

1.3.2 河原地区

1) 解析範囲

河原地区の解析の範囲を図 1.3.2-1 に示した。河原地区は、旧鳥取市の南側の旧河原町で、KiK-net TTRH06 河原を含むように約 3km×3km の解析範囲を設定している。

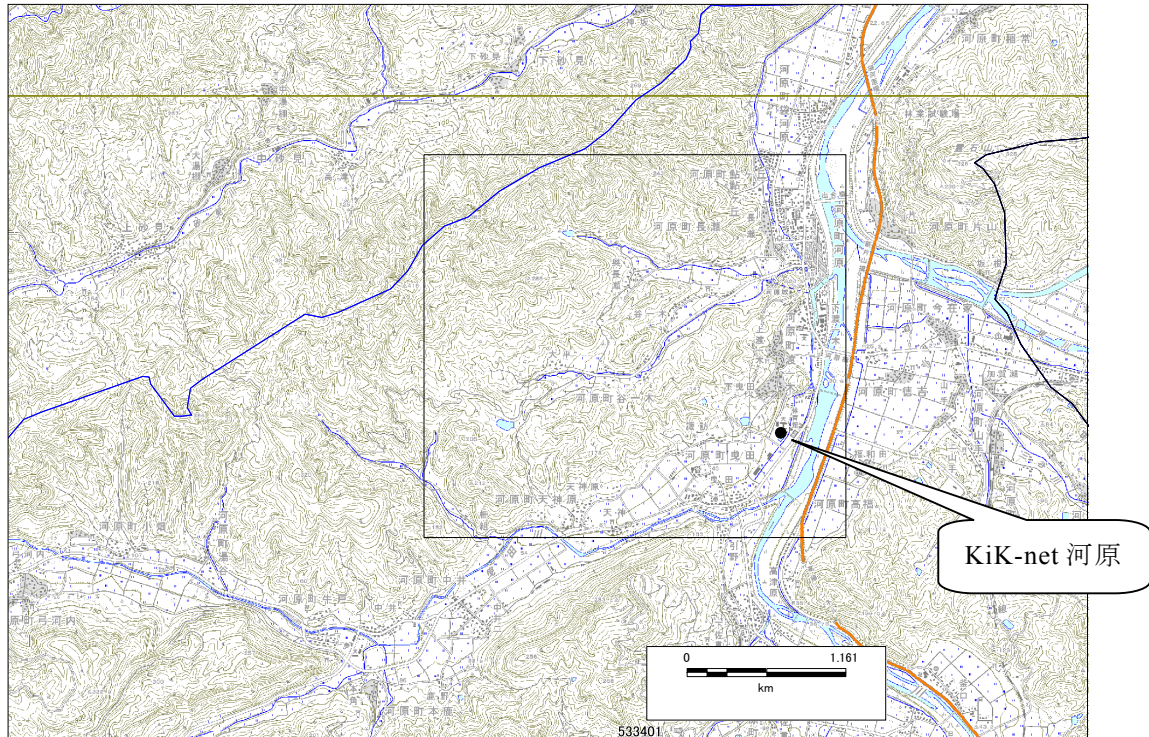


図 1.3.2-1 BESSRA による三次元解析範囲 その 2 (河原地区)

2) 解析システムへの入力データ

① 地表面の形状

解析範囲の地表面の三次元形状は、国土地理院 10mDEM から、X 方向×Y 方向が 50m×50m のメッシュとして作成した。図 1.3.2-2 に南東側角から見た解析範囲の三次元地形鳥瞰図を示した。

② 入力地震動

計算に用いた入力地震動は、以下のものである。

- 想定した地震：鹿野・吉岡断層による地震
- 入力地震動波形：KiK-net TTRH06 河原に対応する 250m メッシュコード 5334017524 の上記想定地震の S 波速度 $V_s=600\text{m/sec}$ の工学的基盤波(NS 成分および EW 成分)を、三次元モデルの地表の標高を考慮して、 $V_s=3100\text{m/sec}$ の工学的基盤に引き戻した E+F 波を使用した。表 1.3.2-1 にメッシュコード 5334017524 の浅部・深部地盤モデルを示した。この表で No.3 層上面の $V_s=600\text{m/sec}$ の工学的基盤波形(2E)を、 $V_s=3100\text{m/sec}$ の基盤、つまり No.7 層上面の E+F 波に引き戻して入力波形とした。

