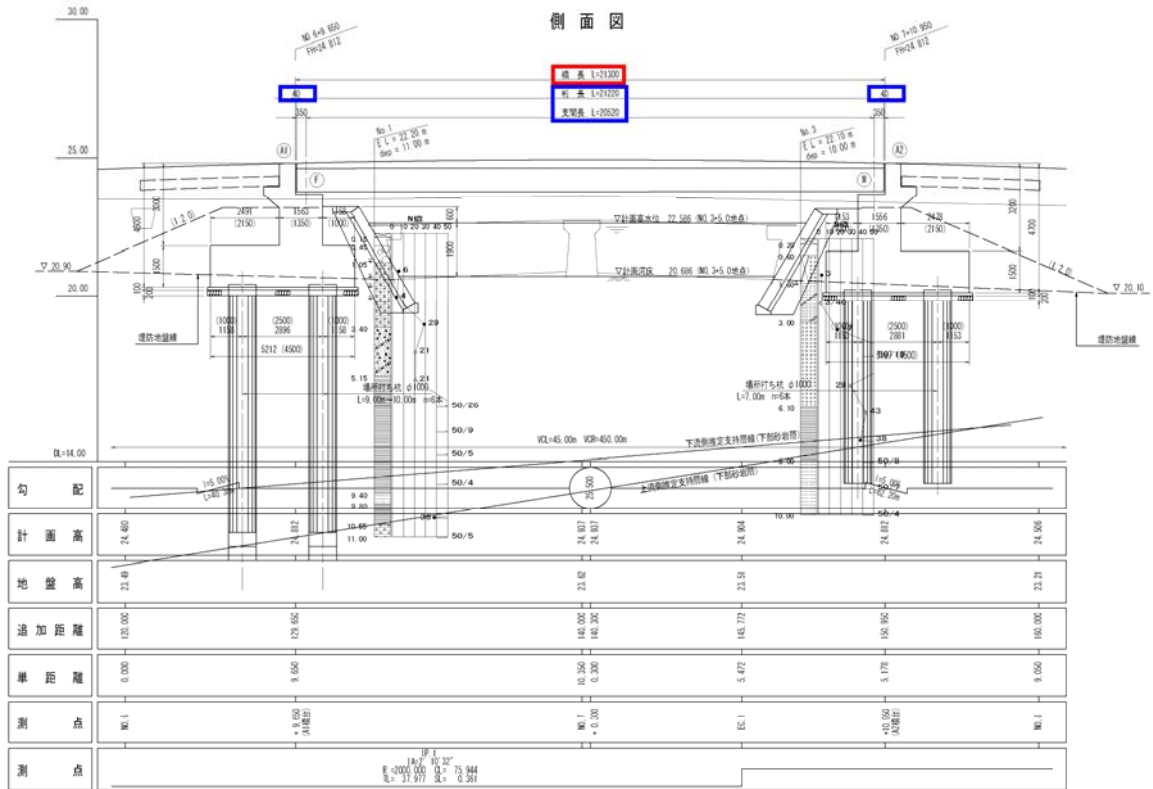


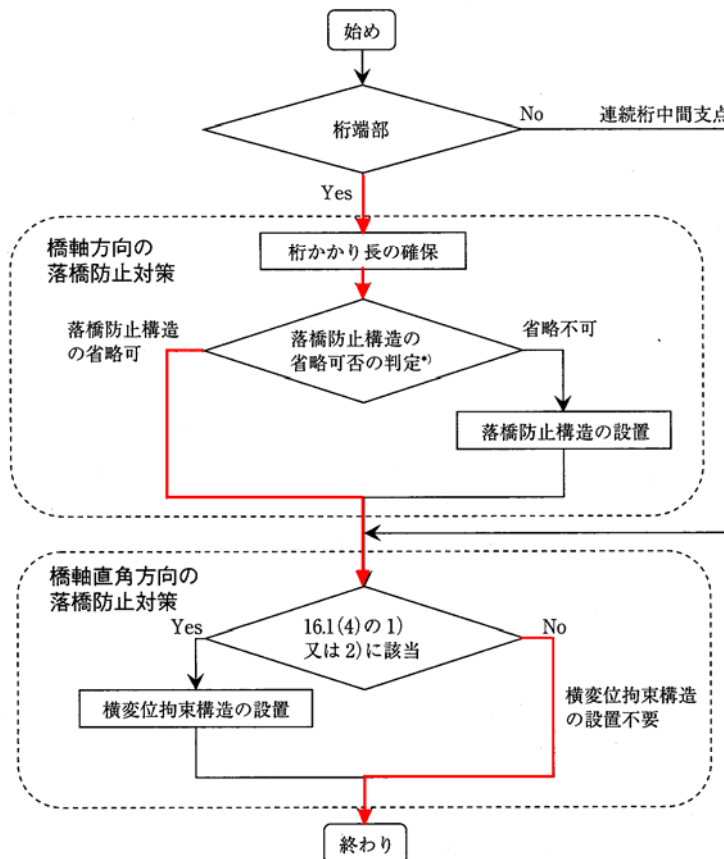
図-4.1 橋長決定図

※支承条件は、路面高が同一で橋台高さが小さい、A1橋台側を**固定端 F**とした。

4.5 落橋防止システム

本橋では以下の理由により、桁かかり長のみで落橋防止システムを構成する。

- ①単支間，橋軸方向に大きな変位が生じにくい構造特性の橋であるので，落橋防止構造の設置は省略する。
- ②16.(4)の1) に該当する斜橋，又は16.(4)の2) 該当する曲線橋ではなく，上部構造の橋軸直角方向への移動により落橋する可能性が低い橋であるため，横変位拘束構造の設置を省略する。



