

$$k_{xy} = \frac{K_{xy}}{N_y} = \sum \frac{P_{xy}}{N_y}, \quad (6)$$

where K_{xy} is the statistical parameter of factor x at level y , k_{xy} is the average value of K_{xy} , and N_y is the number of levels.

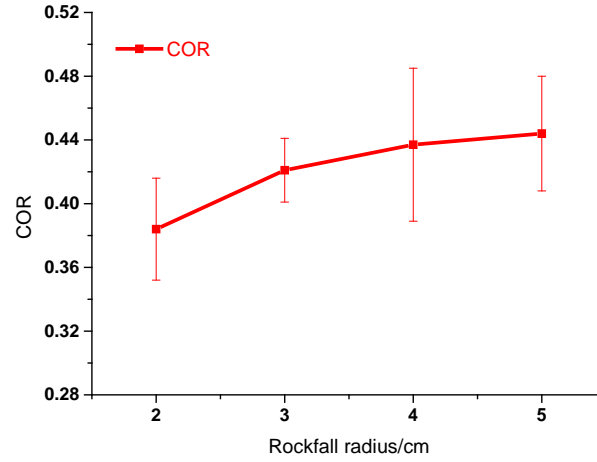


Fig. 8 The *COR* (Mean ± SD) of block collisions with the plate. (Error bars: one standard deviation)

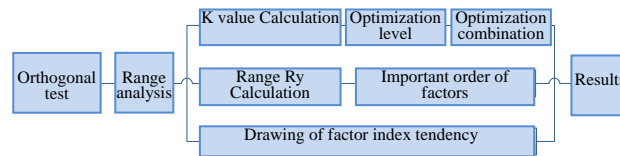


Fig.11 Flow chart for the optimization analysis of the test

Table 1 Orthogonal test results (In the manuscript)

Test number	Rockfall radius r/cm	Movement height H/m	Cushion thickness h/cm	Particle size d/cm	Damage depth of cushion L/cm (Mean/Std dev)	COR of collision between rockfall and cushion (Mean/Std dev)
1	2	0.4	2	0.2	0.65/0.082	0.278/0.012
2	2	0.8	4	0.6	0.74/0.056	0.273/0.023
3	2	1.2	6	1.0	0.93/0.082	0.282/0.029
4	2	1.6	8	1.4	1.05/0.046	0.295/0.028
5	3	0.4	2	0.6	0.58/0.053	0.294/0.012
6	3	0.8	4	0.2	1.45/0.165	0.265/0.015
7	3	1.2	6	1.4	1.03/0.171	0.317/0.041
8	3	1.6	8	1.0	1.60/0.193	0.280/0.020
9	4	0.4	4	1.0	0.62/0.036	0.296/0.028
10	4	0.8	2	1.4	0.56/0.104	0.338/0.029
11	4	1.2	8	0.2	2.60/0.303	0.256/0.022
12	4	1.6	6	0.6	2.20/0.375	0.284/0.036
13	5	0.4	4	1.4	0.61/0.076	0.309/0.031
14	5	0.8	2	1.0	0.58/0.026	0.328/0.037
15	5	1.2	8	0.6	2.12/0.217	0.280/0.025

16	5	1.6	6	0.2	2.85/0.321	0.273/0.022
17	2	0.4	8	0.2	1.36/0.026	0.216/0.016
18	2	0.8	6	0.6	1.24/0.106	0.265/0.025
19	2	1.2	4	1.0	1.13/0.149	0.302/0.031
20	2	1.6	2	1.4	0.68/0.082	0.358/0.038
21	3	0.4	8	0.6	0.92/0.121	0.231/0.017
22	3	0.8	6	0.2	1.49/0.187	0.256/0.012
23	3	1.2	4	1.4	1.08/0.046	0.327/0.031
24	3	1.6	2	1.0	0.84/0.076	0.351/0.029
25	4	0.4	6	1.0	0.77/0.135	0.287/0.035
26	4	0.8	8	1.4	0.81/0.137	0.281/0.027
27	4	1.2	2	0.2	1.03/0.159	0.336/0.021
28	4	1.6	4	0.6	1.96/0.115	0.318/0.030
29	5	0.4	6	1.4	0.67/0.044	0.292/0.019
30	5	0.8	8	1.0	1.05/0.092	0.275/0.078
31	5	1.2	2	0.6	1.14/0.098	0.347/0.025
32	5	1.6	4	0.2	2.54/0.184	0.294/0.027