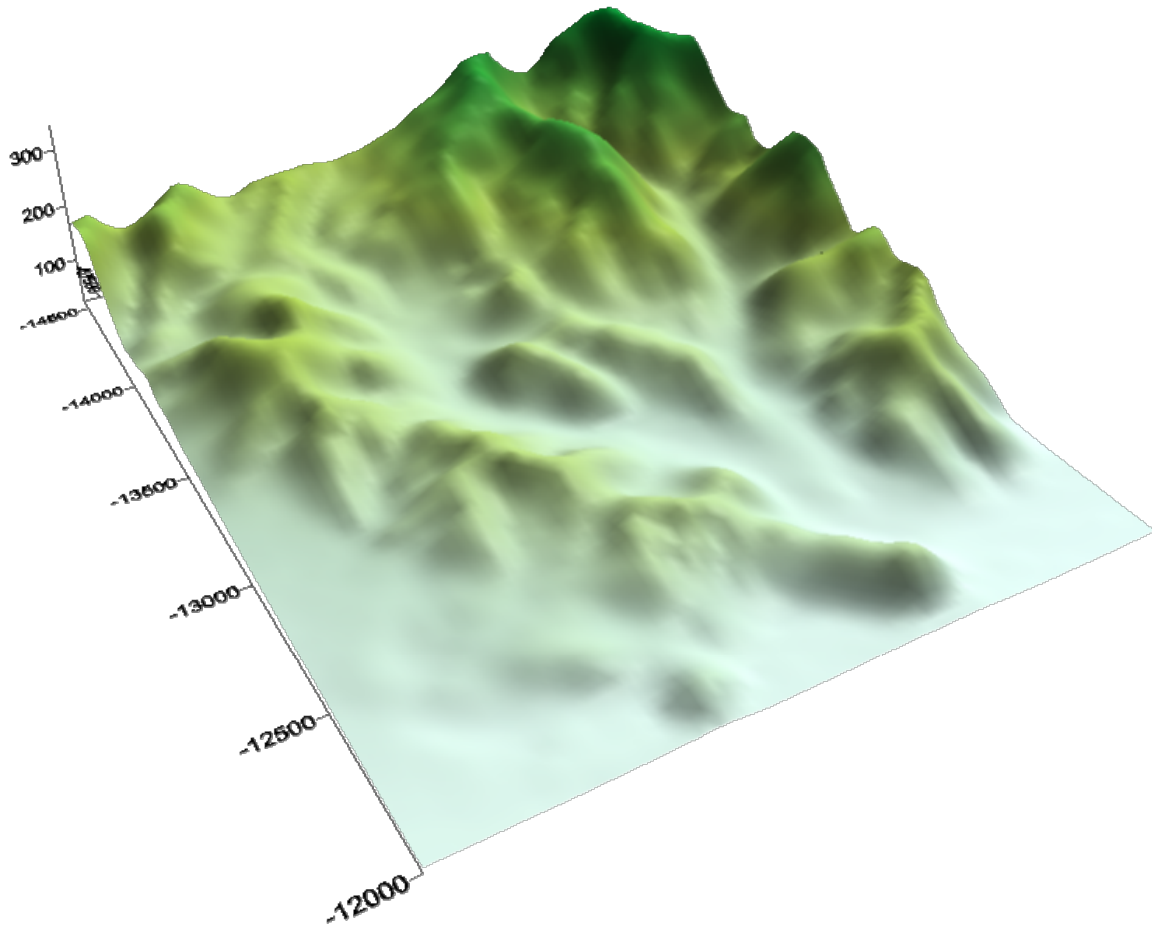


図 1.3.2-2 解析範囲の三次元地形形状鳥瞰図（河原地区：東南側角を視点）

表 1.3.2-1 河原地区の入力地震動波形の設定 浅部・深部地盤モデル

No.	dep1(m)	dep2(m)	thickness(m)	Vs(m/s)	層厚比計算	層厚比2
1	0.00	2.60	2.60	140	0.072222	0.0722
2	2.60	5.00	2.40	230	0.066667	0.0667
3	5.00	12.00	7.00	600	0.194444	0.1944
4	12.00	14.00	2.00	1100	0.055556	0.0556
5	14.00	25.00	11.00	2500	0.305556	0.3055
6	25.00	36.00	11.00	2700	0.305556	0.3056
7	—	—	0.00	3100		

thick2	36.00			1.0000
地表標高(GL) kik TTRH06	30.0			
工学的基盤標 高(m) GL-thick2	-6.00			
3次元メッシュ 最低標高(m) min_mesh	18.9571			
thick3 GL-min_mesh	11.0	thick2-thick3		25.0

図 1.3.2-3 に河原地区で用いた入力地震動波形(EW 成分および NS 成分)の時刻歴およびフーリエスペクトルを示した。入力最大加速度は EW 成分で 214.0gal(=cm/sec²)、NS 成分で 116.7gal(=cm/sec²)である。

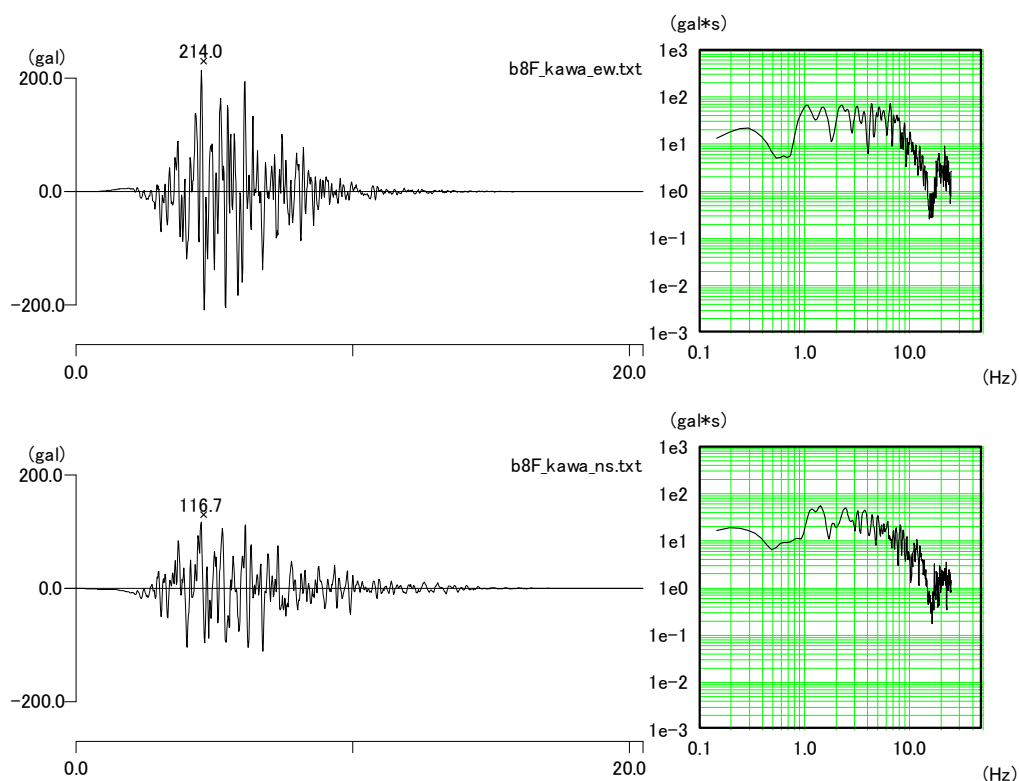


図 1.3.2-3 河原地区の三次元斜面危険度解析に用いた入力波形
およびフーリエスペクトル

③ BESSRA(2013)の解析のための材料物性値の設定

BESSRA を利用した三次元斜面危険度解析のための材料物性値を設定した。表 1.3.2-2 に設定した材料物性値の一覧表を示した。ここで、履歴パラメータ $b \cdot \gamma_{G0}$ と n が、せん断応力とせん断ひずみに関する Wakai & Ugai(2004)のパラメータである。