*1) 橋軸方向の落橋防止構造の省略の可否については，橋軸方向に大きな変位が生じにくい構造特性を有する橋又は端支点の鉛直支持が失われても上部構造が落下しない構造特性を有する橋という観点から判定

図-解16.1.1 落橋防止システムの選定の基本的な考え方

5. 橋梁基礎工の検討

5.1 支持層

本地区の既往調査資料から、支持層は $N>30$ が連続的に確認される古第三紀層の風化頁岩・砂岩上面以深を支持層とした。支持層面は A1 橋台側で $\theta = 5.2^\circ$, A2 橋台側で $\theta = 2.2^\circ$ 程度で下流側へ傾斜している。

5.2 基礎形式と杭長

本橋の基礎形式は以下の理由により杭基礎とした。

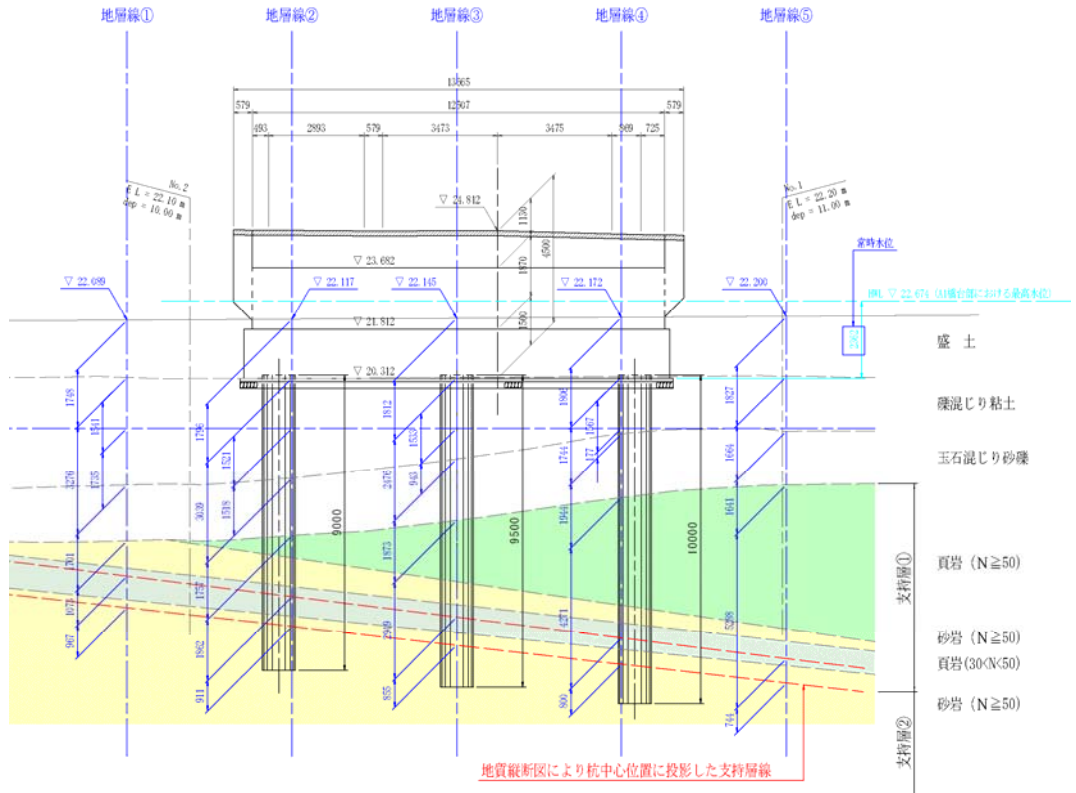
- ①後述、杭形式との比較による結果で直接基礎形式が不経済となること
- ②フーチング下面から支持層までの深度は A1 橋台で $D=8.1\text{m}$, A2 橋台で $D=5.7\text{m}$ 程度であり、40m を超過する規模の基礎ではない
- ③支持層の上部に径 450mm 程度 (コア観察による礫径 150mm の 3 倍) の砂礫層があること

杭の支持形式の区分には摩擦杭、支持杭の 2 つがあるが、支持層がさほど深いものでないこと、上部構造の沈下によって河積の縮小等の支障が生じないことの原因から、支持杭を採用する。