Table 2 Influencing factor range analysis of all evaluation indices (In the manuscript)

Evaluation index	Levels	Rockfall radius r/cm	Movement height H/m	Cushions thickness h/cm	Particle size d/cm
COR of collision between rockfall and cushion	k_{x1}	0.285	0.271	0.325	0.270
	k_{x2}	0.288	0.287	0.296	0.285
	k_{x3}	0.298	0.305	0.281	0.301
	k_{x4}	0.299	0.306	0.267	0.313
	R_y	0.014	0.035	0.058	0.043
Damage depth of cushion L	k_{x1}	0.97	0.78	0.76	1.75
	k_{x2}	1.12	0.99	1.26	1.35
	k_{x3}	1.32	1.38	1.40	0.94
	k_{x4}	1.45	1.72	1.44	0.81
	R_y	0.48	0.94	0.68	0.94

Table 3 The COR of block collisions with the plate (supplemental material)

H=1.2m ,h=0cm,d=0mm						Average Value	standard deviation
r=2cm		0.363	0.368	0.421		0.384	0.032
r=3cm		0.398	0.428	0.437		0.421	0.020
r=4cm		0.386	0.482	0.443		0.437	0.048
r=5cm		0.403	0.458	0.471		0.444	0.036

Table 4 Comparison of the COR of different blocks released from a height of 1.2m

(Standard deviation and average value of COR is calculated by the middle three values for cushion particle sizes of 1.8 cm and 2.4 cm)
(supplemental material)

H=1.2m,r=2cm,h=2cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.310	0.329	0.339		0.326	0.326
d=6mm		0.298	0.348	0.35		0.332	0.332
d=10mm		0.319	0.343	0.376		0.346	0.346
d=14mm		0.314	0.344	0.371		0.343	0.343
d=18mm	0.262	0.291	0.337	0.416	0.443	0.348	0.348
d=24mm	0.234	0.288	0.371	0.403	0.421	0.354	0.354

H=1.2m,r=2cm,h=4cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.281	0.285	0.316		0.294	0.019
d=6mm		0.292	0.338	0.345		0.325	0.029
d=10mm		0.261	0.314	0.331		0.302	0.037
d=14mm		0.285	0.324	0.360		0.323	0.038
d=18mm	0.215	0.252	0.323	0.376	0.386	0.317	0.062
d=24mm	0.267	0.270	0.304	0.362	0.403	0.312	0.047

H=1.2m,r=2cm,h=6cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.240	0.267	0.270		0.259	0.017
d=6mm		0.239	0.277	0.306		0.274	0.034
d=10mm		0.246	0.283	0.317		0.282	0.036
d=14mm		0.251	0.267	0.331		0.283	0.042
d=18mm	0.231	0.259	0.299	0.345	0.382	0.301	0.043
d=24mm	0.226	0.261	0.291	0.336	0.370	0.296	0.038

H=1.2m,r=2cm,h=8cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.215	0.243	0.271		0.243	0.028
d=6mm		0.211	0.261	0.290		0.254	0.040
d=10mm		0.216	0.261	0.312		0.263	0.048
d=14mm		0.223	0.286	0.304		0.271	0.043
d=18mm	0.205	0.225	0.285	0.321	0.356	0.277	0.048
d=24mm	0.193	0.206	0.292	0.354	0.371	0.284	0.074

H=1.2m,r=2cm,h=10cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.201	0.245	0.277		0.241	0.038
d=6mm		0.198	0.250	0.293		0.247	0.048

d=10mm		0.226	0.251	0.288		0.255	0.031
d=14mm		0.210	0.253	0.311		0.258	0.051
d=18mm	0.190	0.192	0.273	0.327	0.363	0.264	0.068
d=24mm	0.204	0.214	0.292	0.325	0.350	0.277	0.057

