ଭୂକମ୍ପ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ସମ୍ୟକ ସୂଚନା-10

ଭବନଗୁଡ଼ିକର ନମନୀୟତା କିପରି ସେମାନଙ୍କର ଭୂକମ୍ପୀୟ ଅନୁକ୍ରିୟାକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରେ?

ନମନୀୟ ଭବନଗୁଡ଼ିକର ଦୋଳନ

ଯେତେବେଳେ ଭୂମି ପ୍ରକମ୍ପିତ ହୁଏ, ଭବନର ଆଧାର ଭୂମି ସହିତ ଚଳମାନ ହୁଏ ଏବଂ ଭବନଟି ଆଗ ପଛହୋଇ ଦୋଳାୟମାନ ହୋଇଥାଏ । ଯଦି ଭବନଟି ଦୃଢ଼ତା ସମ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାନ୍ତା, ତାହେଲେ ଏହାର ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ବିନ୍ଦୁ ଭୂମିସହିତ ସମପରିମାଣରେ ଚଳମାନ ହୋଇଥାନ୍ତା । କିନ୍ତୁ ଅଧିକାଂଶ ଭବନଗୁଡ଼ିକ ନମନୀୟ ଓ ସେମାନଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

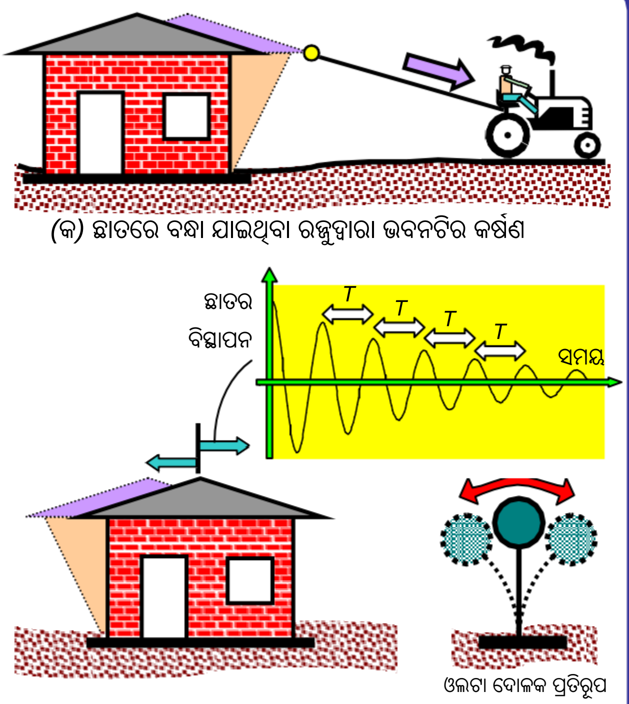
ଏକ ମୋଟା ନଡ଼ିଆକତା ଦଉଡ଼ି ନିଆଯାଉ ଓ ଏହାର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡକୁ କୌଣସି ଏକ ଭବନର ଛାତ ସହିତ ବାନ୍ଧି ଦିଆ ଯାଉ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡଟିକୁ ଏକ ମୋଟର ଚାଳିତ ଯାନ (ଯେମିତିକି ଏକ ଟ୍ରାକ୍ଟର) ସହିତ ବାନ୍ଧି ଦିଆ ଯାଉ । ତାହାପରେ, ଟ୍ରାକ୍ଟରଟିକୁ ଚଳମାନ କରାଯାଉ ଓ ଭବନଟିକୁ ଆକର୍ଷଣ କରାଯାଉ; ଯଦ୍ୱାରାକି ଏହା ଆକର୍ଷିତ ହେଉଥିବା ଦିଗରେ ଗତିମାନ ହେବ (ଚିତ୍ର 1କ) । ସମାନ ପରିମାଣର ଆକର୍ଷଣ ବଳ ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଅଧିକ ନମନୀୟ ଭବନର ଚଳନ ବୃହତ୍ତର ହୋଇଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଦଉଡ଼ିଟିକୁ କାଟି ଦିଆଯାଉ ! ଭବନଟି ଆଗପଛ ହୋଇ ଭୂସମାନ୍ତରାଳଭାବେ ଦୋଳାୟିତ ହେବ ଏବଂ କିଛି ସମୟ ପରେ ତାର ମୂଳ ସ୍ଥିତିକୁ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତନ କରିବ (ଚିତ୍ର 1ଖ); ଏହି ପ୍ରକାର ଦୋଳନ ଆବର୍ତ୍ତକ ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ ଚକ୍ର ପାଇଁ (ତଥା ଏକ ଆଗ-ପଛ ଗତି ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା ନିମିତ୍ତ) ଅତିବାହିତ ହେଉଥିବା ସମୟ (ସେକେଣ୍ଡରେ) ସମାନ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ଭବନର ମୌଳିକ ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନକାଳ T ବୋଲି କୁହାଯାଏ । Tର ମାନ ଭବନର ନମନୀୟତା ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ; ଯେତେ ଅଧିକ ନମନୀୟ ହେବ, T ସେତେ ଦୀର୍ଘତର ହେବ ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, T ମଧ୍ୟ ସେତେ ଦୀର୍ଘତର ହେବ । ସାଧାରଣତଃ ଉଚ୍ଚତର ଭବନ ଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ନମନୀୟ ଓ ବୃହତ୍ତର ବସ୍ତୁତ୍ୱଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତି ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ ସେମାନଙ୍କର T ଦୀର୍ଘତର ହୋଇଥାଏ । ବିପରୀତ ଭାବରେ, ସ୍ୱଳ୍ପରୁ ମଧ୍ୟମ ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ଭବନ ଗୁଡ଼ିକର T ସାଧାରଣତଃ କ୍ଷୁଦ୍ରତର ହୋଇଥାଏ (0.4 ସେକେଣ୍ଡରୁ କମ) ।