表 1.3.2-2 BESSRA (2013) 解析のための材料物性値の設定 (河原地区)

層 No.	層相	厚さ(m)	単体 (gf/cm ³)	単体 (kN/m ³)	S波速度 Vs(m/sec)	初期剛性率 G0= $\rho * Vs^2$ (kN/m ²)	ポアソン比 (ν)	E(kN/m ²)	層厚比
1	Ac2	2.6	1.50	14.7	140	2.94E+04	0.45	8.53E+04	0.0722
2	Ag3	2.4	1.85	18.1	230	9.79E+04	0.40	2.74E+05	0.0667
3	中間層	7.0	1.90	18.6	600	6.84E+05	0.40	1.92E+06	0.1944
4	岩石	2.0	2.15	21.1	1100	2.60E+06	0.30	6.76E+06	0.0556
5	岩石	11.0	2.40	23.5	2500	1.50E+07	0.30	3.90E+07	0.3055
6	岩石	11.0	2.50	24.5	2700	1.82E+07	0.30	4.74E+07	0.3056
	基盤の標高	-6m							

層 No.	層相	厚さ(m)	粘着力 c(kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (degree)	初期減衰比 (実数)	レーリー減衰係数 α	レーリー減衰係数 β	履歴パラメータ $b \cdot \gamma G0$	履歴パラメータ n
1	Ac2	2.6	500	25	0.0465	2.697E-01	2.277E-03	6.34005	1.930999
2	Ag3	2.4	500	30	0.0465	2.697E-01	2.277E-03	2.04000	1.940999
3	中間層	7.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
4	岩石	2.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
5	岩石	11.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
6	岩石	11.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
	基盤の標高	-6m							

3) 解析結果

解析は1ケース実施した。三次元の地盤モデルの工学的基盤までの層厚は、表 1.3.2-2 の層厚比を全域で採用した。

図 1.3.2-4 に河原地区の解析結果の X 方向最大加速度分布を示した。同様に、図 1.3.2-5 に Y 方向最大速度分布を図 1.3.2-6 に最大せん断応力分布を示した。総じて尾根部の斜面の角度の大きいところで最大加速度が非常に大きくなっている。最大せん断応力が大きな地域は、斜面末端部または谷部に大きな値の領域が存在する。

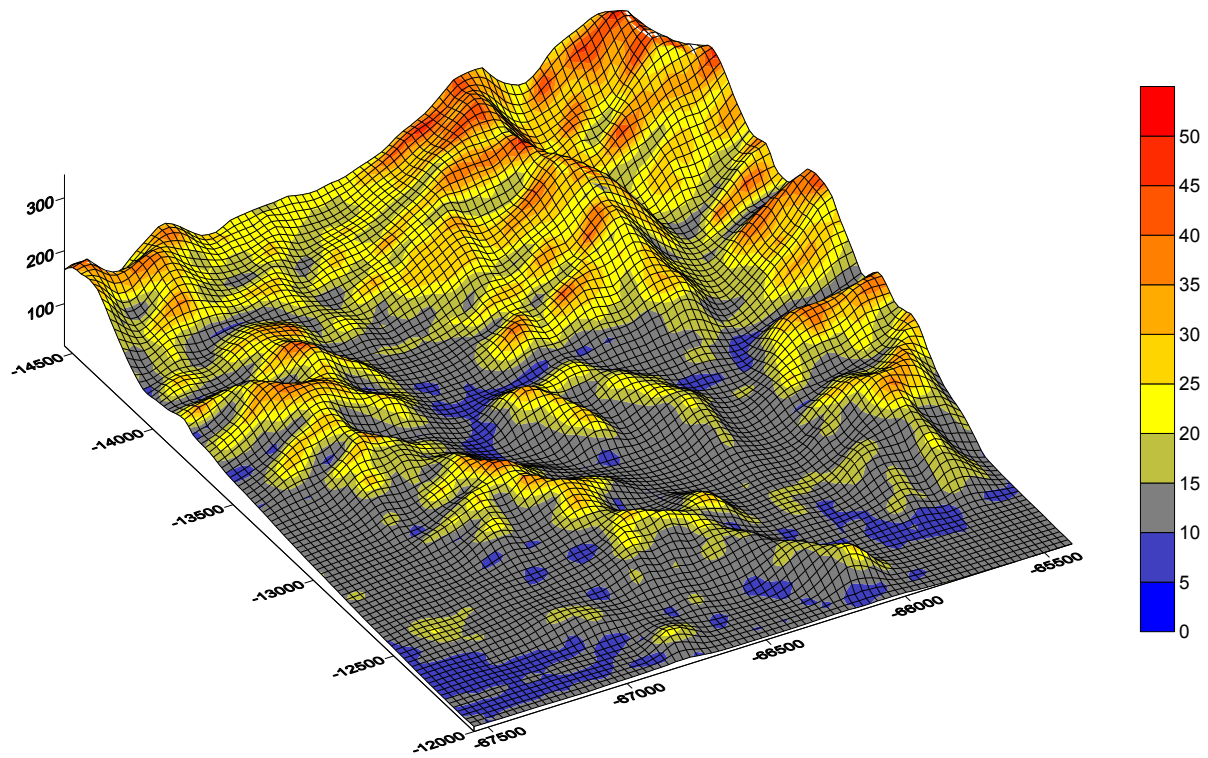


図 1.3.2-4 河原地区の三次元斜面危険度解析結果
X 方向 (EW 方向) 最大加速度分布 (単位 m/sec^2) (X 方向 : 画面の-14500~-12000 の方向)