H=1.2m,r=2cm,h=12cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.207	0.218	0.259		0.228	0.027
d=6mm		0.190	0.236	0.273		0.233	0.042
d=10mm		0.214	0.225	0.302		0.247	0.048
d=14mm		0.200	0.243	0.313		0.252	0.057
d=18mm	0.189	0.198	0.236	0.319	0.328	0.251	0.062
d=24mm	0.198	0.221	0.251	0.326	0.343	0.266	0.054

H=1.2m,r=2cm,h=14cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.184	0.230	0.246		0.22	0.032
d=6mm		0.199	0.214	0.283		0.232	0.045
d=10mm		0.204	0.251	0.265		0.24	0.032
d=14mm		0.183	0.224	0.301		0.236	0.060
d=18mm	0.162	0.196	0.260	0.291	0.314	0.249	0.048
d=24mm	0.194	0.208	0.250	0.316	0.353	0.258	0.054

H=1.2m,r=3cm,h=2cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.313	0.338	0.351		0.334	0.019
d=6mm		0.326	0.348	0.349		0.341	0.013
d=10mm		0.308	0.354	0.379		0.347	0.036
d=14mm		0.311	0.342	0.409		0.354	0.050
d=18mm	0.261	0.333	0.336	0.387	0.396	0.352	0.030
d=24mm	0.256	0.322	0.369	0.413	0.420	0.368	0.046

H=1.2m,r=3cm,h=4cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.261	0.316	0.329		0.302	0.036
d=6mm		0.276	0.309	0.360		0.315	0.042
d=10mm		0.267	0.329	0.352		0.316	0.044
d=14mm		0.282	0.320	0.379		0.327	0.049
d=18mm	0.245	0.298	0.314	0.366	0.381	0.326	0.036
d=24mm	0.253	0.276	0.321	0.405	0.415	0.334	0.065

H=1.2m,r=3cm,h=6cm						Average Value	standard deviation
--------------------	--	--	--	--	--	---------------	--------------------

d=2mm		0.254	0.273	0.304		0.277	0.025
d=6mm		0.262	0.281	0.309		0.284	0.024
d=10mm		0.255	0.288	0.321		0.288	0.033
d=14mm		0.283	0.311	0.360		0.318	0.039
d=18mm	0.185	0.261	0.300	0.366	0.384	0.309	0.053
d=24mm	0.248	0.248	0.337	0.390	0.393	0.325	0.072

H=1.2m,r=3cm,h=8cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.229	0.235	0.277		0.247	0.026
d=6mm		0.213	0.270	0.303		0.262	0.046
d=10mm		0.241	0.247	0.313		0.267	0.040
d=14mm		0.223	0.264	0.332		0.273	0.055
d=18mm	0.214	0.220	0.303	0.320	0.341	0.281	0.054
d=24mm	0.235	0.261	0.292	0.323	0.354	0.292	0.031

H=1.2m,r=3cm,h=10cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.212	0.233	0.266		0.237	0.027
d=6mm		0.223	0.240	0.275		0.246	0.027
d=10mm		0.228	0.246	0.288		0.254	0.031
d=14mm		0.213	0.271	0.302		0.262	0.045
d=18mm	0.192	0.211	0.251	0.309	0.324	0.257	0.049
d=24mm	0.211	0.232	0.246	0.326	0.341	0.268	0.051

H=1.2m,r=3cm,h=12cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.194	0.220	0.264		0.226	0.035
d=6mm		0.199	0.231	0.287		0.239	0.045
d=10mm		0.228	0.234	0.264		0.242	0.019
d=14mm		0.204	0.256	0.284		0.248	0.041
d=18mm	0.213	0.228	0.242	0.295	0.320	0.255	0.035
d=24mm	0.186	0.217	0.259	0.301	0.336	0.259	0.042