ମୌଳିକ ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ T କୌଣସି ଏକ ଭବନର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ଗୁଣଧର୍ମ ଅଟେ । ଯେକୌଣସି ଅଦଳବଦଳ ଏହାର Tର ମାନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିଥାଏ । ସାଧାରଣ ଏକ ମହଲା ଠାରୁ 20 ମହଲା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଭବନ ଗୁଡ଼ିକର ମୌଳିକ ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନକାଳ T ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବରେ 0.05~2.00 ସେକେଣ୍ଡ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ସଂରଚନାର ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନକାଳ ଗୁଡ଼ିକର କତିପୟ ଉଦାହରଣ ଚିତ୍ର 2 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ନମନୀୟତାର ମହତ୍ତ୍ୱ

ଏକ ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ଭୂମିର ପ୍ରକମ୍ପନରେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଠାରୁ ଆରମ୍ଭକରି ଦୀର୍ଘ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିର ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ସାଇନୀୟ (sinusoidal)ତରଙ୍ଗର ସମାହାର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର 3) । କୌଣସି ତରଂଗ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ଗତି / ଚଳନର ଗୋଟିଏ ଚକ୍ର ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା ପାଇଁ ଲାଗୁଥିବା ସମୟ / ଅବଧିକୁ ଭୂକମ୍ପୀୟ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତନ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣ ଭାବରେ, ଭୂମିର ଭୂକମ୍ପୀୟ ପ୍ରକମ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ତରଂଗ ଗୁଡ଼ିକର ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ 0.3-33 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ରହିଥାଏ । କିଛି ଭୂକମ୍ପୀୟ ତରଂଗ ଏହି ପରିସର ଭିତରେ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ ଗୁଡ଼ିକ ଠାରୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ହୋଇଥାନ୍ତି । କୌଣସି

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭବନର ଅବସ୍ଥାନ ସ୍ଥଳରେ ଭୂକମ୍ପୀୟ ତରଙ୍ଗର ତୀବ୍ରତା ଅନେକ ଗୁଡିଏ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ଯଥା ଭୂକମ୍ପର