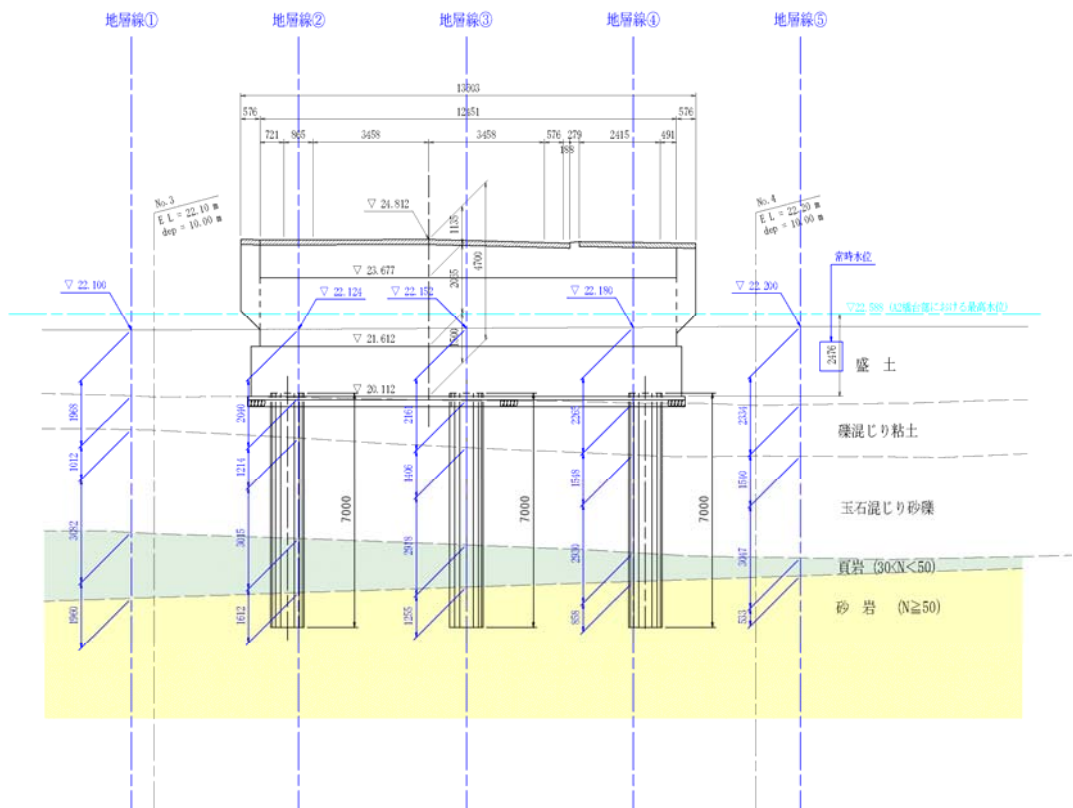
支持杭であるため、杭長は支持層に杭径程度以上根入れさせて決定する。A1 橋台 : $L=9.00\sim 10.00\text{m}$, A2 橋台 : $L=7.50\text{m}$ とする。

表-5.1 橋台別杭長一覧

下部工	フーチング 下面高 (m)	支持層の 標高 (m)	杭長 (m)	杭先端 標高 (m)
A ₁ (F)	20.312	11.562~12.797	9.00~10.00	10.41~11.412
A ₂ (M)	20.112	14.233~14.590	7.00	13.212



A1 橋台（杭長 9.00~10.00m）



A2 橋台（杭長 7.00m）

図-8.1 杭長決定図

5.3 杭種杭径の決定

杭工法は以下の理由により、**全周回転式オールケーシング工法場所打ち杭基礎**を採用工法とした。

- ①周辺には民家があり，騒音・振動を伴う打込み杭基礎は不適當である
- ②中間層の「玉石混じり砂礫」には，45cm 程度の玉石が存在している可能性がある
(BorNo.1 の礫径は $\phi 15\text{cm}$ で，3 倍を想定)
- ③支持層は頁岩・砂岩で $N > 50$ を示し，中掘り杭基礎，プレボーリング杭基礎及び，通常の機械掘削式場所打ち杭基礎は掘削困難である
- ④既往地質調査資料では被圧地下水の存在は確認されていない