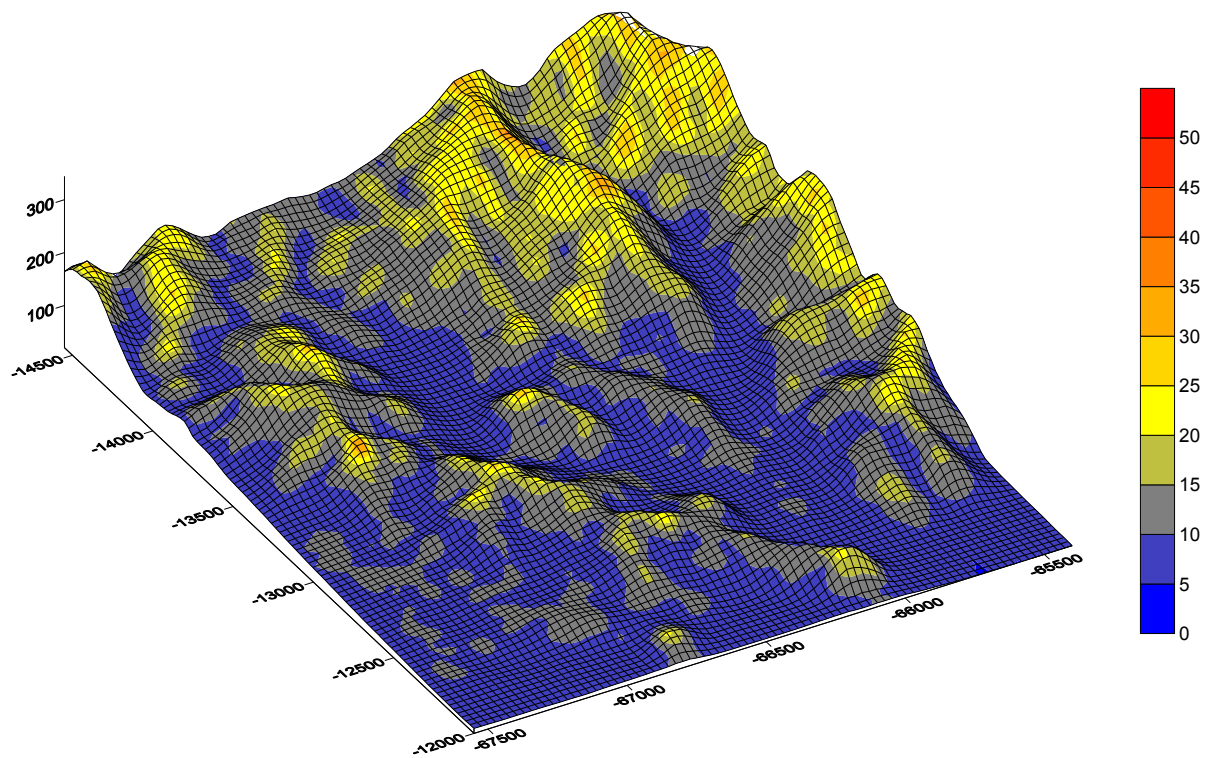


図 1.3.2-5 河原地区の三次元斜面危険度解析結果
Y 方向 (NS 方向) 最大加速度分布 (単位 m/sec^2) (Y 方向 : 画面の-67500~-65500 の方向)

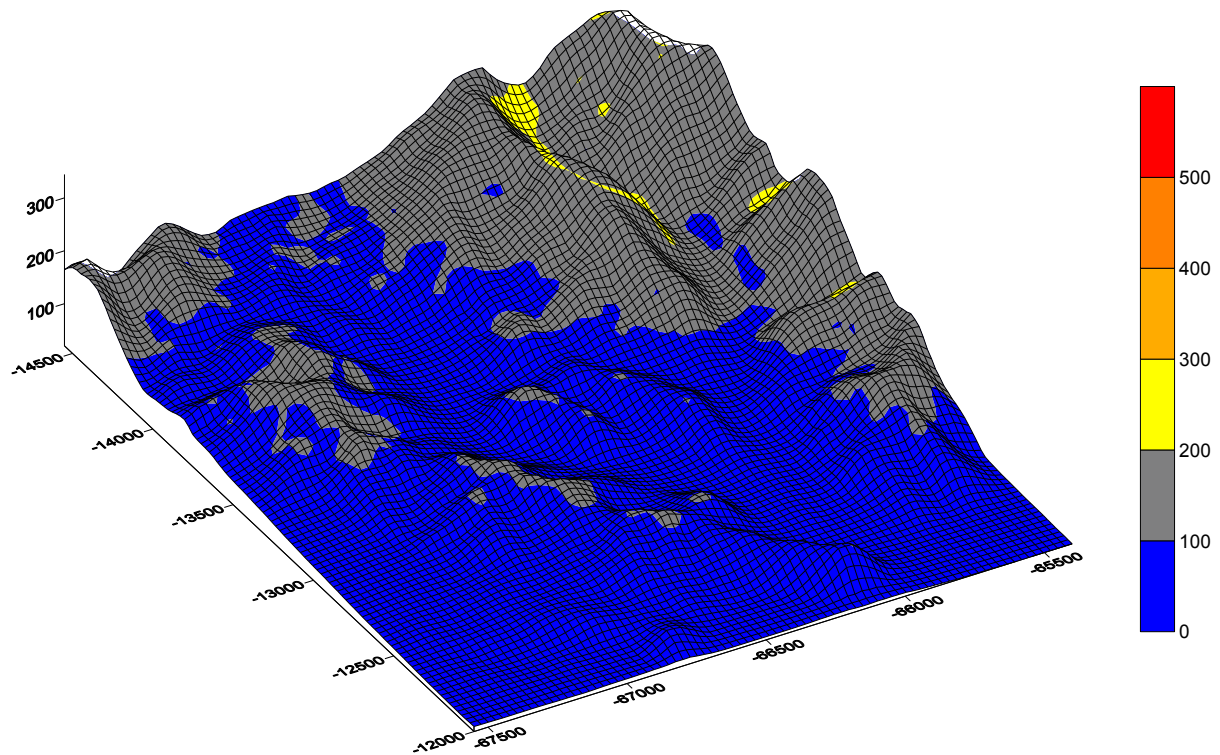


図 1.3.2-6 河原地区の三次元斜面危険度解析結果
最大せん断応力分布 (単位 kN/m^2)