(କ) ଛାତରେ ବନ୍ଧା ଯାଇଥିବା ରଜ୍ଜୁଦ୍ୱାରା ଭବନଟିର କର୍ଷଣ

(ଖ) ରଜ୍ଜୁଟିକୁ କାଟିଲା ପରେ ଭବନର ଦୋଳାୟମାନ ଗତି

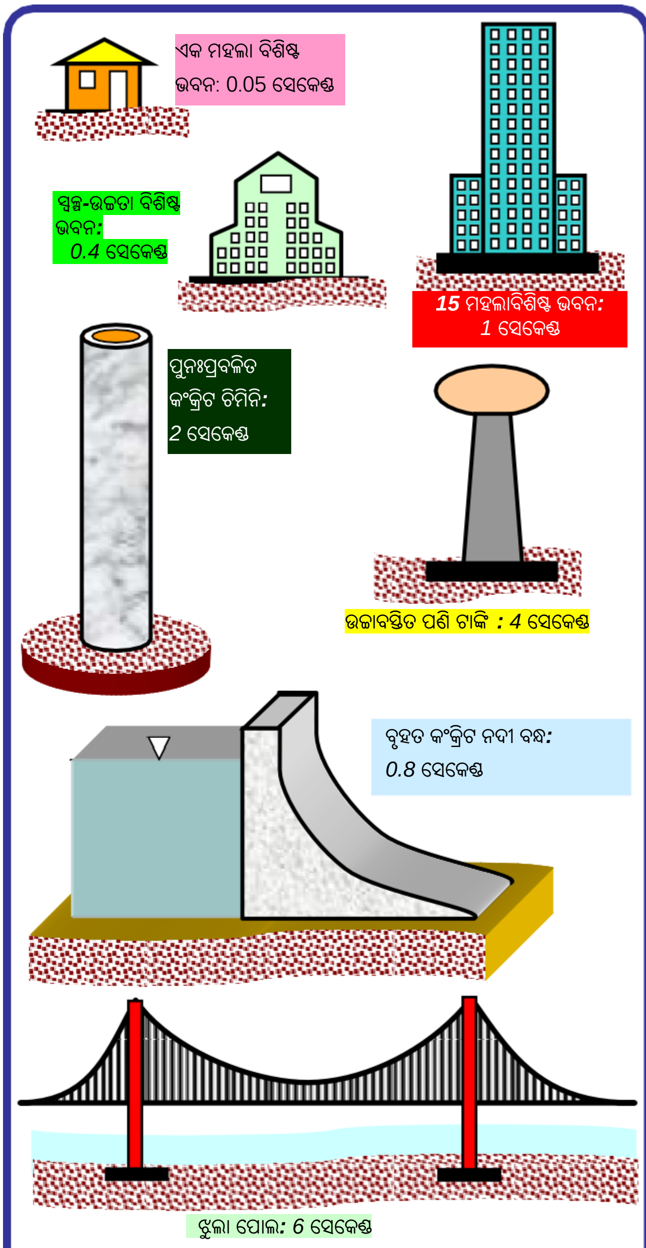
ଚିତ୍ର **1:** ଭବନର ମୁକ୍ତ କମ୍ପନ ଅନୁକ୍ରିୟା:ଆଗପଛ ଗତି ଆବର୍ତ୍ତକ ଅଟେ

ମାତ୍ରା, ଅଧିକେନ୍ଦ୍ରିକ ଦୁରତା ଏବଂ ଅଭିପ୍ରେତ ସ୍ଥଳରେ ଉପନୀତ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଭୂକମ୍ପୀୟ ତରଂଗ ଗତି କରୁଥିବା ଭୂମିର ପ୍ରକାର ଭେଦ ।