杭径は下記の経済比較の結果から $\phi 1000$ に決定した。

表-5.2 基礎形式別，杭径別工事費

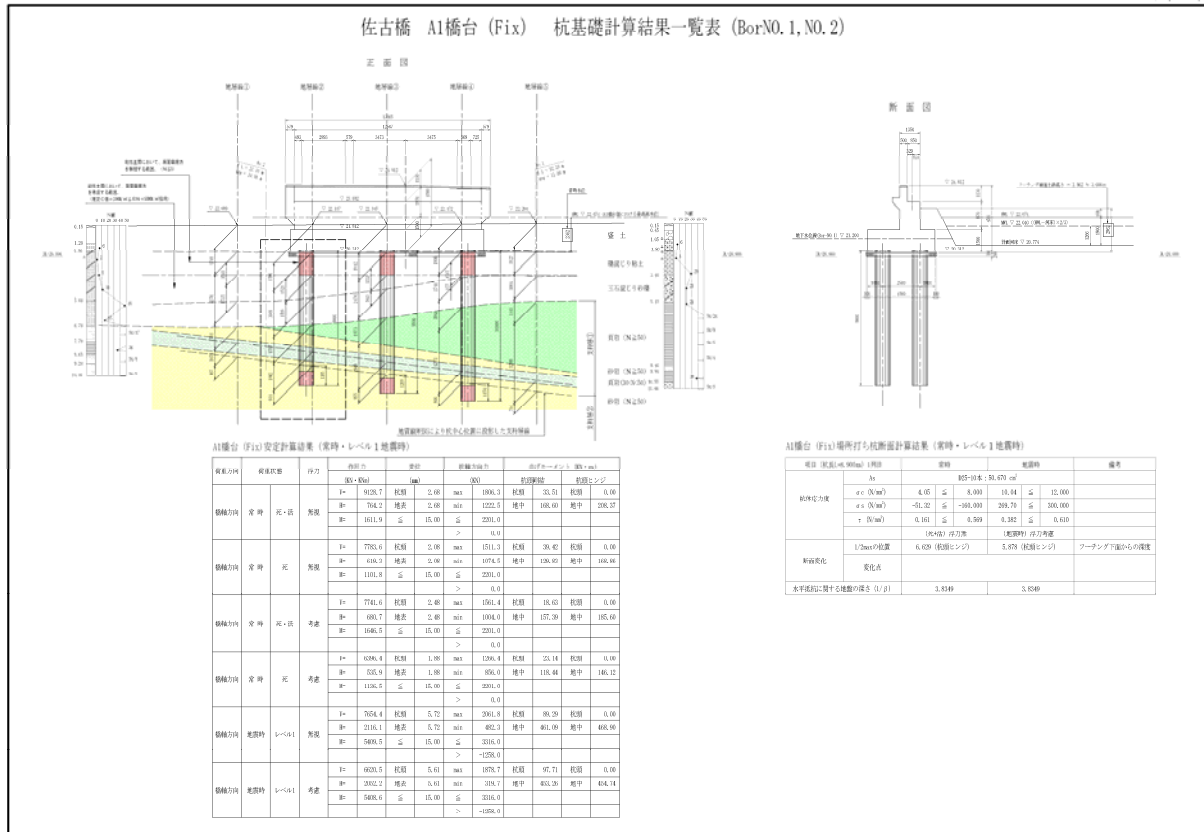
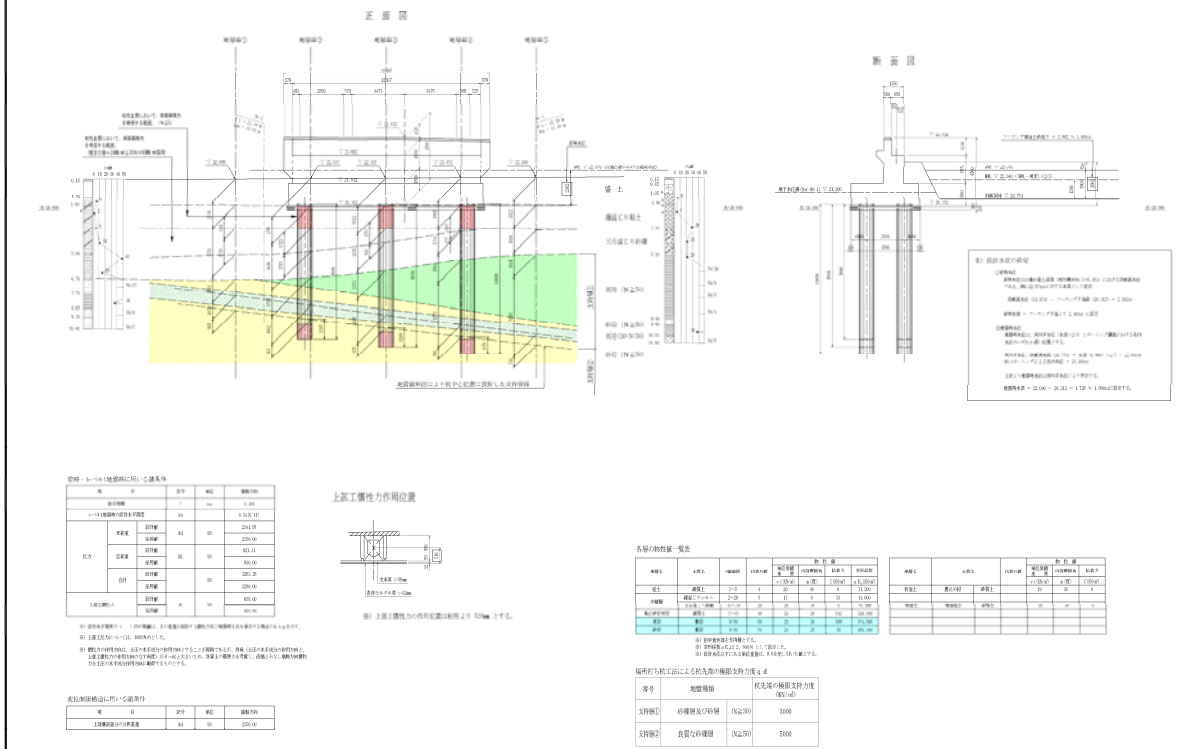
基礎形式	杭径・本数	概算工事費 (千円)	採用
場所打ち杭基礎	$\phi 1000$ (6 本)	15,467	◎
	$\phi 1000$ (8 本)	16,844	
	$\phi 1200$ (6 本)	16,543	

なお，杭の最小中心間隔は $2.5D$ 以上（道示IVP382）と記載されているが，機械式場所打ち杭の最大中心間隔については記載がなく，一般には 5m 程度にて施工されている事例が殆どである。佐古橋の橋台幅は 12.5m で橋軸直角方向には少なくとも 3 本は必要となることから杭最小本数は 6 本とする。

表-5.3 基礎形式比較表 (A1 橋台)