1.3.3 関金地区

1) 解析範囲

関金地区の解析の範囲を図 1.3.3-1 に示した。関金地区は、旧倉吉市の南部に位置し、KiK-net TTRH07 関金を含むように約 $3\text{km} \times 3\text{km}$ の解析範囲を設定している。

2) 解析システムへの入力データ

① 地表面の形状

解析範囲の地表面の三次元形状は、国土地理院 10mDEM から、X 方向 \times Y 方向が $50\text{m} \times 50\text{m}$ のメッシュとして作成した。図 1.3.3-2 に北東側角から見た解析範囲の三次元地形鳥瞰図を示した。

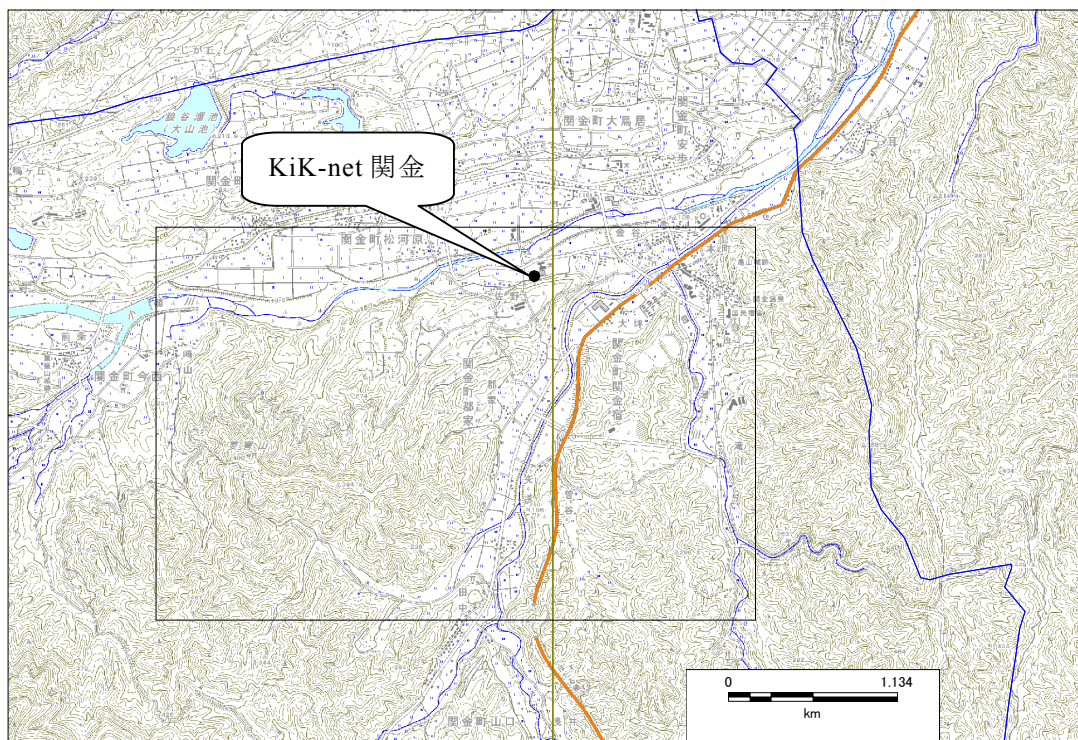


図 1.3.3-1 BESSRA による三次元解析範囲その 3（関金地区）

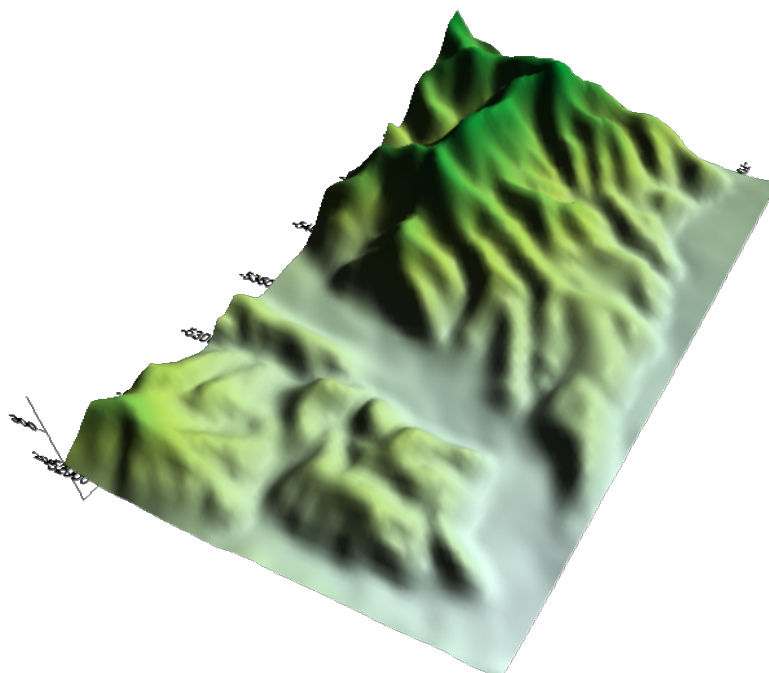


図 1.3.3-2 解析範囲の三次元地形形状鳥瞰図（関金地区：北東側角を視点）

② 入力地震動

計算に用いた入力地震動は、以下のものである。

- 想定した地震：倉吉南方の推定断層による地震
- 入力地震動波形：KiK-net TTRH07 関金に対応する 250m メッシュコード 5333053944 の上記想定地震の S 波速度 $V_s=600\text{m/sec}$ の工学的基盤波(NS 成分および EW 成分)を、三次元モデルの地表の標高を考慮して、 $V_s=2100\text{m/sec}$ の工学的基盤に引き戻した E+F 波を使用した。表 1.3.3-1 にメッシュコード 5333053944 の浅部・深部地盤モデルを示した。この表で No.3 層上面の $V_s=600\text{m/sec}$ の工学的基盤波形(2E)を、 $V_s=2100\text{m/sec}$ の工学的基盤、つまり No.7 層上面の E+F 波に引き戻して入力波形とした。