କୌଣସି ଏକ ପ୍ରତୀକାତ୍ମକ ନଗରରେ, ବହୁତ ଗୁଡିଏ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକାର ଏବଂ ଆକୃତିର ଭବନଗୁଡିକ ରହିଥାଏ । ସେଗୁଡିକୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଭୁକ୍ତ କରିବାର ଅନ୍ୟତମ ଉପାୟ ହେଲା ସେମାନଙ୍କର ମୌଳିକ ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ T । ଏହି ସବୁ ଭବନ ଗୁଡିକ ନିମ୍ନଦେଶରେ ଭୂଚଳନ ନଗର ସାରା ଅଲଗା ଅଲଗା ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର 4) । କ୍ଷୁଦ୍ର/ଲଘୁ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଭୂକମ୍ପୀୟ ତରଂଗ ଗୁଡିକ ଦ୍ୱାରା ଯଦି ଆଗ ପଛ ହୋଇ ଭୂମିର ଚଳନ ହୁଏ, ତେବେ କ୍ଷୁଦ୍ର/ଲଘୁ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ ସମ୍ପନ୍ନ ଭବନ ଗୁଡିକର ଅନୁକ୍ରିୟା ବୃହଦାକାର ହୋଇଥାଏ । ସେହିପରି ଯଦି ଭୂକମ୍ପୀୟ ଭୂଚଳନରେ ଦୀର୍ଘ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ ବିଶିଷ୍ଟ ତରଂଗ ରହିଥାଏ, ତେବେ ଦୀର୍ଘ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ ସମ୍ପନ୍ନ ଭବନ ଗୁଡିକର ଅନୁକ୍ରିୟା ବୃହଦାକାର ହୋଇଥାଏ । ଅତଏବ, ଭବନ ଗୁଡିକର Tର ମାନ ଏବଂ ଭୂକମ୍ପୀୟ ଭୂଚଳନର ସ୍ୱଭାବଲକ୍ଷଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି (ଯଥା ଭୂକମ୍ପୀୟ ତରଙ୍ଗମାନଙ୍କର ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ ଓ ଆୟାମ) କେତେକ ଭବନ ଅନ୍ୟମାନଙ୍କ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ପ୍ରକମ୍ପିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

1967 ମସିହାରେ ଦକ୍ଷିଣ ଆମେରିକାର କାରକାସ ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ଭବନ ଗୁଡିକର ଅନୁକ୍ରିୟା ଭବନଗୁଡିକର ନିମ୍ନ ଦେଶରେ ଥିବା ମୃତ୍ତିକା ସ୍ତରର ମୋଟେଇ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ବୋଲି ଜଣା ପଡିଥିଲା । ଚିତ୍ର 4ଖ ଦର୍ଶାଏ ଯେ, 3 ରୁ 5 ମହଲା ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ଭବନ ଗୁଡିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳମାନଙ୍କ ନିମ୍ନ ଦେଶରେ 40-60 ମିଟର ମୋଟେଇଯୁକ୍ତ ମୃତ୍ତିକାର

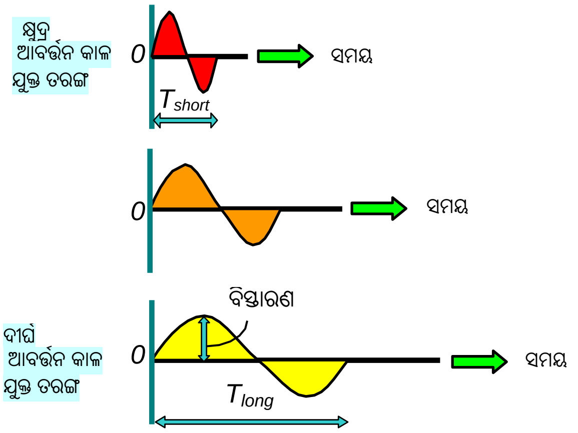
ଆସ୍ତରଣ ଥାଏ, ସେଠାରେ କ୍ଷୟକ୍ଷତିର ମାତ୍ରା ଅଧିକତର ହୋଇଥିଲା; କିନ୍ତୁ ବୃହତର ମୋଟେଇର ମୃତ୍ତିକା ଆସ୍ତରଣ ଥିବା ଅଞ୍ଚଳରେ ଏହାର ମାତ୍ରା ନ୍ୟୁନତମ ଥିଲା । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ, 10-14 ମହଲା ବିଶିଷ୍ଟ ଭବନ ଗୁଡିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କ୍ଷୟକ୍ଷତିର ମାତ୍ରା ଏହାର ଠିକ ବିପରୀତ ଥିଲା । ଯେଉଁ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ମୃତ୍ତିକାର ଆସ୍ତରଣ 150-300 ମିଟର ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ଥିଲା,