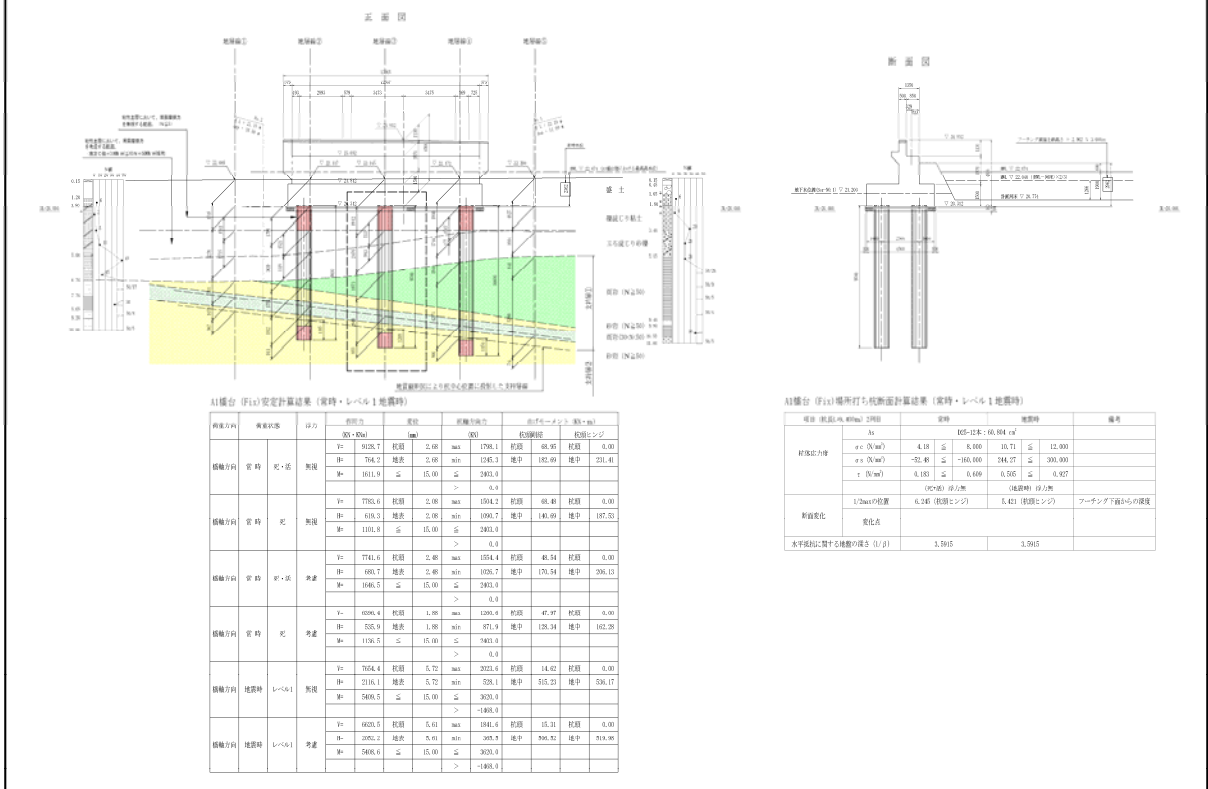
比較案		第1案 場所打ち杭基礎 (φ1000-6本)	第2案 場所打ち杭基礎 (φ1000-8本)	第3案 場所打ち杭基礎 (φ1200-6本)					
比較検討図	側面図								
	正面図								
常時・レベル1地震動に対する照査	安定計算	常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時		
		外力	V (kN)	9128.7	7654.4	9128.7	7654.4	10332.4	8745.6
		H (kN)	764.2	2116.1	764.2	2116.1	764.2	2246.5	
		M (kN・m)	1611.9	5409.5	1611.9	5409.5	2614.4	6450.1	
		反力	Pmax (kN/本)	1806.3 < Ra=2201.0	2061.8 < Ra=3316.0	1402.7 < Ra=1436.0	1621.4 < Ra=2165.0	2175.7 < Ra=2198.0	2420.2 < Ra=3314.0
	Pmin (kN/本)	1265.8 > Pa=-914.0	569.3 > Pa=-1713.0	910.6 > Pa=-571.0	316.7 > Pa=-1068.0	1281.1 > Pa=-972.0	596.9 > Pa=-1788.0		
	杭頭変位 (mm)	2.68 < δ a=15	5.72 < δ a=15	1.86 < δ a=15	3.88 < δ a=15	1.97 < δ a=15	4.00 < δ a=15		
	杭頭モーメントM (kN・m)	136.1	190.5	122.7	211.8	127.1	314.0		
	地中部モーメントM (kN・m)	269.5	644.3	205.0	489.8	308.7	796.1		
	断面計算	杭体応力度 (N/mm ²)	As=D25×16本		As=D22×16本		As=D25×16本		
σc=4.4 < σca=8.0		σc=11.4 < σca=12.0	σc=3.5 < σca=8.0	σc=9.7 < σca=12.0	σc=3.4 < σca=8.0	σc=8.9 < σca=12.0			
σs=47.3 < σsa=160.0		σs=241.3 < σsa=300.0	σs=42.8 < σsa=160.0	σs=264.0 < σsa=300.0	σs=44.0 < σsa=160.0	σs=242.8 < σsa=300.0			
概算工事費	杭規模	9.00m×2本, 9.50m×2本, 10.00m×2本		7.00m×4本, 7.50m×4本		8.00m×2本, 9.00m×2本, 9.50m×2本			
	基礎杭工 (千円)	4,950		5,864		5,012			
	土工 (千円)	1,481		1,485		1,717			
	躯体工 (千円)	3,880		3,880		4,300			
	直接工事費 (千円)	10,311		11,229		11,029			
	諸経費 (千円)	5,156		5,615		5,514			
合計 (千円)	15,467		16,844		16,543				
評価	◎ 経済性で優位								