表 1.3.3-1 関金地区の入力地震動波形の設定 浅部・深部地盤モデル

No.	dep1(m)	dep2(m)	thickness(m)	$V_s(\text{m/s})$	層厚比計算	層厚比2
1	0	2.2	2.20	200	0.027431	0.0274
2	2.2	6.2	4.00	500	0.049875	0.0499
3	6.2	14.2	8.00	600	0.099751	0.0997
4	14.2	18.2	4.00	1100	0.049875	0.0499
5	18.2	70.2	52.00	1400	0.648379	0.6484
6	70.2	80.2	10.00	1700	0.124688	0.1247
7	—	—	0.00	2100		
thick2			80.20			1.0000
地表標高(GL) kik TTRH07			135.0			
工学的基盤標 高(m) GL-thick2			54.8			
3次元メッシュ 最低標高(m) min mesh			102.3			
thick3 GL-min_mesh			32.7	thick2-thick3	47.5	

図 1.3.3-3 に関金地区で用いた入力地震動波形(EW 成分および NS 成分)の時刻歴およびフーリエスペクトルを示した。入力最大加速度は EW 成分で $211.7\text{gal}(=\text{cm/sec}^2)$ 、NS 成分で $279.8\text{gal}(=\text{cm/sec}^2)$ である。

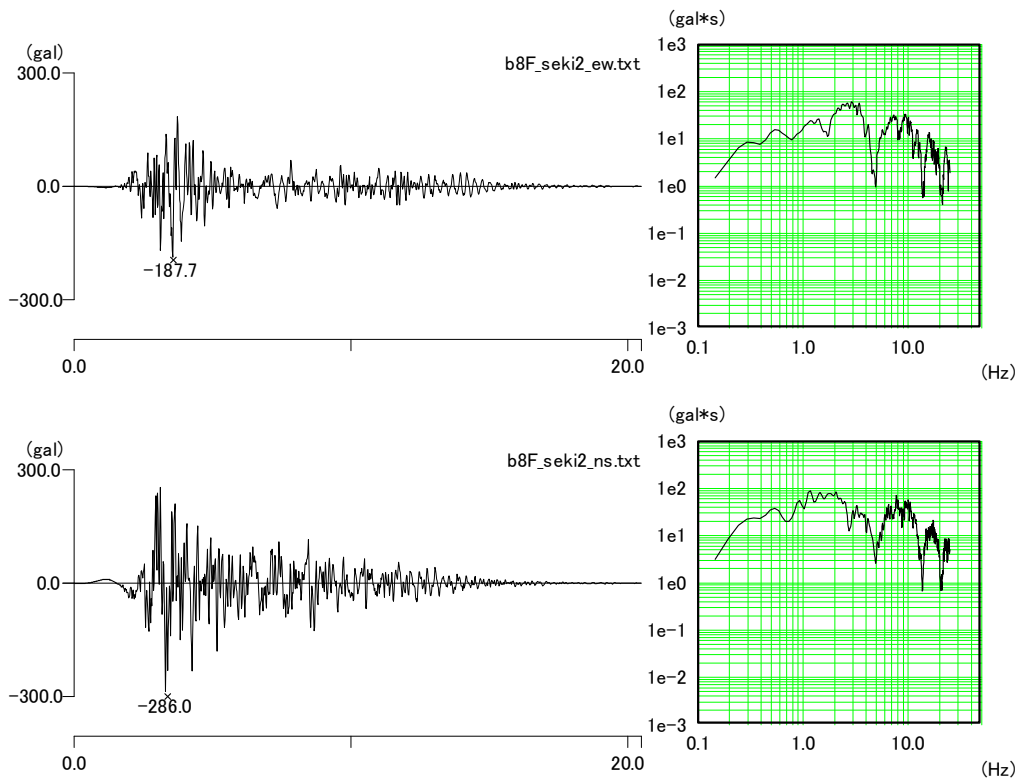


図 1.3.3-3 関金地区の三次元斜面危険度解析に用いた入力波形およびフーリエスペクトル

③ BESSRA(2013)の解析のための材料物性値の設定

BESSRA を利用した三次元斜面危険度解析のための材料物性値を設定した。表 1.3.3-2 に設定した材料物性値の一覧表を示した。ここで、履歴パラメータ $b \cdot \gamma G_0$ と n が、せん断応力とせん断ひずみに関する Wakai & Ugai(2004)のパラメータである。

表 1.3.3-2 BESSRA (2013)解析のための材料物性値の設定(関金地区)

層 No.	層相	厚さ(m)	単体 (gf/cm ³)	単体 (kN/m ³)	S波速度 Vs(m/sec)	初期剛性率 $G_0 = \rho * V_s^2$ (kN/m ²)	ポアソン比 (ν)	E(kN/m ²)	層厚比
1	As2	2.2	1.80	17.7	200	7.20E+04	0.45	2.09E+05	0.0274
2	風化層2	4.0	1.90	18.6	500	4.75E+05	0.40	1.33E+06	0.0499
3	中間層	8.0	1.90	18.6	600	6.84E+05	0.40	1.92E+06	0.0997
4	岩石	4.0	2.15	21.1	1100	2.60E+06	0.30	6.76E+06	0.0499
5	岩石	52.0	2.25	22.1	1400	4.41E+06	0.30	1.15E+07	0.6484
6	岩石	10.0	2.30	22.6	1700	6.65E+06	0.30	1.73E+07	0.1247
	基盤の標高	54.8m							

層 No.	層相	厚さ(m)	粘着力 c(kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (degree)	初期減衰比 (実数)	レーリー減衰係数 α	レーリー減衰係数 β	履歴パラメータ $b \cdot \gamma G_0$	履歴パラメータ n
1	As2	2.2	500	25	0.0465	2.697E-01	2.277E-03	1.93000	1.990999
2	風化層2	4.0	500	30	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.27030	1.880999
3	中間層	8.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
4	岩石	4.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
5	岩石	52.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
6	岩石	10.0	980	40	0.0138	8.004E-02	6.758E-04	17.18030	1.980999
	Σ	80.2							
	基盤の標高	54.8m							

3) 解析結果

解析は、表 1.3.3-2 の 1 ケースを実施した。すべてのケースにおいて、三次元の地盤モデルの工学的基盤までの層厚は、表 1.3.3-2 の層厚比を全域で採用した。