H=1.2m,r=3cm,h=14cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.172	0.206	0.276		0.218	0.053
d=6mm		0.203	0.215	0.254		0.224	0.027
d=10mm		0.188	0.224	0.275		0.229	0.044
d=14mm		0.178	0.229	0.286		0.231	0.054
d=18mm	0.186	0.192	0.244	0.302	0.335	0.246	0.055
d=24mm	0.191	0.228	0.246	0.312	0.343	0.262	0.044

H=1.2m,r=4cm,h=2cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.316	0.338	0.354		0.336	0.019
d=6mm		0.329	0.343	0.372		0.348	0.022
d=10mm		0.333	0.351	0.384		0.356	0.026
d=14mm		0.321	0.358	0.416		0.365	0.048
d=18mm	0.285	0.329	0.371	0.401	0.411	0.367	0.036
d=24mm	0.313	0.334	0.369	0.413	0.432	0.372	0.040

H=1.2m,r=4cm,h=4cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.284	0.307	0.336		0.309	0.026
d=6mm		0.298	0.319	0.346		0.321	0.024
d=10mm		0.288	0.310	0.347		0.315	0.030
d=14mm		0.308	0.316	0.351		0.325	0.023
d=18mm	0.263	0.295	0.339	0.368	0.374	0.334	0.037
d=24mm	0.275	0.309	0.326	0.394	0.410	0.343	0.045

H=1.2m,r=4cm,h=6cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.267	0.279	0.294		0.28	0.014
d=6mm		0.294	0.304	0.329		0.309	0.018
d=10mm		0.273	0.286	0.317		0.292	0.023
d=14mm		0.280	0.292	0.304		0.292	0.012
d=18mm	0.257	0.282	0.303	0.351	0.384	0.312	0.035
d=24mm	0.240	0.294	0.322	0.359	0.367	0.325	0.033

H=1.2m,r=4cm,h=8cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.249	0.250	0.269		0.256	0.011
d=6mm		0.250	0.267	0.296		0.271	0.023
d=10mm		0.248	0.274	0.306		0.276	0.029
d=14mm		0.252	0.271	0.299		0.274	0.024
d=18mm	0.235	0.263	0.291	0.325	0.344	0.293	0.031
d=24mm	0.259	0.267	0.298	0.341	0.367	0.302	0.037

H=1.2m,r=4cm,h=10cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.239	0.249	0.268		0.252	0.015
d=6mm		0.235	0.261	0.278		0.258	0.022
d=10mm		0.247	0.264	0.296		0.269	0.025
d=14mm		0.254	0.249	0.292		0.265	0.024
d=18mm	0.226	0.243	0.276	0.324	0.331	0.281	0.041

d=24mm	0.231	0.236	0.277	0.321	0.354	0.278	0.043
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

H=1.2m,r=4cm,h=12cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.229	0.231	0.248		0.236	0.010
d=6mm		0.221	0.244	0.270		0.245	0.025
d=10mm		0.216	0.227	0.268		0.237	0.027
d=14mm		0.207	0.239	0.283		0.243	0.038
d=18mm	0.186	0.208	0.251	0.297	0.319	0.252	0.045
d=24mm	0.217	0.218	0.272	0.284	0.326	0.258	0.035

H=1.2m,r=4cm,h=14cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.217	0.218	0.237		0.224	0.011
d=6mm		0.215	0.231	0.259		0.235	0.022
d=10mm		0.196	0.229	0.271		0.232	0.038
d=14mm		0.219	0.224	0.268		0.237	0.027
d=18mm	0.181	0.207	0.256	0.281	0.314	0.248	0.038
d=24mm	0.196	0.219	0.247	0.293	0.335	0.253	0.037

H=1.2m,r=5cm,h=2cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.328	0.336	0.356		0.34	0.014
d=6mm		0.320	0.342	0.364		0.342	0.022
d=10mm		0.324	0.351	0.393		0.356	0.035
d=14mm		0.342	0.364	0.398		0.368	0.028
d=18mm	0.317	0.338	0.374	0.401	0.426	0.371	0.032
d=24mm	0.302	0.354	0.365	0.421	0.437	0.38	0.036