佐古橋 A1橋台 (Fix) 計算モデル図

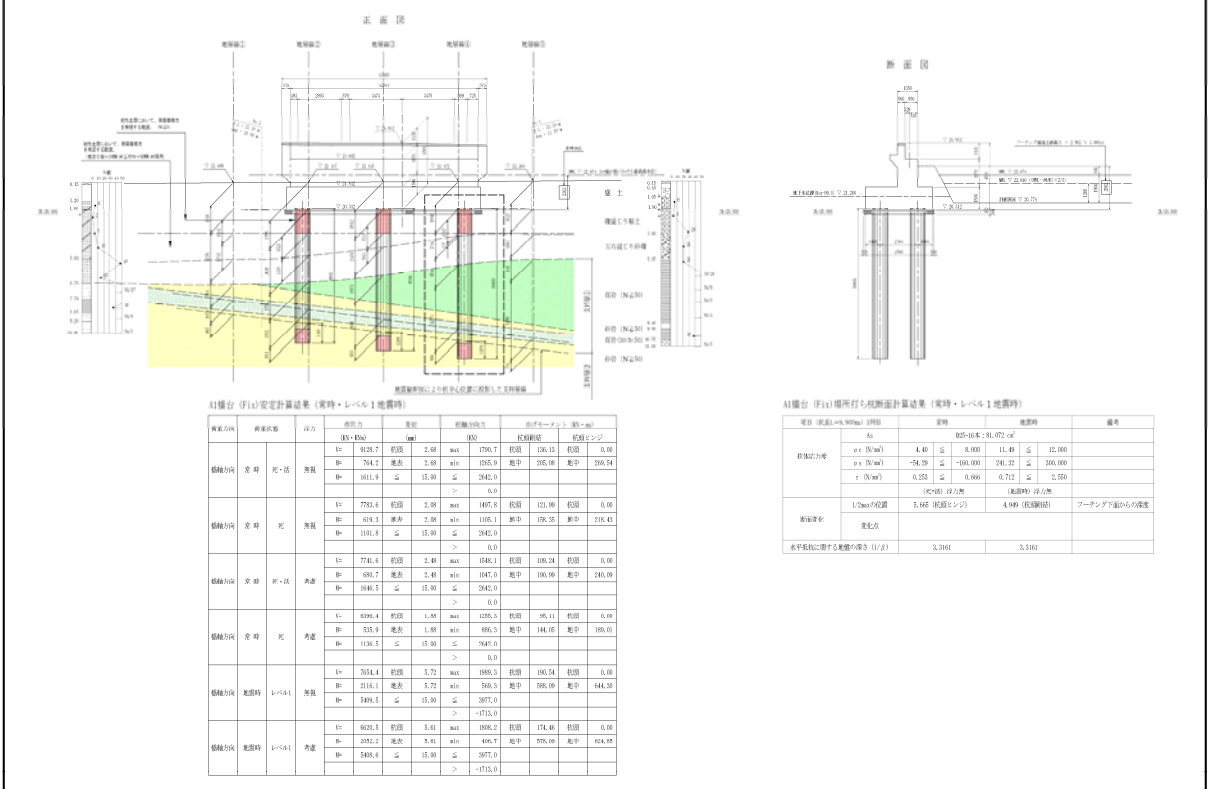


* 杭頭と杭先端の赤色部は許容押し込み支持力算出時に周面摩擦力を除外した層厚部分

佐古橋 A1橋台 (Fix) 杭基礎計算結果一覧表 (BorNO. 1, NO. 2)