Adapted from: **Newmark, (1970),** *Current trends in the Seismic Analysis and Design of High Rise Structures*, **Chapter 16, in Wiegel, (1970),** *Earthquake Engineering*, **Prentice Hall, USA.**

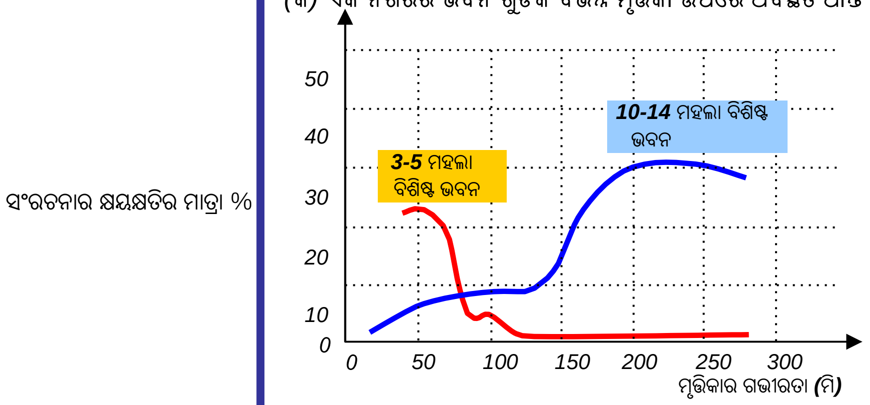
ଚିତ୍ର 2: **ସଂରଚନା ଗୁଡିକରେ** ମୌଳିକ **ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନକାଳ ବିଶାଳ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ ।**ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳର ମୂଲ୍ୟ ଗୁଡିକ କେବଳ ସୂଚନାତ୍ମକ ଅଟେ; ସଂରଚନାର ବାସ୍ତବ ଗୁଣଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ପ୍ରାକୃତିକ ଆବର୍ତ୍ତନ କାଳ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣରେ ବଦଳିଥାଏ

ସେଠାରେ କ୍ଷୟକ୍ଷତିର ମାତ୍ରା ଅଧିକ ଥିଲା ଏବଂ କମ ମୋଟେଇର ମୃତ୍ତିକା ଆସ୍ତରଣ ଥିବା ସ୍ଥାନ ମାନଙ୍କରେ ଏହା କମ ଥିଲା । ଏଠାରେ, ଭବନର ନିମ୍ନ ଦେଶରେ ଥିବା ମୃତ୍ତିକାର ଆସ୍ତରଣ ଏକ ଛାଣିଯନ୍ତ୍ରର ଭୂମିକା ନିର୍ବାହ କରିଥାଏ, ଯାହା କେତେକ ଭୂମିଗତ ତରଙ୍ଗଗୁଡିକୁ ତାହା ମଧ ଦେଇ ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଛାଡିଦେଉଥିବା ବେଳେ ଅବଶିଷ୍ଟ ଗୁଡିକୁ ଛାଣି ରୋକିଦେଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର **3:** ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଭୂକମ୍ପିୟ ଭୂଚଳନ ବିଭିନ୍ନ ଆବର୍ତ୍ତନକାଳବିଶିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ ଗୁଡିକ ଦ୍ୱାରା ସଂଚରିତ ହୋଇଥାଏ

(କ) ଏକ ନଗରର ଭବନ ଗୁଡିକ ବିଭିନ୍ନ ମୃତ୍ତିକା ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ ଥାନ୍ତି



(ଖ) କ୍ଷୟ କ୍ଷତିର ତୀବ୍ରତା ନିମ୍ନସ୍ଥ ମୃତ୍ତିକା ସ୍ତରର ମୋଟେଇ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ: 1967ର କାରକାସ ଭୂମିକମ୍ପ

ଚିତ୍ର 4: ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଭବନ ଗୁଡିକ ସମାନ ଭୂଚଳନରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ଅନୁକ୍ରିୟା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି

ନମନୀୟ ଭବନ ଗୁଡିକ ବୃହତ୍ତର ଆପେକ୍ଷିକ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ବିସ୍ଥାପନ ଅଙ୍ଗୀକାର କରିଥାନ୍ତି, ଯଦ୍ଵାରା ଭବନଗୁଡିକର ବିଭିନ୍ନ ଅସଂରଚନାତ୍ମକ ଅଂଶାବଳୀ ଏବଂ ମହଜୁଦ ଥିବା ସାମଗ୍ରୀମାନଙ୍କର କ୍ଷତି ସାଧିତ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ଵରୂପ, କାଚ ଝରକା ପରି ଭବନର କିଛି ଦ୍ରବ୍ୟାବଳି ବଡ ଧରଣର ପାର୍ଶ୍ଵିକ ଚଳନକୁ ସହ୍ୟ କରି ପାରନ୍ତି ନାହିଁ ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ ଭୀଷଣ ଭାବରେ କ୍ଷତିଗ୍ରସ୍ତ ଅଥବା ଚୂର୍ଣ୍ଣିଭୂତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ବିଶେଷତଃ ବହୁତଳ ଭବନଗୁଡିକର ଉପର ମହଲାମାନଙ୍କରେ ପ୍ରତିଭୂତିବିହିନ ଥାକଗୁଡିକ ଓଲଟି ପଡିଥାନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାରର କ୍ଷୟକ୍ଷତି ଭବନଗୁଡିକର ସୁରକ୍ଷାକୁ ପ୍ରଭାବିତ ନକରି ପାରେ, କିନ୍ତୁ ତାହା ଅନ୍ତେବାସୀମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆର୍ଥିକ କ୍ଷତି, ଜଖମଗିରି/ ଶାରୀରିକ ଆଘାତ ପ୍ରାପ୍ତି ତଥା ଭୟାତୁର ଅବସ୍ଥା ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ।

ପଠନୀୟ ରଚନାବଳୀ

Wiegel,R., (1970), Earthquake Engineering, Prentice Hall Inc., USA

Chopra,A.K., (1980), Dynamics of Structures – A Primer, Earthquake Engineering Research Institute, USA

ରଚୟିତା: ସି.ଭି.ଆର. ମୂର୍ତ୍ତି, ଭାରତୀୟ ପ୍ରଯୋଗିକି ସଂସ୍ଥାନ କାନପୁର, କାନପୁର, ଭାରତ

ପ୍ରଯୋଜନା: ଗୃହ ନିର୍ମାଣସାମଗ୍ରୀ ଏବଂ ପ୍ରଯୁକ୍ତିବିଦ୍ୟା ସଂବର୍ଦ୍ଧକ ପରିଷଦ, ନୂଆ ଦିଲ୍ଲୀ, ଭାରତ

ଅନୁବାଦକ – ଡା: ମନୋରଞ୍ଜନ ସାମଲ

ସମୀକ୍ଷକ – ଡା: ମାୟାଧର ସ୍ଵାଇଁ

ଏହି ସଙ୍କଳନଟି ଆଇ.ଆଇ.ଟି. କାନପୁର ଏବଂ ବିଏମଟିପିସି, ନୂଆ ଦିଲ୍ଲୀର ସମ୍ପତ୍ତି । ଏହାର ବିଷୟ ବସ୍ତୁରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନକରି ଯଥୋଚିତ ଅଭିସ୍ଵୀକୃତି ସହ ପ୍ରତିଲିପିତ କରାଯାଇ ପାରେ । କୌଣସି ପରାମର୍ଶ / ମନ୍ତବ୍ୟ *nicee@iitk.ac.in* କୁ ପ୍ରେରିତ କରାଯାଇ ପାରେ । ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ *IITK-BMTPC* ଭୂକମ୍ପ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ସମ୍ୟକ ସୂଚନାଗୁଡିକୁ ଦେଖିବା ପାଇଁ www.nicee.org ଅଥବା www.bmtpc.org ରେସନ୍ଧାନ କରନ୍ତୁ ।