H=1.2m,r=5cm,h=4cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.316	0.317	0.339		0.324	0.013
d=6mm		0.297	0.306	0.330		0.311	0.017
d=10mm		0.294	0.321	0.354		0.323	0.030
d=14mm		0.318	0.340	0.374		0.344	0.028
d=18mm	0.318	0.321	0.322	0.386	0.397	0.343	0.037
d=24mm	0.284	0.328	0.355	0.373	0.403	0.352	0.023

H=1.2m,r=5cm,h=6cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.286	0.286	0.301		0.291	0.009
d=6mm		0.274	0.287	0.315		0.292	0.021
d=10mm		0.301	0.324	0.329		0.318	0.015

d=14mm		0.291	0.298	0.338		0.309	0.025
d=18mm	0.244	0.286	0.314	0.378	0.398	0.326	0.047
d=24mm	0.270	0.293	0.316	0.381	0.401	0.33	0.046

H=1.2m,r=5cm,h=8cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.254	0.262	0.279		0.265	0.013
d=6mm		0.270	0.276	0.294		0.28	0.012
d=10mm		0.261	0.294	0.309		0.288	0.025
d=14mm		0.272	0.283	0.324		0.293	0.027
d=18mm	0.226	0.256	0.294	0.356	0.362	0.302	0.050
d=24mm	0.234	0.286	0.291	0.362	0.374	0.313	0.043

H=1.2m,r=5cm,h=10cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.247	0.261	0.281		0.263	0.017
d=6mm		0.233	0.273	0.289		0.265	0.029
d=10mm		0.249	0.257	0.301		0.269	0.028
d=14mm		0.250	0.268	0.298		0.272	0.024
d=18mm	0.208	0.237	0.261	0.315	0.320	0.271	0.040
d=24mm	0.221	0.255	0.273	0.336	0.373	0.288	0.043

H=1.2m,r=5cm,h=12cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.230	0.236	0.254		0.24	0.012
d=6mm		0.213	0.251	0.265		0.243	0.027
d=10mm		0.220	0.245	0.291		0.252	0.036
d=14mm		0.242	0.240	0.289		0.257	0.028
d=18mm	0.197	0.224	0.242	0.311	0.342	0.259	0.046
d=24mm	0.208	0.209	0.261	0.328	0.337	0.266	0.060

H=1.2m,r=5cm,h=14cm						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.207	0.217	0.236		0.22	0.015
d=6mm		0.204	0.229	0.257		0.23	0.027
d=10mm		0.227	0.234	0.250		0.237	0.012
d=14mm		0.215	0.241	0.270		0.242	0.028
d=18mm	0.184	0.189	0.235	0.278	0.304	0.234	0.045
d=24mm	0.201	0.218	0.258	0.286	0.316	0.254	0.034

Table 5 Comparison of the COR for different blocks colliding with an 8-cm thick cushion
(Standard deviation and average value of COR is calculated by the middle three
values for cushion particle sizes of 1.8 cm and 2.4 cm)

(supplemental material)

h=8cm,r=2cm,H=0.4m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.197	0.214	0.237		0.216	0.020
d=6mm		0.221	0.222	0.241		0.228	0.011
d=10mm		0.216	0.228	0.264		0.236	0.025
d=14mm		0.223	0.256	0.283		0.254	0.030
d=18mm	0.204	0.201	0.261	0.306	0.311	0.256	0.053
d=24mm	0.203	0.221	0.264	0.295	0.316	0.260	0.037

h=8cm,r=2cm,H=0.8m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.219	0.231	0.237		0.229	0.009
d=6mm		0.200	0.248	0.254		0.234	0.030
d=10mm		0.220	0.242	0.273		0.245	0.027
d=14mm		0.213	0.246	0.270		0.243	0.029
d=18mm	0.214	0.221	0.274	0.291	0.327	0.262	0.037
d=24mm	0.191	0.212	0.271	0.318	0.331	0.267	0.053