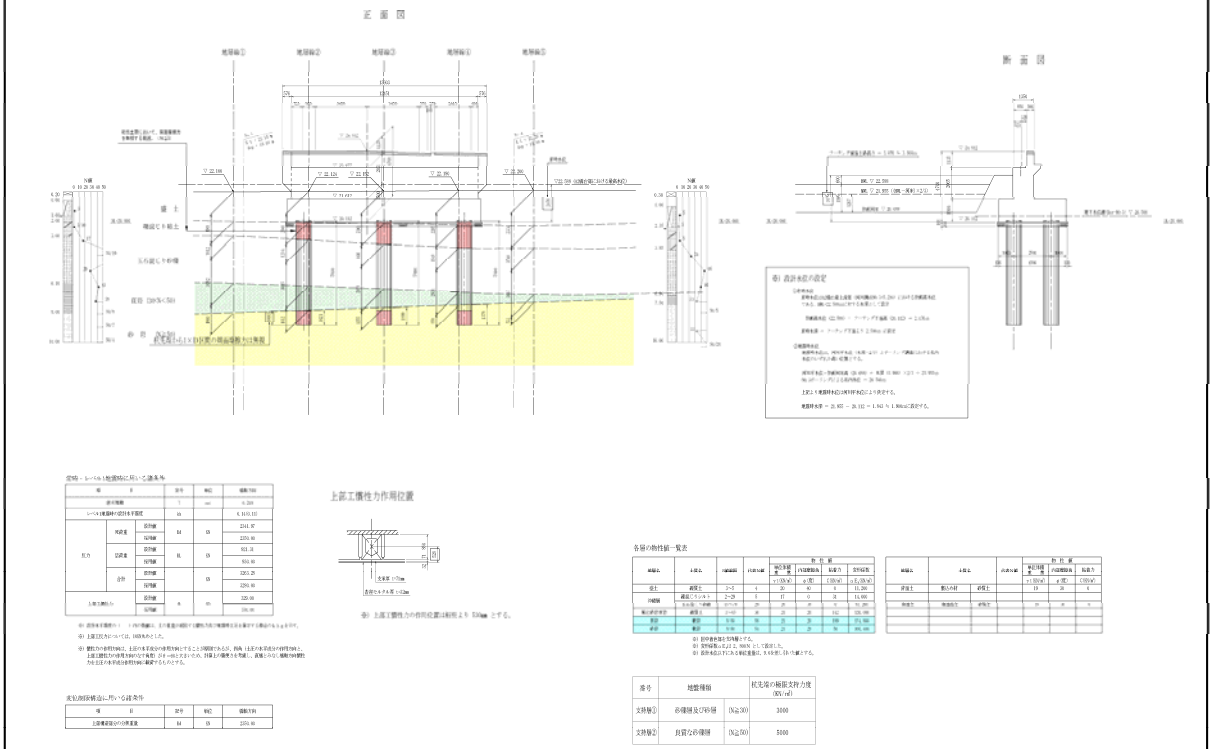


佐古橋 A1橋台 (Fix) 杭基礎計算結果一覧表 (BorNO. 1, NO. 2)



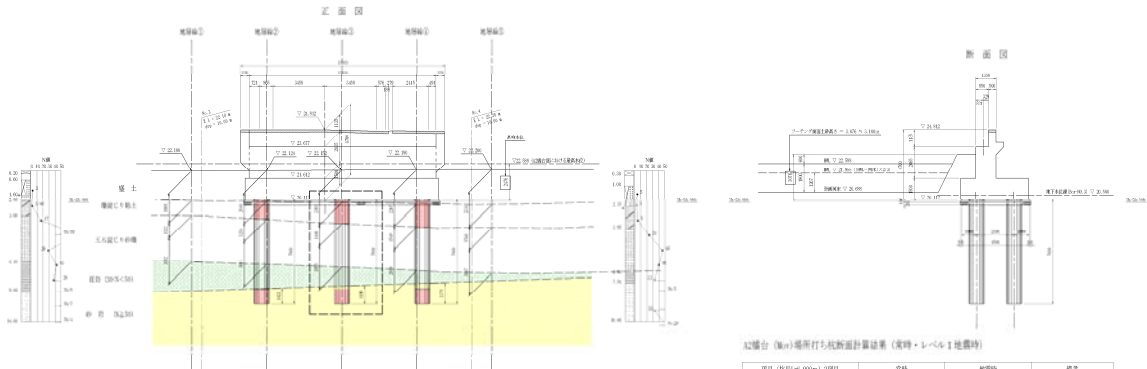
* 杭頭と杭先端の赤色部は許容押し込み支持力算出時に周面摩擦力を除外した層厚部分

佐古橋 A2橋台 (Mov) 計算モデル図



* 杭頭と杭先端の赤色部は許容押し込み支持力算出時に周面摩擦力を除外した層厚部分

佐古橋 A2橋台 (Mov) 杭基礎計算結果一覧表 (BorNO. 3, NO. 4)



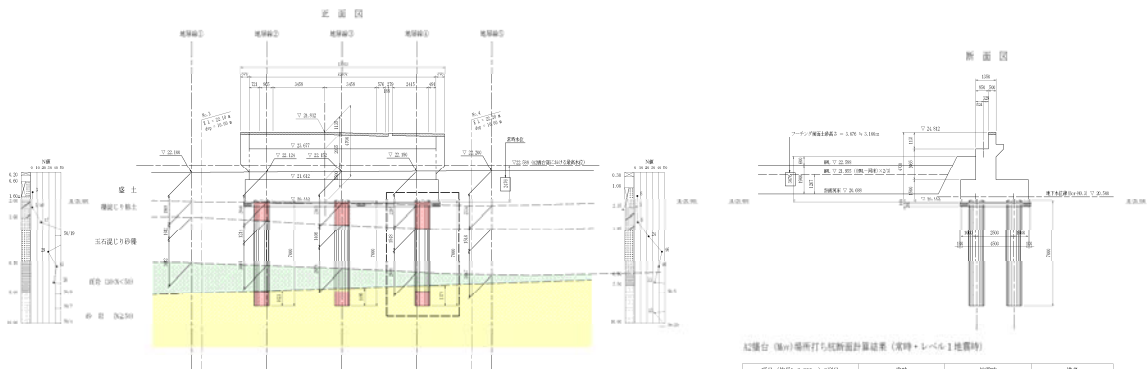
記橋台 (Mov) 想定計算結果 (常時・レベル1地震時)