図 1.3.3-4 に関金地区の解析結果の X 方向最大加速度分布を示した。同様に、図 1.3.3-5 に Y 方向最大速度分布を、図 1.3.3-6 に最大せん断応力分布を示した。X 方向最大加速度は、尾根部の斜面の角度の大きいところで最大加速度が大きくなっている。Y 方向最大加速度については、さらに顕著に尾根部で最大加速度が大きくなっている。最大せん断応力分布については、南西部の急峻な斜面全体が大きな最大せん断応力となっており、特に谷部で大きなせん断応力が発生している。

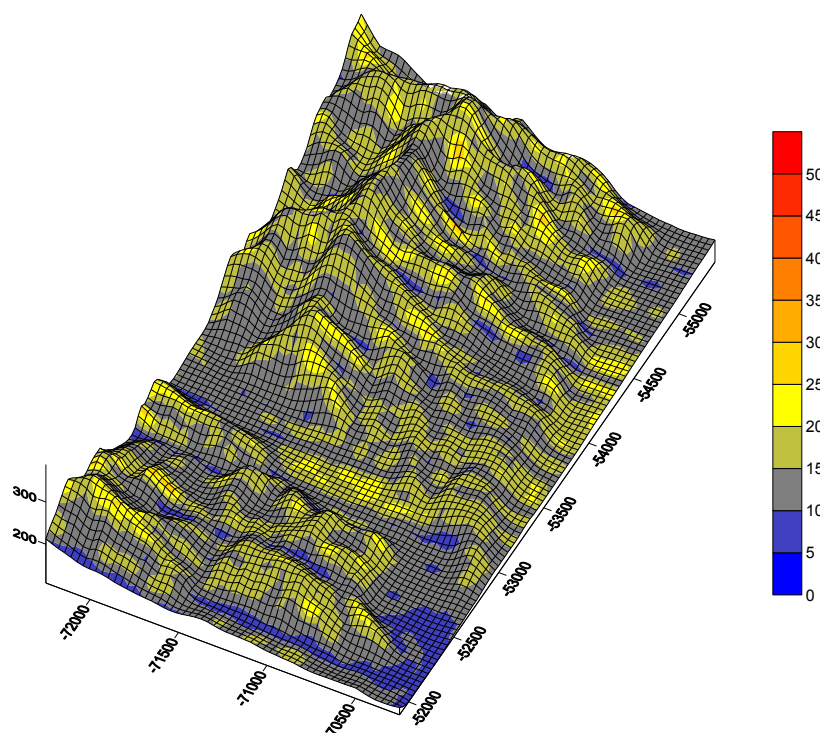


図 1.3.3-4 関金地区の三次元斜面危険度解析結果

X 方向 (EW 方向) 最大加速度分布 (単位 m/sec^2) (X 方向 : 画面の $-55000 \sim -52000$ の方向)

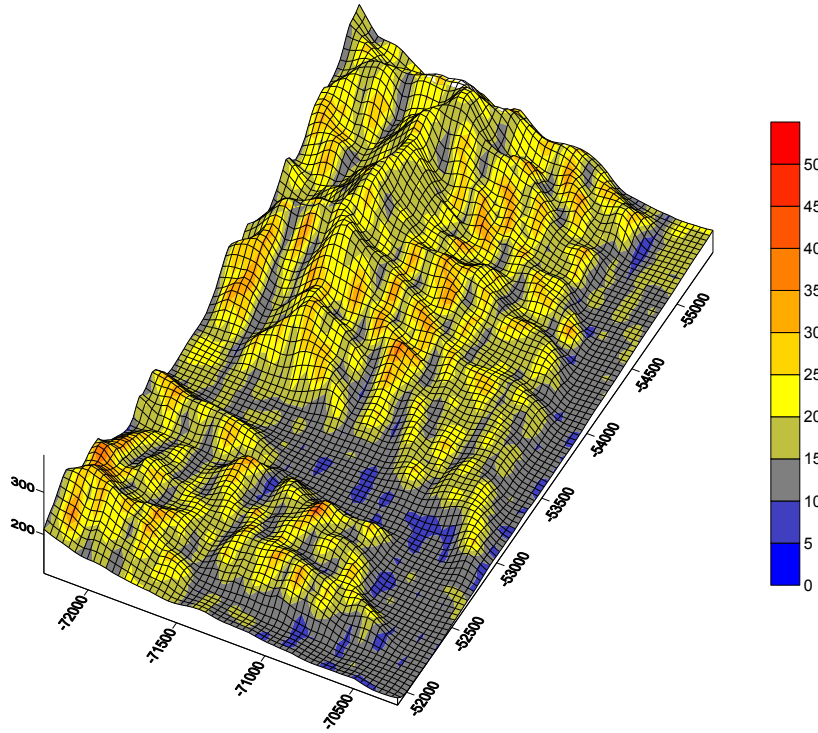


図 1.3.3-5 関金地区の三次元斜面危険度解析結果
 Y 方向 (NS 方向) 最大加速度分布 (単位 m/sec^2) (Y 方向 : 画面の $-72000 \sim -70500$ の方向)