h=8cm,r=2cm,H=1.2m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.228	0.236	0.265		0.243	0.019
d=6mm		0.217	0.267	0.278		0.254	0.033
d=10mm		0.231	0.262	0.296		0.263	0.033
d=14mm		0.222	0.283	0.308		0.271	0.044
d=18mm	0.207	0.226	0.287	0.318	0.336	0.277	0.047
d=24mm	0.226	0.247	0.299	0.306	0.337	0.284	0.032

h=8cm,r=2cm,H=1.6m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.232	0.239	0.258		0.243	0.013
d=6mm		0.240	0.243	0.273		0.252	0.018
d=10mm		0.223	0.294	0.296		0.271	0.042
d=14mm		0.245	0.287	0.338		0.290	0.047
d=18mm	0.221	0.249	0.279	0.321	0.332	0.283	0.036

d=24mm	0.218	0.234	0.276	0.336	0.359	0.282	0.051
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

h=8cm,r=3cm,H=0.4m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.208	0.227	0.237		0.224	0.015
d=6mm		0.212	0.226	0.255		0.231	0.022
d=10mm		0.228	0.231	0.270		0.243	0.023
d=14mm		0.216	0.251	0.289		0.252	0.037
d=18mm	0.186	0.222	0.267	0.306	0.316	0.265	0.042
d=24mm	0.179	0.211	0.272	0.321	0.331	0.268	0.055

h=8cm,r=3cm,H=0.8m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.222	0.235	0.251		0.236	0.015
d=6mm		0.218	0.247	0.264		0.243	0.023
d=10mm		0.235	0.251	0.306		0.264	0.037
d=14mm		0.220	0.274	0.292		0.262	0.037
d=18mm	0.231	0.242	0.254	0.305	0.329	0.267	0.033
d=24mm	0.224	0.234	0.270	0.324	0.354	0.276	0.045

h=8cm,r=3cm,H=1.2m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.229	0.243	0.269		0.247	0.020
d=6mm		0.241	0.265	0.28		0.262	0.020
d=10mm		0.234	0.27	0.297		0.267	0.032
d=14mm		0.221	0.288	0.310		0.273	0.046
d=18mm	0.198	0.239	0.283	0.321	0.334	0.281	0.041
d=24mm	0.227	0.251	0.287	0.338	0.356	0.292	0.044

h=8cm,r=3cm,H=1.6m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.242	0.251	0.269		0.254	0.014
d=6mm		0.228	0.279	0.288		0.265	0.032
d=10mm		0.261	0.284	0.313		0.286	0.026
d=14mm		0.256	0.286	0.325		0.289	0.035
d=18mm	0.262	0.276	0.291	0.312	0.323	0.293	0.018
d=24mm	0.214	0.272	0.295	0.336	0.351	0.301	0.032

h=8cm,r=4cm,H=0.4m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.220	0.227	0.246		0.231	0.013
d=6mm		0.233	0.234	0.259		0.242	0.015
d=10mm		0.212	0.241	0.264		0.239	0.026

d=14mm		0.241	0.252	0.299		0.264	0.031
d=18mm	0.209	0.239	0.253	0.294	0.321	0.262	0.029
d=24mm	0.213	0.236	0.278	0.314	0.316	0.276	0.039

h=8cm,r=4cm,H=0.8m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.223	0.247	0.265		0.245	0.021
d=6mm		0.248	0.252	0.271		0.257	0.012
d=10mm		0.236	0.257	0.293		0.262	0.029
d=14mm		0.260	0.285	0.316		0.287	0.028
d=18mm	0.216	0.247	0.287	0.324	0.338	0.286	0.039
d=24mm	0.224	0.230	0.302	0.338	0.351	0.290	0.055

h=8cm,r=4cm,H=1.2m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.245	0.254	0.269		0.256	0.012
d=6mm		0.230	0.287	0.296		0.271	0.036
d=10mm		0.249	0.281	0.298		0.276	0.025
d=14mm		0.268	0.278	0.306		0.284	0.020
d=18mm	0.225	0.256	0.291	0.332	0.348	0.293	0.038
d=24mm	0.248	0.282	0.303	0.321	0.367	0.302	0.020