荷重方向	荷重状態	荷重	許容力		計算結果		安全率			
			軸力 (kN)	モーメント (kNm)	軸力 (kN)	モーメント (kNm)	軸力	モーメント		
橋軸方向	定時	死+活	実橋	V	9220.0	2.19	max	3884.7	2.37	0.00
				H	450.0	2.19	min	1238.8	2.76	234.60
				M	1712.2	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	定時	死	実橋	V	7603.1	1.72	max	1543.3	4.92	0.00
				H	484.7	1.72	min	1091.1	2.24	101.51
				M	1184.3	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	定時	死+活	実橋	V	7794.0	2.02	max	1893.0	4.12	0.00
				H	372.0	2.02	min	1092.2	2.91	208.74
				M	1741.2	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	定時	死	考慮	V	6895.9	1.85	max	1302.6	5.29	0.00
				H	401.6	1.85	min	890.4	2.24	105.84
				M	1113.5	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	地震時	レベル4	実橋	V	7786.2	3.05	max	1974.3	3.94	0.00
				H	389.3	3.05	min	1021.8	2.44	407.54
				M	4402.3	15.00	15.00	3960.0	>	-580.0
橋軸方向	地震時	レベル4	考慮	V	6782.9	3.14	max	1760.0	3.85	0.00
				H	383.3	3.14	min	875.0	2.44	409.07
				M	4417.9	15.00	15.00	3960.0	>	-580.0

記橋台 (Mov) 場所打ち杭断面計算結果 (常時・レベル1地震時)

項目 (杭径=900mm) 3群目	定時		地震時		備考
	軸力	モーメント	軸力	モーメント	
杭軸力 (kN)	最大	4.36	0.800	18.06	15.000
	平均	154.87	100.000	226.50	300.000
	最小	0.210	0.312	0.407	0.702
断面変位	1/2000の定時	(仮設) 仮力率		フーチング下面からの変位	
	変位量	5.50	(仮設) シェパ		4.93
水平抵抗に相当する地盤の硬さ (t/g)	3.2071		3.2071		

佐古橋 A2橋台 (Mov) 杭基礎計算結果一覧表 (BorNO. 3, NO. 4)



記橋台 (Mov) 想定計算結果 (常時・レベル1地震時)

荷重方向	荷重状態	荷重	許容力		計算結果		安全率			
			軸力 (kN)	モーメント (kNm)	軸力 (kN)	モーメント (kNm)	軸力	モーメント		
橋軸方向	定時	死+活	実橋	V	8220.0	2.19	max	3384.7	2.43	0.00
				H	450.0	2.19	min	1243.8	2.76	242.02
				M	1712.2	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	定時	死	実橋	V	7603.1	1.72	max	1561.1	4.92	0.00
				H	484.7	1.72	min	1092.0	2.24	203.51
				M	1184.3	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	定時	死+活	実橋	V	7794.0	2.02	max	1897.0	4.12	0.00
				H	372.0	2.02	min	1093.1	2.91	220.51
				M	1741.2	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	定時	死	考慮	V	6895.9	1.85	max	1333.4	5.16	0.00
				H	401.6	1.85	min	877.3	2.24	175.19
				M	1113.5	15.00	15.00	1890.0	>	0.0
橋軸方向	地震時	レベル4	実橋	V	7786.2	3.05	max	1985.0	3.94	0.00
				H	389.3	3.05	min	1023.5	2.44	407.50
				M	4402.3	15.00	15.00	3960.0	>	-570.0
橋軸方向	地震時	レベル4	考慮	V	6782.9	3.14	max	1764.9	3.85	0.00
				H	383.3	3.14	min	875.0	2.44	417.90
				M	4417.9	15.00	15.00	3960.0	>	-570.0

記橋台 (Mov) 場所打ち杭断面計算結果 (常時・レベル1地震時)

項目 (杭径=900mm) 3群目	定時		地震時		備考
	軸力	モーメント	軸力	モーメント	
杭軸力 (kN)	最大	4.31	0.800	18.06	15.000
	平均	154.87	100.000	226.50	300.000
	最小	0.105	0.312	0.240	0.507
断面変位	1/2000の定時	(仮設) 仮力率		フーチング下面からの変位	
	変位量	5.20	(仮設) シェパ		4.77
水平抵抗に相当する地盤の硬さ (t/g)	3.1731		3.1731		

* 杭頭と杭先端の赤色部は許容押込み支持力算出時に周面摩擦力を除外した層厚部分

6. おわりに

今回、道路橋示方書の改定に伴う修正設計の一事例について記述したが、実際に業務を進める中において、改定内容が多岐にわたっていることから、設計に反映させるにあたって解釈に幅があり、その整理に時間を要した結果となった。また、同じ形式の橋梁であっても、種々の条件により橋梁毎に設計変更の内容が異なることも実感した。

したがって、よりスムーズに修正設計を行うにはまず、発注者・受注者とで修正設計の範囲・手順を明確にした上で、実作業に入ることが望ましいのではないかと考えられる。双方が最終成果へ向かうチャートが同一となるように、例えば今回のように、修正設計の内容についてフロー図を作成し、段階的に業務を進めていく手法も一計である。

今後は、県内の設計事例を集約し、情報共有を図りつつ知識・経験を積み重ねることで、発注者・受注者双方の技術力の向上を促し、結果として迅速かつ確実な業務遂行の一助となるのではないかとと思われる。