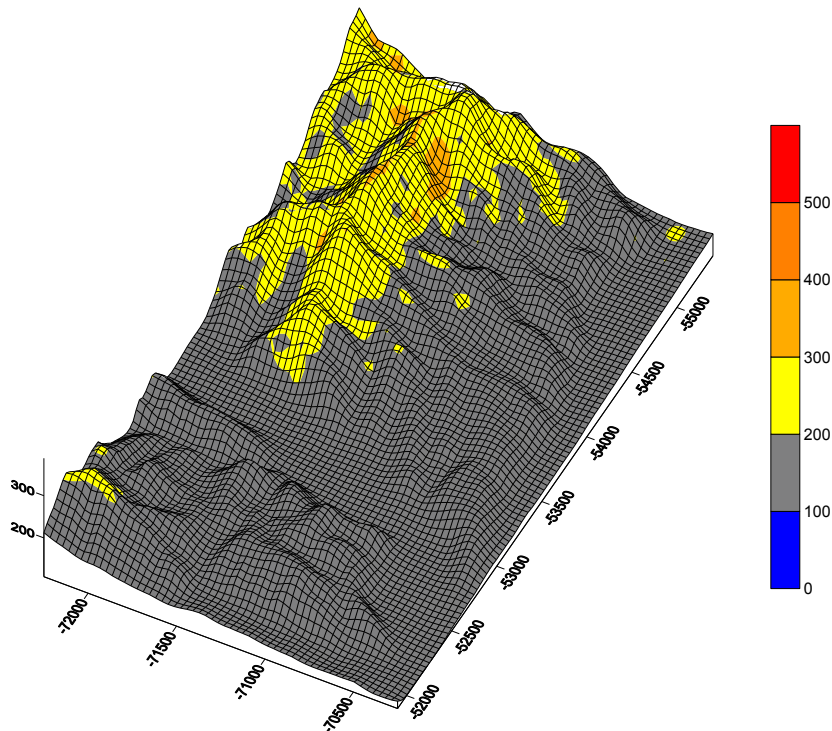


図 1.3.3-6 関金地区の三次元斜面危険度解析結果
 最大せん断応力分布 (単位 kN/m^2)

1.3.4 日野地区

1) 解析範囲

日野地区の解析の範囲を図 1.3.4-1 に示した。日野地区は、KiK-net TTRH02 日野を含むように約 3km×3km の解析範囲を設定している。図 1.3.4-1 の鵜の池の黒い点が KiK-net 日野の地点である。

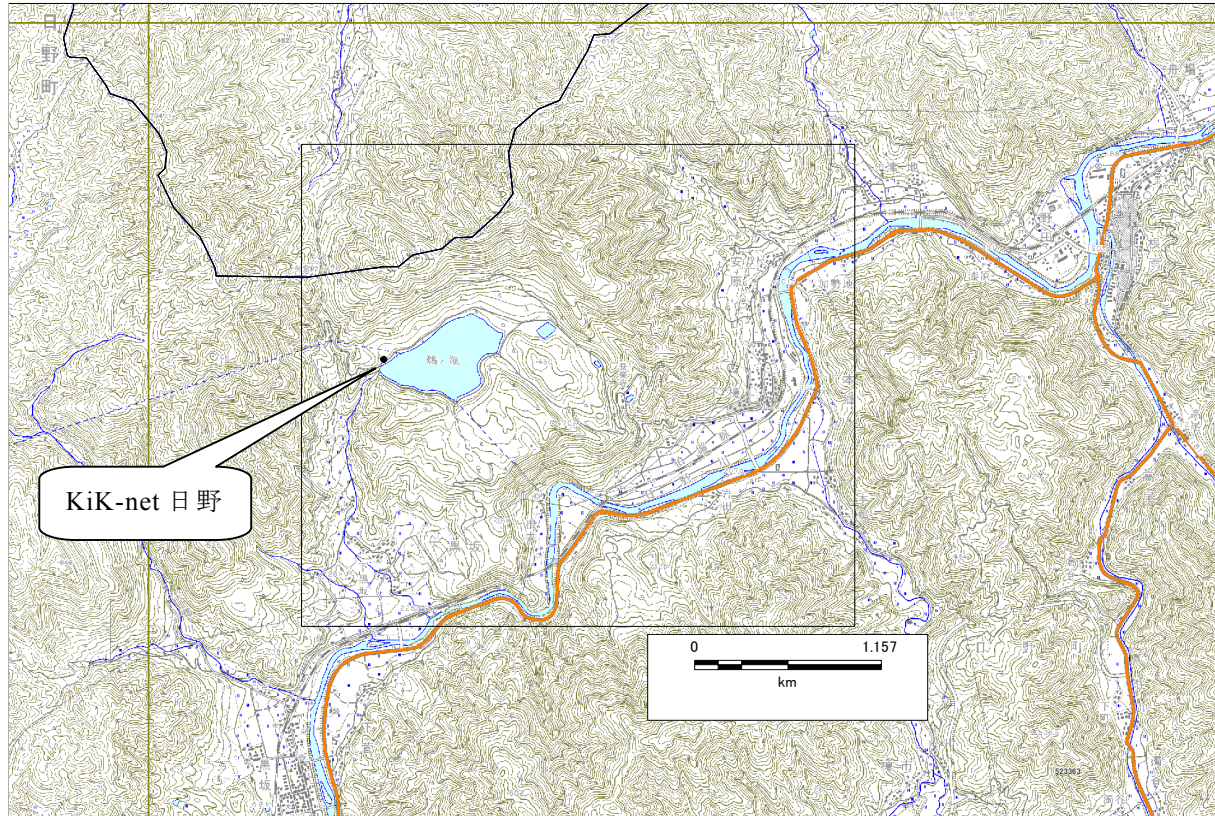


図 1.3.4-1 BESSRA による三次元解析範囲その 4（日野地区）

2) 解析システムへの入力データ

① 地表面の形状

解析範囲の地表面の三次元形状は、国土地理院 10mDEM から、X 方向×Y 方向が 50m×50m のメッシュとして作成した。図 1.3.4-2 に南西側角から見た解析範囲の三次元地形鳥瞰図を示した。

② 入力地震動

計算に用いた入力地震動は、以下のものである。

- 想定した地震：鳥取県西部地震断層による地震
- 入力地震動波形：KiK-net TTRH02 日野に対応する 250m メッシュコード 5233637134 の上記想定地震の S 波速度 $V_s=600\text{m/sec}$ の工学的基盤波(NS 成分および EW 成分)を、三次元モデルの地表の標高を考慮して、 $V_s=3100\text{m/sec}$ の工学的基盤に引き戻した E+F 波を使用した。表 1.3.4-1 にメッシュコード 5233637134 の浅部・深部地盤モデルを示した。この表で No.3 層上面の $V_s=600\text{m/sec}$ の工学的基盤波形(2E)を、 $V_s=3100\text{m/sec}$ の基盤、つまり No.10 層上面の E+F 波に引き戻して入力波形とした。