h=8cm,r=4cm,H=1.6m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.243	0.257	0.283		0.261	0.020
d=6mm		0.269	0.282	0.304		0.285	0.018
d=10mm		0.254	0.283	0.321		0.286	0.034
d=14mm		0.237	0.327	0.333		0.299	0.054
d=18mm	0.234	0.273	0.306	0.354	0.375	0.311	0.041
d=24mm	0.211	0.262	0.307	0.361	0.394	0.310	0.050

h=8cm,r=5cm,H=0.4m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.229	0.231	0.248		0.236	0.010
d=6mm		0.243	0.247	0.269		0.253	0.014
d=10mm		0.211	0.256	0.283		0.25	0.036
d=14mm		0.232	0.259	0.298		0.263	0.033
d=18mm	0.213	0.228	0.284	0.316	0.354	0.276	0.045
d=24mm	0.207	0.250	0.281	0.321	0.348	0.284	0.036

h=8cm,r=5cm,H=0.8m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.239	0.246	0.271		0.252	0.017

d=6mm		0.252	0.268	0.281		0.267	0.015
d=10mm		0.261	0.284	0.304		0.283	0.022
d=14mm		0.230	0.288	0.298		0.272	0.037
d=18mm	0.218	0.253	0.291	0.338	0.351	0.294	0.043
d=24mm	0.206	0.247	0.316	0.331	0.383	0.298	0.045

h=8cm,r=5cm,H=1.2m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.258	0.259	0.278		0.265	0.011
d=6mm		0.237	0.300	0.303		0.28	0.037
d=10mm		0.259	0.286	0.319		0.288	0.030
d=14mm		0.247	0.287	0.345		0.293	0.049
d=18mm	0.251	0.266	0.298	0.342	0.354	0.302	0.038
d=24mm	0.236	0.272	0.306	0.361	0.381	0.313	0.045

h=8cm,r=5cm,H=1.6m						Average Value	standard deviation
d=2mm		0.244	0.279	0.296		0.273	0.027
d=6mm		0.268	0.284	0.309		0.287	0.021
d=10mm		0.254	0.307	0.336		0.299	0.042
d=14mm		0.271	0.311	0.348		0.31	0.039
d=18mm	0.246	0.258	0.307	0.359	0.387	0.308	0.051
d=24mm	0.225	0.279	0.338	0.349	0.368	0.322	0.038

Table 6 Orthogonal test results (COR/Damage depth L) (supplemental material)

r=2cm,H=0.4m,h=2cm,d=2mm			Average Value	standard deviation
0.269/0.67	0.274/0.72	0.291/0.56	0.278/0.65	0.012/0.082
r=2cm,H=0.8m,h=4cm,d=6mm			Average Value	
0.253/0.79	0.268/0.75	0.298/0.68	0.273/0.74	0.023/0.056
r=2cm,H=1.2m,h=6cm,d=10mm			Average Value	
0.255/1.02	0.278/0.91	0.313/0.86	0.282/0.93	0.029/0.082
r=2cm,H=1.6m,h=8cm,d=14mm			Average Value	
0.266/1.10	0.298/1.01	0.321/1.04	0.295/1.05	0.028/0.046

r=3cm,H=0.4m,h=2cm,d=6mm			Average Value	standard deviation
0.287/0.60	0.287/0.62	0.308/0.52	0.294/0.58	0.012/0.053
r=3cm,H=0.8m,h=4cm,d=2mm			Average Value	
0.252/1.34	0.261/1.64	0.282/1.37	0.265/1.45	0.015/0.165
r=3cm,H=1.2m,h=6cm,d=14mm			Average Value	
0.275/1.17	0.319/1.08	0.357/0.84	0.317/1.03	0.041/0.171

r=3cm,H=1.6m,h=8cm,d=10mm			Average Value	
0.264/1.74	0.273/1.68	0.303/1.38	0.280/1.60	0.020/0.193

r=4cm,H=0.4m,h=4cm,d=10mm			Average Value	standard deviation
0.265/0.65	0.304/0.58	0.319/0.63	0.296/0.62	0.028/0.036
r=4cm,H=0.8m,h=2cm,d=14mm			Average Value	
0.304/0.51	0.354/0.68	0.356/0.49	0.338/0.56	0.029/0.104
r=4cm,H=1.2m,h=8cm,d=2mm			Average Value	
0.232/2.79	0.261/2.76	0.275/2.25	0.256/2.60	0.022/0.303
r=4cm,H=1.6m,h=6cm,d=6mm			Average Value	
0.247/2.58	0.286/2.19	0.319/1.83	0.284/2.20	0.036/0.375

r=5cm,H=0.4m,h=4cm,d=14mm			Average Value	standard deviation
0.283/0.62	0.300/0.68	0.344/0.53	0.309/0.61	0.031/0.076
r=5cm,H=0.8m,h=2cm,d=10mm			Average Value	
0.288/0.60	0.336/0.59	0.360/0.55	0.328/0.58	0.037/0.026
r=5cm,H=1.2m,h=8cm,d=6mm			Average Value	
0.251/2.37	0.291/2.01	0.298/1.98	0.280/2.12	0.025/0.217
r=5cm,H=1.6m,h=6cm,d=2mm			Average Value	
0.249/3.05	0.277/2.48	0.293/3.02	0.273/2.85	0.022/0.321

r=2cm,H=0.4m,h=8cm,d=2mm			Average Value	standard deviation
0.199/1.33	0.218/1.38	0.231/1.37	0.216/1.36	0.016/0.026
r=2cm,H=0.8m,h=6cm,d=6mm			Average Value	
0.239/1.28	0.267/1.32	0.289/1.12	0.265/1.24	0.025/0.106
r=2cm,H=1.2m,h=4cm,d=10mm			Average Value	
0.273/1.24	0.298/1.19	0.335/0.96	0.302/1.13	0.031/0.149
r=2cm,H=1.6m,h=2cm,d=14mm			Average Value	
0.319/0.75	0.361/0.59	0.394/0.70	0.358/0.68	0.038/0.082

r=3cm,H=0.4m,h=8cm,d=6mm			Average Value	standard deviation
0.211/0.94	0.239/1.03	0.243/0.79	0.231/0.92	0.017/0.121
r=3cm,H=0.8m,h=6cm,d=2mm			Average Value	
0.243/1.64	0.258/1.55	0.267/1.28	0.256/1.49	0.012/0.187
r=3cm,H=1.2m,h=4cm,d=14mm			Average Value	
0.291/1.12	0.344/1.03	0.346/1.09	0.327/1.08	0.031/0.046
r=3cm,H=1.6m,h=2cm,d=10mm			Average Value	
0.324/0.77	0.347/0.83	0.382/0.92	0.351/0.84	0.029/0.076

r=4cm,H=0.4m,h=6cm,d=10mm			Average Value	standard deviation
0.254/0.88	0.284/0.81	0.323/0.62	0.287/0.77	0.035/0.135
r=4cm,H=0.8m,h=8cm,d=14mm			Average Value	
0.259/0.93	0.273/0.66	0.311/0.84	0.281/0.81	0.027/0.137
r=4cm,H=1.2m,h=2cm,d=2mm			Average Value	
0.315/1.09	0.337/1.15	0.356/0.85	0.336/1.03	0.021/0.159
r=4cm,H=1.6m,h=4cm,d=6mm			Average Value	
0.291/1.83	0.312/2.05	0.351/2.00	0.318/1.96	0.030/0.115

r=5cm,H=0.4m,h=6cm,d=14mm			Average Value	standard deviation
0.272/0.72	0.295/0.64	0.309/0.65	0.292/0.67	0.019/0.044
r=5cm,H=0.8m,h=8cm,d=10mm			Average Value	
0.193/1.03	0.284/1.15	0.348/0.97	0.275/1.05	0.078/0.092
r=5cm,H=1.2m,h=2cm,d=6mm			Average Value	
0.323/1.03	0.346/1.22	0.372/1.17	0.347/1.14	0.025/0.098
r=5cm,H=1.6m,h=4cm,d=2mm			Average Value	
0.270/2.75	0.289/2.46	0.323/2.41	0.294/2.54	0.027/0.184